

Refugio antimisil básico: protección contra ondas expansivas

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Refugio y Construcción

Etiquetas: Sin etiquetas

Refugio antimisil básico: protección contra ondas expansivas

Un refugio antimisil básico no pretende sobrevivir a un impacto directo, sino proteger a los ocupantes de la onda expansiva, los fragmentos proyectados y la radiación térmica inicial de una explosión convencional o nuclear a distancia media. La onda expansiva de una explosión nuclear de 1 megaton puede destruir edificios de ladrillo a 5 km del epicentro, pero un refugio enterrado correctamente diseñado puede soportar sobrepresiones de hasta 2 atm (30 PSI), suficiente para sobrevivir a esa misma detonación a 2-3 km. La construcción de un refugio de este tipo es un proyecto de ingeniería serio que requiere planificación, materiales adecuados y conocimiento de las fuerzas implicadas.

Principios de protección contra ondas expansivas

Una onda expansiva es un frente de alta presión que se desplaza a velocidad supersónica desde el punto de la explosión. A su paso, comprime el aire creando una sobrepresión (presión positiva) seguida de una fase de succión (presión negativa). Los daños se producen principalmente por la sobrepresión inicial y por el viento dinámico que la acompaña, que puede alcanzar velocidades de 300-500 km/h en las proximidades.

Sobrepresión

Viento asociado

Efectos típicos

0,07 atm (1 PSI)

60 km/h

Rotura de cristales, daños menores

0,14 atm (2 PSI)

110 km/h

Daños moderados en viviendas, tejados arrancados

0,35 atm (5 PSI)

250 km/h

Destrucción de viviendas convencionales, heridas graves

0,7 atm (10 PSI)

400 km/h

Destrucción de edificios de hormigón armado, letalidad alta

1,4 atm (20 PSI)

600 km/h

Destrucción total en superficie, solo sobreviven refugios enterrados reforzados

2,1 atm (30 PSI)

750 km/h

Límite de resistencia de refugios enterrados bien diseñados

El principio fundamental de protección es interponer masa entre la explosión y los ocupantes, y diseñar la estructura para que las fuerzas se distribuyan uniformemente sin puntos de fallo. La tierra es el material más accesible y eficaz: un metro de tierra compactada reduce la sobrepresión en un 90%. Además, la forma del refugio importa: las formas curvas (arco, cilindro) distribuyen la presión mejor que las formas rectangulares con esquinas que concentran tensiones.

Diseño estructural del refugio enterrado

El refugio se entierra a una profundidad mínima de 1,5 metros medidos desde la superficie del terreno hasta el techo de la estructura. Sobre el techo se coloca al menos 1 metro adicional de tierra compactada. La profundidad total protege contra la onda expansiva, la radiación térmica y, en caso nuclear, reduce la dosis de radiación gamma inicial.

La estructura portante puede ser de hormigón armado, acero corrugado, madera pesada reforzada o incluso contenedores de transporte marítimo modificados. Cada material tiene un compromiso entre coste, disponibilidad y resistencia.

Material estructural

Espesor mínimo (techo)

Resistencia (PSI)

Coste relativo

Disponibilidad

Hormigón armado 25 MPa

20-30 cm

20-30 PSI

Alto

Requiere encofrado y vibrado

Arco de acero corrugado

3-5 mm espesor

15-25 PSI

Medio-alto

Prefabricado, rápido de instalar

Troncos de 30 cm + tierra

30 cm madera + 1 m tierra

10-15 PSI

Bajo

Abundante en zonas forestales

Contenedor marítimo reforzado

Acero 3 mm + refuerzos

10-15 PSI

Medio

Disponible en zonas portuarias e industriales

Bloques de hormigón rellenos

20 cm con armadura

8-12 PSI

Medio

Muy accesible

Contenedores marítimos sin reforzar: Un contenedor de transporte marítimo enterrado sin refuerzo interior COLAPSARÁ bajo el peso de la tierra. Los contenedores están diseñados para soportar carga vertical solo en las cuatro esquinas (apilamiento), no distribuida sobre el techo. Es imprescindible instalar puntales de acero o vigas de refuerzo cada 60 cm en el interior antes de enterrarlo.

Entrada, ventilación y protección contra sobrepresión

La entrada es el punto más vulnerable del refugio. Debe diseñarse como un túnel en forma de L o Z para que la onda expansiva no penetre en línea recta. Un túnel recto permite que la onda entre directamente y cause los mismos daños que en superficie. Cada cambio de dirección reduce la presión de la onda en un 50-70%.

La puerta exterior debe ser una puerta antiexplosión: una plancha de acero de al menos 6 mm de espesor montada sobre bisagras reforzadas y con un sistema de cierre por palanca o volante que distribuya la presión de sellado en al menos 4 puntos. Una puerta convencional de madera o metal fino será arrancada o deformada por la onda.

Válvula antiexplosión de ventilación: La toma de aire exterior lleva una válvula que se cierra automáticamente cuando detecta sobrepresión. El diseño más simple es una placa basculante calibrada con un contrapeso: en condiciones normales permanece abierta por gravedad; la sobrepresión la empuja cerrada instantáneamente.

Filtro de aire: Tras la válvula antiexplosión se coloca un filtro HEPA para partículas radiactivas (lluvia radiactiva) seguido de un filtro de carbón activado para gases tóxicos. Un ventilador manual de manivela (tipo Kearny) proporciona flujo de aire sin necesidad de electricidad.

Escape de emergencia: Siempre incluir una salida secundaria en caso de que la entrada principal quede bloqueada por escombros. Un tubo de acero o PVC de 60 cm de diámetro que ascienda en ángulo hasta la superficie, tapado con una trampilla liviana, es suficiente para evacuar arrastrándose.

Drenaje: Un refugio enterrado se inundará si no tiene drenaje. Excavar un pozo sumidero en el punto más bajo del suelo del refugio (60x60x60 cm) y, si el terreno lo permite, un tubo de drenaje con pendiente hacia el exterior. En terrenos con nivel freático alto, impermeabilizar toda la estructura con lámina de PVC o bentonita.

Dimensionamiento, provisiones y tiempo de permanencia

El espacio mínimo por persona en un refugio de emergencia es de 1 metro cuadrado de suelo y 1,8 metros de altura libre. Para estancias superiores a 48 horas, se recomienda un mínimo de 2 metros cuadrados por persona para permitir movimiento, almacenamiento de provisiones y un mínimo de confort psicológico. Un refugio familiar para 4 personas debería tener al menos 10-12 metros cuadrados útiles.

Provisión

Cantidad por persona/día

Para 4 personas / 14 días

Agua potable

3 litros

168 litros (almacenar 200 L)

Alimentos (calorías)

2.000-2.500 kcal

56-70 raciones de emergencia

Aire (ventilación)

0,5 m³/hora

Ventilador manual + filtros

Iluminación

12 horas/día

Linternas LED + baterías o dinamo

Saneamiento

1 bolsa residuos/persona/día

56 bolsas herméticas + cal viva

En escenario nuclear, el periodo crítico de la lluvia radiactiva más intensa son las primeras 48 horas. Tras 2 semanas, la radiación exterior desciende a un 1% de su valor inicial (regla del 7:10: por cada multiplicación por 7 del tiempo transcurrido, la radiación se divide por 10). Un refugio diseñado para 14 días de autonomía cubre el periodo más peligroso.

La regla del 7:10: Si 1 hora después de la detonación la radiación es de 1.000 R/h, a las 7 horas será de 100 R/h, a las 49 horas (2 días) será de 10 R/h, y a las 343 horas (2 semanas) será de 1 R/h. Esto significa que la mayor parte del peligro radiactivo pasa en las primeras 48-72 horas, periodo en el que es absolutamente

crítico permanecer dentro del refugio.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.