

CAPITULO 2

ELEMENTOS COMUNES A TODO REFUGIO

ELEMENTOS COMUNES A TODO REFUGIO

Con independencia del agente agresor ante el cual se busca protección, y con independencia, asimismo, de la capacidad, finalidad y cualquier otro aspecto que podamos considerar en los refugios, existen unos elementos o funciones que son comunes a todos los refugios y que conviene analizar.

Estos elementos, o funciones, son los siguientes:

1. Protección.
2. Entradas y ventanas.
3. Uso eficiente del espacio.
4. Ventilación.
5. Abastecimiento de agua.
6. Instalaciones sanitarias.
7. Suministro de energía.
8. Convivencia.

A continuación se analiza cada uno de ellos.

Debe tenerse en cuenta que estos elementos se describen muchas veces idealizados, que las condiciones reales serán más difíciles y los refugios no serán tan perfectos como aquí se cuenta, pero se pretende así obtener un mejor conocimiento de los elementos descritos. Poco sentido puede tener hablar de filtros en el sistema de ventilación ante el más elemental y precario refugio improvisado, pero no cabe duda que la idea de filtro nos puede inducir a tapar con trapos, o un material filtrante cualquiera, algún orificio de tan simple refugio.

También en algún caso las descripciones están orientadas hacia los refugios nucleares, incluso de forma explícita se describen peculiaridades de este tipo de refugios, ello se ha hecho así porque las características de un refugio nuclear son envolventes de las características de cualquier otro refugio, excepción hecha del refugio ante inundaciones y quizá algún otro en particular. Se puede afirmar que, en general, un Refugio N, y no digamos un Refugio NBQ, es un refugio apto contra todos los agentes agresores

Las dos observaciones anteriores, idealización y tendencia en la descripción a los Refugios N, nos dan idea, una vez más, de la amplitud y complejidad del tema. Una vez efectuadas tales observaciones el análisis de los factores o elementos comunes a todos los refugios se efectúa sin merma de su generalidad.

PROTECCION

La primera condición que ha de cumplir un refugio es que proteja contra el agente agresor para el cual el refugio está diseñado, concebido, preparado o improvisado.

Así, si se trata de un refugio contra la radiación nuclear, habrá que tener en cuenta que ésta penetra directa e indirectamente a través del tejado y los muros, por lo tanto, habrá que disponer de materiales densos en tejado y muros y alojar a las personas alejadas de los muros exteriores, y en plantas bajas o sótanos. Contra el polvo radiactivo habrá que disponer la toma de aire de ventilación de forma adecuada.

Si el refugio lo es contra la inundación, estará situado en un lugar alto y separado de las avenidas de agua. Tendrá un sistema de filtros en la entrada de aire de ventilación si el refugio es contra la contaminación biológica o química y, finalmente, estará rodeado de cortafuegos naturales o artificiales y construido con material ignífugo si es el fuego el elemento contra el cual se busca protección en el refugio.

ENTRADAS Y VENTANAS

Las entradas y ventanas han de ser tales que no disminuyan la protección del refugio.

Las ventanas, sobre todo si no son necesarias, se pueden cegar con ladrillos, sacos de arena, cajones llenos de tierra o arena y recipientes llenos de agua. También se pueden sellar con lonas y plásticos, dependiendo estas obstrucciones de la protección que se necesite mantener.

Las puertas no necesarias, o las necesarias una vez acogidos los refugiados en el interior del refugio, se pueden obturar por los mismos procedimientos expuestos para el cierre de ventanas.

Para un refugio nuclear la mejor disposición de la puerta de acceso es en forma de **tabique protector**, ya que permite la ventilación y el fácil acceso, bloquea la penetración de la radiación y dispone de un área conveniente para

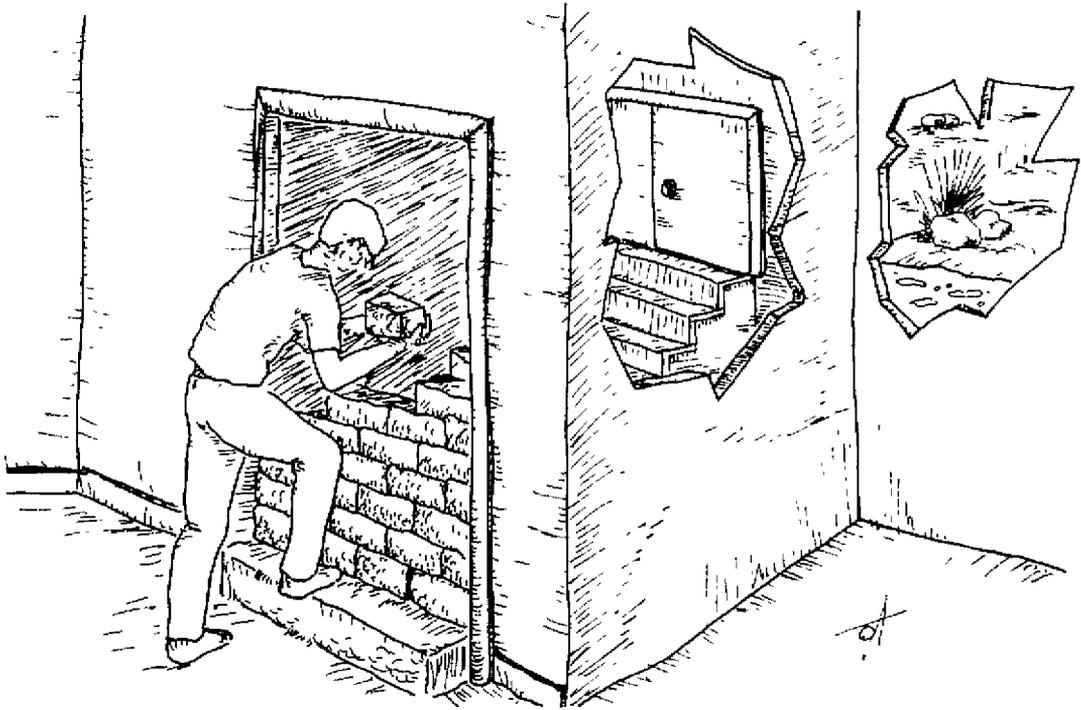


FIG. 3. AL TAPIAR LA ENTRADA A LA VIVIENDA, QUEDA ENTRE ELLA Y LA QUE DA DIRECTAMENTE AL EXTERIOR UN ESPACIO MUY UTIL PARA ALMACENAR ARTICULOS QUE PUEDAN NECESITARSE CON POSTERIORIDAD O RESIDUOS QUE HAYA QUE ALEJAR DE LA ZONA HABITADA. (LAS "ABERTURAS" DEL DIBUJO SOLO HAY QUE CONSIDERARLAS PARA UNA MEJOR COMPRESION DE LA DISTRIBUCION DE LA VIVIENDA.)

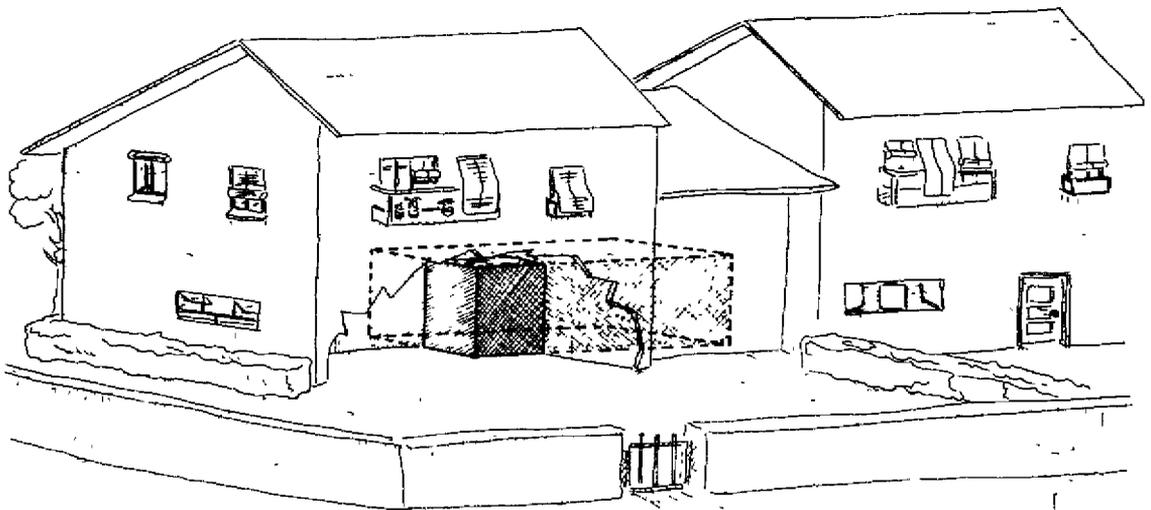


FIG. 4. LA "ABERTURA" EN LA FACHADA PERMITE IMAGINAR LA DISPOSICION QUE DEBE TENER UN REFUGIO EN UNA CASA SIN SOTANO EL ELEMENTO MAS DENSAMENTE RAYADO ES EL REFUGIO EN SI, Y ESTA COLOCADO APROXIMADAMENTE EN MITAD DE LA PLANTA LA ZONA MENOS RAYADA SON AREAS AUXILIARES ACONDICIONADAS CON MATERIAL DE BLINDAJE

el almacenamiento de desperdicios en las primeras fases del período de ocupación

USO EFICIENTE DEL ESPACIO

En un refugio familiar, para una familia de cuatro personas el área mínima es de 6 metros cuadrados. Para cada persona adicional deben añadirse 1,5 metros cuadrados.

En un refugio colectivo y dependiendo de infinidad de factores como tipo de refugio, tipo de estructura, total de espacio disponible, tiempo de permanencia, etc., puede ser necesario, o al menos conveniente, distribuir el espacio en áreas con distintas funciones:

- Área habitable, para permanencia o dormir.
- Zona de aseos.
- Almacén. Separación si es posible de alimentos, medicinas y otros suministros. Almacén para pertenencias personales de los acogidos.
- Zona de acceso. Puede tener una esclusa o cámara de descontaminación.
- Puede incluso disponerse de una oficina para dirección administrativa, control de personas, reparto de tareas y turnos de guardias. Documentación de los refugiados.
- Zona de ventiladores. Definida principalmente para evitar obturaciones en conductos de ventilación.

A continuación recogemos varias recomendaciones en cuanto al espacio necesario en un refugio. A falta de una normativa nacional, se han elegido algunas extranjeras. Existen, no obstante, recomendaciones en nuestro país que vienen recogidas en la bibliografía consultada.

a) Recomendaciones de la Defensa Civil Sueca:

Área neta por persona: 0,75 m².

Cámara de descontaminación permanente: 3 m².

Cámara de descontaminación temporal: 1,2 m² hasta 200 plazas; 2,4 m² para más de 200 plazas

Aseos: 1,5 m² por cada 25 plazas.

Almacén. 1,5 m² por cada 25 plazas.

Espacio para cada ventilador: mayor o igual que 3 m².

Área total máxima: 400 m².

Altura mínima del techo: 2,1 m².

b) Recomendaciones de la Oficina de Defensa Civil USA:

Área bruta por persona: 0,93 m².

Área total: mayor o igual que 2,32 m².

Volumen por persona: 1,13 m³.

Volumen total: mayor o igual que 2,83 m³.

c) Recomendaciones de la Oficina Federal de Defensa Civil Suiza:

Área bruta por persona: 1 m².

Volumen por persona: 2,5 m³.
Altura mínima del techo: 2 m.
Cámara de descontaminación: 0,14 m².

d) Valores normales:
Área bruta por persona: 1,25 m²
Altura mínima del techo: 2 m

VENTILACION

La ventilación mínima necesaria en un refugio es de 2,5 litros por segundo y persona.

Este mínimo está fijado por dos efectos: la mínima concentración de oxígeno tolerable en el aire y la máxima inhalación tolerable de dióxido de carbono

El defecto de oxígeno y el exceso de dióxido de carbono producen efectos externos similares en los individuos. De forma gradual, según los referidos defectos de oxígeno y exceso de dióxido de carbono, los efectos correspondientes se presentan así:

- Ausencia de efectos.
- Respiración intensa. Pulso rápido.
- Respiración trabajosa. Náuseas. Estupor.
- Descoordinación. Inconsciencia.
- Respiración disminuida. Baja presión sanguínea.
- Estado de coma.
- Muerte.

Hay ciertas variaciones según la tolerancia personal y será sencillo, en las condiciones del refugio, saber si los efectos señalados están producidos por falta de oxígeno o por exceso de dióxido de carbono debiéndose generalmente relacionar este último con la presencia de combustiones, humos, escape de motores de gasolina o de gas-oil, etc.

Hay que tener en cuenta que una alteración de la composición química del aire puede ser tolerada un corto espacio de tiempo y tornarse muy peligrosa para períodos largos, puesto que los efectos de los gases son función del tiempo de actuación y de la concentración.

En condiciones ideales, y por lo tanto difícilmente alcanzables salvo en un refugio construido específicamente como tal, para el mantenimiento de un ambiente interno adecuado es preciso disponer de un sistema de ventilación forzada, que debe tener en cuenta los siguientes factores:

1.- Mantener la función de protección del refugio. Para ello es preciso:

- a) Reducir la penetración del agente agresor o agentes agresores del exterior.
- b) Disponer de un filtro de toma de aire que reduzca la penetración de polvo.
- c) Evitar la contaminación del interior por partículas radiactivas, agentes biológicos y químicos y gases de combustión por fuegos externos o internos.
- d) En los refugios contra onda expansiva, disponer de una válvula de sobre-

presión que cierre el conducto de ventilación evitando la transmisión de la sobrepresión al interior.

e) Proveer de filtros para la purificación de aire hasta el grado adecuado según el uso propuesto para el refugio y proteger a los ocupantes de los filtros que retienen productos contaminantes.

f) En áreas de fuegos probables instalar un equipo de control de apertura y cierre del sistema de ventilación.

2.- Mantener un ambiente físico tolerable.

3.- Prever o minimizar la condensación interna.

4.- Recoger el aire usado desde el nivel superior de los espacios ocupados y reutilizarlo en las áreas de servicio: W.C., cámara de descontaminación y entradas.

5.- Disponer de un sistema flexible para acomodarse a las variaciones en la actividad física y estaciones climáticas.

6.- Alcanzar una distribución correcta de aire y mantener éste en movimiento.

En los refugios nucleares, el sistema de ventilación debe propiciar la filtración de aire, excluyendo del mismo la mayor parte posible de partículas de polvo radiactivo. Por consiguiente, es necesario estudiar las posibilidades de que penetren partículas radiactivas en el conducto de ventilación y estudiar sus posibles efectos en los ocupantes.

El polvo radiactivo está constituido por partículas de distinto diámetro. La distancia de transporte de estas partículas depende de su tamaño, siendo las más finas las que alcanzan las mayores distancias. Consecuentemente, las partículas que se asientan en el terreno a una distancia dada del punto de caída del arma nuclear tendrán un tamaño que variará entre unos límites estrechos, y su tamaño promedio decrecerá a medida que aumenta la distancia al punto de caída.

Las partículas menores de 40 micras (una micra o micrón es la milésima parte de un milímetro y al decir partículas de 40 micras suponemos partículas esféricas de 40 micras de diámetro) no contribuyen significativamente a la radiación, pues tienen, por su pequeño tamaño, poca actividad de la cual gran parte la pierden en su recorrido aéreo de larga duración.

No obstante, el peligro de inhalación de partículas menores de 40 micras existe, aunque se estima, según los estudios realizados por especialistas en el tema, que el riesgo se limita a partículas menores de 30 micras, ya que el conducto nasal actúa como un filtro efectivo para las partículas mayores.

Partículas mayores de 30 micras raramente penetran a través del conducto respiratorio y se consideran 10 micras como el máximo tamaño que puede presentar importancia en una inhalación normal.

De acuerdo con la discusión anterior, es claro que puesto que la contribución de las pequeñas partículas a la dosis de radiación recibida es pequeña, no es

necesario filtrar el aire para eliminarlas. El principal riesgo a considerar, entonces, es la radiación asociada a partículas mayores de 40 micras.

El efecto de éstas sería preocupante si su penetración en el refugio a través del conducto de ventilación causara una reducción significativa de la protección deseada. Por consiguiente, es necesario considerar la influencia de las partículas de polvo radiactivo en la reducción del factor de protección del refugio.

Estudios realizados sugieren que la filtración para partículas de polvo radiactivo es generalmente innecesaria salvo que la velocidad de entrada sea alta y que la toma esté desprovista de tapa. La toma debe estar protegida de manera que se obligue al aire a moverse verticalmente hacia arriba, evitando, por otra parte, la sedimentación de polvo en el interior del conducto.

Por otra parte, si quisiéramos todavía aumentar la seguridad podría instalarse un sistema de control de apertura y cierre del conducto de ventilación para cerrar éste en los instantes iniciales que son los más peligrosos.

Cuando se juzgue necesaria la filtración, el filtro ha de ser capaz de retener al menos, el 90 % de las partículas mayores de 50 micras. La localización del filtro debe ser tal que permita su desplazamiento desde el interior, y debe estar aislado para evitar que la radiación del polvo acumulado en él dañe a los ocupantes. La mejor posición es en el túnel de acceso, cerca de la entrada pero fuera del recinto principal.

De esta manera la única preocupación necesaria para impedir la penetración de polvo radiactivo a través del sistema de ventilación es encontrar una posición correcta para la toma de aire.

La toma de aire situada por encima del terreno es el punto más vulnerable del refugio. Puede ser fácilmente deteriorado por escombros. Por consiguiente, es necesario protegerlo con elementos sólidos y a ser posible inaccesibles, y su emplazamiento debe impedir la posibilidad de que sea taponado por escombros de las zonas circundantes. Sería prudente proveer al refugio de más de una toma de aire.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Los efectos de una catástrofe, en particular una explosión nuclear, pueden producir la inutilización de los habituales sistemas de abastecimiento, dejándolos inservibles, ya sea por rotura de los mismos (como consecuencia de los desplazamientos horizontales y verticales del suelo) o por contaminación del agua.

Por tanto otro punto a considerar en el diseño, es el bombeo de agua con el mínimo de utilización de energía.

La función del refugio y su emplazamiento determinan las necesidades de agua en una buena medida. Para un refugio grande, con necesidad de aireación, lo más adecuado es suministrar agua protegida en un depósito interno o externo, aunque en su lugar pueden usarse eventuales reservas subterrá-

neas. Los refugios pequeños pueden servirse de, relativamente, reducidos tanques de almacenamiento. Los depósitos, bombas y tubos o tuberías deben ser resistentes al choque, y deben diseñarse para permitir supuestos movimientos diferenciales. Las conexiones deben ser flexibles para permitir una amplia libertad de movimientos horizontales y verticales.

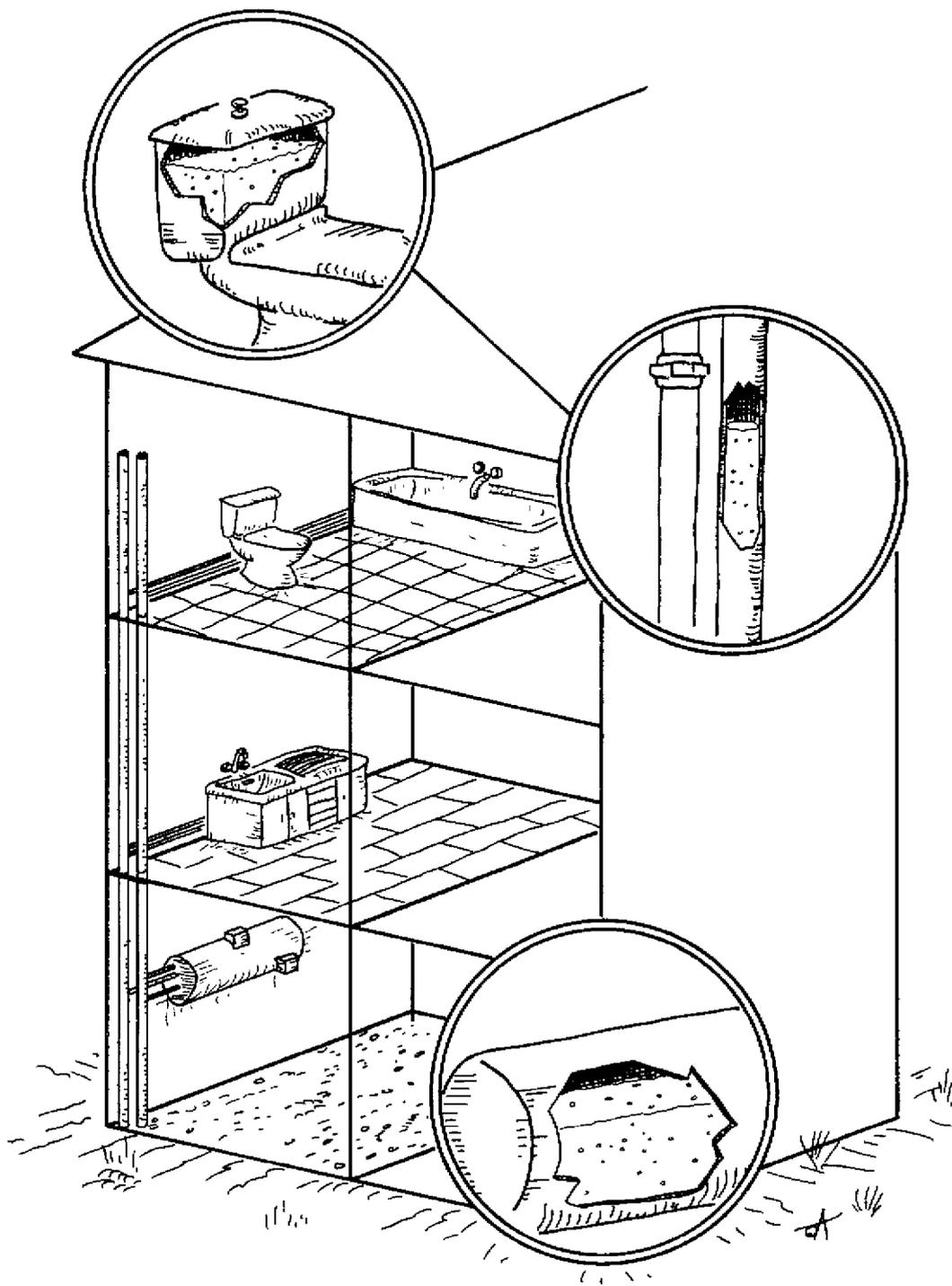


FIG. 5. EN UNA CASA HAY SIEMPRE MUCHA AGUA. EL PROBLEMA ESTA EN RECUPERARLA

La dotación mínima de agua generalmente aceptada para la supervivencia es de 2,5 litros por persona y día, aunque de experimentos realizados se ha visto como necesidad estricta 1,7 litros por persona y día. Es preciso considerar alguna asignación extra para higiene y excesos de bebida que puedan tener lugar a causa de ejercicios físicos, por ejemplo. Se fija así, como dotación mínima, 9 litros por persona y día. Cuando exista un retrete de flujo de salida la cantidad de agua necesaria será de 11,5 litros por persona y día

La capacidad de los tanques debe permitir almacenar la dotación mínima para todo el tiempo de permanencia. Si es necesario un mayor suministro de agua se puede conectar un tanque a la red general, en cuyo caso deberá establecerse un sistema de alarma que permita desconectar el tanque para evitar la contaminación por polvo radiactivo u otro peligro que pudiera inutilizar el suministro de agua.

Es conveniente prever medios para rellenar el tanque desde la superficie y usar filtros protegidos contra las explosiones.

Para los grupos de pequeños refugios y refugios familiares con retrete sin flujo de salida, la solución más económica y eficiente es almacenar la suficiente cantidad de agua potable dentro del mismo refugio. El agua almacenada debe ser reemplazada regularmente para mantener su pureza, o hacer la provisión en la fase de preemergencia.

INSTALACIONES SANITARIAS

En un refugio es necesario adoptar medidas en cuanto a la basura y los residuos humanos. Bajo condiciones de polvo radiactivo las salidas al exterior han de ser muy breves por lo que puede admitirse trasladar las basuras fuera del refugio mediante salidas esporádicas. Es probable que el sistema de saneamiento público quede averiado, sin posibilidad de ser reparado

Existen tres tipos de eliminación de residuos humanos para usar en un refugio, a saber:

- 1.- Sistemas convencionales.
- 2.- Sistemas químicos.
- 3.- Sistemas tipo saco.

El sistema convencional de alcantarillado es el idóneo para la deposición de residuos humanos. No obstante, requiere un adecuado suministro de agua y un estado utilizable del área de emplazamiento.

La mayor parte de los refugios disponen de un sistema con flujo de salida pero necesitan de gran cantidad de agua en el caso eventual de larga permanencia.

Si se realizan conexiones con algún tipo de sistema de desagüe exterior y conexiones con el sistema de abastecimiento de agua al refugio, éstas serán flexibles para soportar movimientos diferenciales debidos a explosiones.

Las aguas residuales pueden evacuarse en tanques asépticos o letrinas externas que deben tener la misma resistencia a la sobrepresión que el refugio.

La solución más favorable de saneamiento es el empleo de sistemas químicos, que no requieren dispositivos externos, bombas ni tuberías. La mayoría de los sistemas químicos no descomponen ni destruyen residuos, sino que son simplemente un depósito. La capacidad de éste se determina para una producción de residuos de 2,75 litros por persona y día, con un incremento como margen de seguridad del 25 %. Su mayor problema es el olor. Esto puede solucionarse emplazándolos en lugares alejados del recinto principal o aislando el servicio y ventilándolo con aire procedente del núcleo principal. Para evitar problemas de olores y los correspondientes efectos de estrés en los ocupantes, se usan distintos aditivos, siendo el más común el nitrito sódico.

Para una producción de residuos según el estándar mínimo pueden usarse sacos de saneamiento. La oficina de Defensa Civil Americana ha desarrollado un "kit" de este tipo que consiste en un contenedor de plástico, con una capacidad de 80 litros por cada cinco personas para un período de dos semanas. Estos contenedores son usados con sacos de plástico impermeable. Después del llenado de cada recipiente es sellado con una tapa para evitar los olores.

SUMINISTRO DE ENERGIA

Para los distintos servicios del refugio tales como iluminación, ventilación, cocina, calefacción, bombeo de agua, servicio sanitario y algún otro, es necesaria la energía eléctrica.

La cantidad de energía necesaria es función de las instalaciones que se efectúen y éstas dependen del grado de hostilidad (*) del refugio y de su tamaño, fundamentalmente, y también del tipo de refugio. Por ejemplo, un refugio subterráneo necesitará una instalación de ventilación y de iluminación muy compleja, mientras que en un refugio para inundación, prácticamente, hasta se podría prescindir de esos servicios.

La iluminación, la luz, es un elemento muy importante por su efecto psicológico. En una situación de catástrofe las personas refugiadas, disponiendo de poco espacio e intuyendo o conociendo la situación en el exterior del refugio, si se encuentran a oscuras, será un punto de influencia muy negativo en su estado de ánimo.

La ventilación con un sistema de filtros o con deflectores para el depósito de partículas puede significar una alta demanda de energía eléctrica, y otro tanto podríamos decir de la calefacción, cocina y otros servicios.

La fuente de energía eléctrica puede ser la red nacional, es decir, como la de cualquier edificio. Esta es la solución más simple y más económica, pero tiene el inconveniente de la dependencia exterior, en circunstancias donde son de esperar averías y, por lo tanto, interrupciones parciales o totales de suministro.

(*) Se denomina grado de hostilidad a las incomodidades ambientales que posee

Lo mejor es disponer de una fuente autónoma de energía eléctrica y dentro de éstas la mejor es un grupo electrógeno accionado por motor diesel. El conjunto estará compuesto por un motor diesel acoplado a un generador eléctrico y un cuadro de distribución con los correspondientes interruptores y sistemas de seguridad. El motor y el generador deben estar en un cuarto independientemente, incluso separado del refugio, para evitar problemas de ruidos, calor, ventilación y evacuación de gases de escape. Este compartimento tendrá la suficiente protección contra los agresivos esperados (onda explosiva, polvos radiactivos, inundación, etc.). También estarán protegidos contra explosiones, vibraciones, desplazamientos, etc., los necesarios depósitos de combustible y el sistema de agua de refrigeración del motor. El cuadro eléctrico de distribución sí puede estar en el compartimento del refugio para facilitar las maniobras y desde él se acciona, a distancia, el conjunto motor-generador.

Otro sistema de fuente autónoma es un conjunto de baterías que pueden funcionar asociadas a un generador eléctrico de corriente continua accionado por motor diesel o de gasolina.

El generador eléctrico mantiene las baterías en plena carga. Más simple sería la utilización única de las baterías, en este caso para mantenerlas con carga para ser utilizadas sería necesario instalar un rectificador –cargador conectado a la red–. Esta es una ventajosa solución, pues no es de las más costosas, requiere un mantenimiento casi nulo y, aunque en el momento de la emergencia falle el suministro de la red nacional, es de suponer, si el sistema está bien diseñado, que las baterías están totalmente cargadas.

También pueden hacerse diseños con energía solar, aunque habría que esperar la inicial fragilidad ante explosiones, golpes, etc., de los paneles a la intemperie.

En todos los casos habrá que hacer un diseño teniendo en cuenta la potencia instalada (confort, tamaño y tipo de refugio) y el coste. El mantenimiento es otro aspecto a considerar, téngase en cuenta que, como todos los servicios de emergencia, tiene que funcionar muy pocas veces, casi nunca... sólo cuando es... vital.

CONVIVENCIA

Las personas que se encuentran en un refugio público o privado deben permanecer en él hasta que sean advertidas por las autoridades de que pueden abandonarlo por no haber peligro en el exterior. Esto puede ocurrir tras unos pocos días o tras una o dos semanas de refugio.

Durante el período de refugio, los refugiados podrían necesitar ciertos suministros y equipos para sobrevivir y para tratar eficazmente las situaciones de emergencia que puedan darse en sus refugios.

En este apartado se relata qué suministros y equipos se deben llevar consigo si se ocupa un refugio nuclear público y qué productos deben tenerse a mano si se planifica utilizar un refugio nuclear doméstico.