

Refugios semienterrados: ventajas térmicas y técnica constructiva

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Refugio y Construcción

Etiquetas: Sin etiquetas

Refugios semienterrados: ventajas térmicas y técnica constructiva

A partir de 1,5-2 metros de profundidad, la temperatura del suelo se mantiene prácticamente constante durante todo el año, oscilando apenas 2-3 °C respecto a la media anual de la zona. En Madrid, esto significa entre 14 y 16 °C a 2 metros de profundidad, tanto en pleno agosto como en enero. Un refugio semienterrado aprovecha esta inercia térmica natural del terreno para mantener una temperatura interior confortable sin ningún sistema de calefacción o refrigeración. La técnica se ha usado desde la prehistoria (los hogares del Paleolítico Superior aprovechaban pendientes naturales) hasta la arquitectura bioclimática moderna (casas enterradas, walipinis andinos y bodegas de vino).

Fundamentos de la inercia térmica del terreno

La temperatura del aire exterior fluctúa drásticamente: en un clima continental como el de la Meseta española, puede oscilar entre -5 °C en invierno y 40 °C en verano, una diferencia de 45 °C. Sin embargo, el suelo amortigua estas fluctuaciones exponencialmente con la profundidad.

Profundidad

Oscilación térmica anual

Temperatura en Madrid (invierno)

Temperatura en Madrid (verano)

Superficie

45 °C

-5 a 5 °C

35-40 °C

50 cm

15-20 °C

6-8 °C

22-26 °C

1 metro

8-12 °C

10-12 °C

20-22 °C

1,5 metros

4-6 °C
12-13 °C
17-19 °C

2 metros
2-3 °C
13-14 °C
16-17 °C

3 metros

14-15 °C
15-16 °C

Este efecto se debe a dos propiedades del suelo: su alta capacidad calorífica (puede almacenar grandes cantidades de calor) y su baja conductividad térmica (transmite el calor muy lentamente). El resultado es que las ondas de calor de la superficie tardan semanas en penetrar un metro de terreno, y meses en alcanzar los dos metros. A 2 metros de profundidad, la onda de calor del verano llega en pleno invierno, y viceversa: el suelo está siempre desfasado respecto a la superficie.

Un refugio semienterrado no necesita estar completamente bajo tierra. Enterrar las paredes hasta la mitad de su altura (1-1,5 metros) ya proporciona un beneficio térmico enorme: la masa de tierra en contacto con las paredes actúa como un radiador en invierno (cede calor al interior) y como un sumidero de calor en verano (absorbe el exceso de calor interior).

Elección del terreno y estudio previo

No todo terreno es apto para un refugio semienterrado. Una mala elección del emplazamiento puede convertir la ventaja térmica en un problema de humedad, inundación o inestabilidad estructural.

Nivel freático: Es el factor más crítico. El nivel freático (la profundidad a la que aparece agua en el subsuelo) debe estar al menos 1 metro por debajo del punto más bajo del refugio. Cavar un pozo de prueba de 2,5-3 metros y observar durante 48 horas si aparece agua. Repetir después de una lluvia intensa. Si el nivel freático es alto, se puede reducir la profundidad de enterramiento o instalar un drenaje perimetral, pero si está a menos de 1,5 metros de la superficie, es mejor descartar la ubicación.

Tipo de suelo: Los suelos arcillosos retienen agua y se hinchan con la humedad, generando presiones laterales enormes sobre las paredes enterradas. Los suelos arenosos drenan bien pero se desmoronan fácilmente durante la excavación. Los suelos ideales son los limo-arenosos compactos o los terrenos de roca blanda (caliza, arenisca): drenan razonablemente y se mantienen estables.

Pendiente del terreno: Un terreno con pendiente suave (8-15%) es ideal: se puede excavar en la ladera, aprovechando la pendiente natural para enterrar tres lados del refugio y dejar la fachada principal abierta. Esto reduce enormemente el volumen de excavación (se retira tierra solo de un lado) y resuelve el drenaje de forma natural (el agua fluye ladera abajo lejos del refugio).

Orientación: En el hemisferio norte, la fachada abierta (no enterrada) debe orientarse al sur o sureste para maximizar la ganancia solar en invierno. La ladera norte es la peor ubicación: nunca recibe sol directo en invierno. En el hemisferio sur, la orientación es la contraria (fachada al norte).

Vegetación y escorrentía: Evitar zonas donde converjan líneas de escorrentía natural (vaguadas, barrancos). La presencia de juncos, sauces o alisos indica nivel freático alto. Árboles de raíz profunda (encinas, robles) cercanos pueden invadir las paredes con sus raíces en pocos años. Mantener al menos 5 metros de distancia a árboles grandes.

Técnica constructiva: excavación, paredes e impermeabilización

La construcción de un refugio semienterrado sigue un orden lógico: excavar, impermeabilizar, construir paredes, drenar. Invertir el orden (construir primero, impermeabilizar después) es un error que se paga con filtraciones crónicas.

Excavación: Excavar la caja del refugio con un sobreancho de 50-80 cm respecto a las dimensiones finales de las paredes. Este espacio extra permite trabajar por el exterior de las paredes para impermeabilizarlas, y se rellenará después con grava de drenaje. Los taludes temporales de la excavación deben tener una inclinación máxima de 1:1 (45°) en suelo arcilloso y 1:1,5 (34°) en suelo arenoso para evitar derrumbes. Si la excavación supera los 1,5 metros de profundidad, entibar los laterales con tablas y puntales.

Solera (suelo): Sobre el fondo de la excavación, colocar 15-20 cm de grava compactada como base drenante. Sobre la grava, una lámina de polietileno de 200-300 micras (barrera de vapor) con los solapes sellados con cinta butílica. Sobre el polietileno, la solera de hormigón de 10-15 cm con mallazo electrosoldado. Si no se dispone de hormigón, apisonar una capa de arcilla compactada de 20-30 cm (técnica tradicional menos eficaz pero funcional).

Paredes enterradas: Las paredes que estarán en contacto con el terreno deben resistir la presión lateral del suelo y ser impermeables. Opciones viables: bloques de hormigón de 20 cm rellenos de hormigón y armados con varilla cada 60 cm vertical y horizontal; muros de hormigón armado de 15-20 cm; muros de piedra con mortero de cemento de 40-50 cm. La cara exterior (contra el terreno) se impermeabiliza con pintura asfáltica o lámina de HDPE adherida.

Drenaje perimetral: Es absolutamente imprescindible. Colocar un tubo de drenaje perforado de 100-125 mm al pie de la pared exterior, sobre una cama de grava de 10 cm, envuelto en geotextil para evitar que la tierra obstruya las perforaciones. El tubo debe tener pendiente del 1-2% hacia un punto de evacuación alejado del refugio (al menos 5 metros). Rellenar la zanja entre la pared y el terreno natural con grava limpia (sin finos) hasta 30 cm por debajo de la superficie. Esta columna de grava actúa como filtro vertical que impide que el agua se acumule contra la pared.

Impermeabilización exterior de paredes: Aplicar dos capas de emulsión asfáltica sobre la cara exterior de las paredes enterradas. Dejar secar entre capas (24 horas). Sobre la emulsión, adherir una lámina drenante nodular (lámina con botones) con los nódulos contra la pared. Esta lámina crea una cámara de aire que conduce el agua que pudiera filtrarse hacia el drenaje perimetral inferior. Es un sistema redundante:

aunque falle la emulsión, la lámina protege.

Ventilación obligatoria: Un refugio semienterrado sin ventilación adecuada acumula humedad del suelo, CO₂ de la respiración y posiblemente radón (gas radiactivo natural del terreno). Diseñar ventilación cruzada con al menos dos aberturas: una baja (entrada de aire fresco) y una alta (salida de aire caliente y húmedo). Si la fachada abierta es la única cara no enterrada, instalar un tubo de ventilación vertical que salga por la cubierta en el lado opuesto. Un tubo de PVC de 110-150 mm con sombrero antilluvia es suficiente para estancias de hasta 25 m².

Cubierta: opciones con y sin tierra vegetal

La cubierta de un refugio semienterrado puede ser convencional (como cualquier tejado) o ajardinada (cubierta con tierra y vegetación). La cubierta verde maximiza la inercia térmica pero requiere una estructura más robusta.

Tipo de cubierta

Peso aproximado

Inercia térmica

Estructura necesaria

Mantenimiento

Chapa sobre vigas de madera

30-50 kg/m²

Baja

Vigas de 15×20 cm cada 60-80 cm

Bajo

Cubierta verde extensiva (5-10 cm tierra)

80-120 kg/m²

Media

Vigas de 20×25 cm cada 50-60 cm

Bajo-medio

Cubierta verde intensiva (20-40 cm tierra)

250-500 kg/m²

Muy alta

Losa de hormigón armado o vigas metálicas

Medio

Cubierta de tierra tradicional (30 cm)

400-600 kg/m²

Muy alta

Troncos de 20-25 cm cada 40-50 cm + entablado

Medio-alto

Cubierta verde extensiva: Es el mejor compromiso entre inercia térmica y peso. Sobre la estructura portante (vigas + entablado o losa), colocar: impermeabilizante de doble capa (lámina EPDM o asfáltica), lámina antirraíz, lámina drenante nodular, geotextil de filtración, sustrato ligero de 8-12 cm (mezcla de perlita, compost y arena volcánica) y plantas de bajo mantenimiento (sedum, tomillo rastrero, festuca). Peso total: unos 100 kg/m² saturada de agua.

Cubierta de tierra tradicional: Se colocan troncos rectos de 20-25 cm de diámetro apoyados en las paredes longitudinales. Sobre los troncos, un entablado de tablas cepilladas o cañas de bambú juntas. Sobre el entablado, corteza de árbol o lámina plástica como impermeabilizante. Sobre el impermeabilizante, 20-30 cm de tierra apisonada ligeramente. Plantar hierba superficial que retenga la tierra con sus raíces. La pendiente mínima de la cubierta debe ser del 5% para evacuar el agua que no absorba la vegetación.

Protección contra sobrecarga: En zonas de nieve, la cubierta debe resistir la carga de nieve además de su peso propio. En España, la norma CTE-DB-SE-AE establece las cargas de nieve por zonas. En la sierra de Madrid puede alcanzar 100 kg/m². Sumar esta carga al peso de la cubierta vegetal para dimensionar la estructura.

Gestión de la humedad interior y habitabilidad

El mayor desafío de un refugio semienterrado no es la temperatura (que queda resuelta por la inercia térmica del terreno), sino la humedad. El suelo siempre contiene humedad, y esta tiende a migrar hacia los espacios más secos: el interior del refugio. Controlar la humedad es la diferencia entre un refugio confortable y una cueva húmeda insalubre.

Barrera de vapor en paredes interiores: Aplicar un revestimiento interior que impida que la humedad del muro pase al aire de la estancia. Opciones: enfoscado de mortero hidrófugo (mortero de cemento con aditivo impermeabilizante), pintura impermeabilizante transpirable (permite que la pared seque hacia el exterior pero no hacia el interior), o trasdosado con cámara de aire ventilada (tabique de ladrillo o panel a 3-5 cm de la pared enterrada, con ventilación inferior y superior de la cámara).

Ventilación permanente: Mantener ventilación cruzada incluso en invierno. Si hace demasiado frío para abrir ventanas, instalar un sistema de ventilación con tubos enterrados (pozo canadiense): un tubo de PVC de 150-200 mm enterrado a 1,5-2 metros de profundidad y 15-25 metros de longitud, con entrada exterior y salida interior. El aire exterior se temple al pasar por el tubo (se calienta en invierno, se enfría en verano) y entra al refugio ya a temperatura agradable, renovando el aire sin pérdida térmica.

Suelo elevado sobre la solera: No colocar el pavimento directamente sobre la solera de hormigón. Crear un espacio de 10-15 cm entre la solera y el suelo pisable, usando rastreles de madera tratada sobre tacos de plástico. Este espacio de aire permite que la humedad residual de la solera se ventile y no suba al pavimento. Si se dispone de lámina drenante, colocarla sobre la solera con los nódulos hacia abajo.

Deshumidificador natural: En los primeros meses tras la construcción, la humedad será alta porque los materiales (hormigón, mortero) liberan agua durante el curado. Colocar recipientes con cal viva o cloruro de calcio en las esquinas absorbe activamente la humedad del aire. Renovar cuando la cal se haya convertido en pasta. Después de 3-6 meses, la humedad se estabiliza.

Iluminación natural: Las paredes enterradas no admiten ventanas convencionales. Soluciones: pozos de luz (conductos verticales desde la superficie hasta el interior, forrados de material reflectante), claraboyas en la cubierta si no está enterrada, o la fachada abierta como única fuente de luz natural. Diseñar la fachada abierta con ventanas amplias y elementos reflectantes exteriores (superficies claras o espejos) que dirijan la luz al interior.

Un refugio semienterrado bien ejecutado mantiene 15-18 °C durante todo el año con un consumo energético prácticamente nulo. En las casas cueva tradicionales de Guadix (Granada), habitadas de forma continua desde el siglo XVI, la temperatura interior se mantiene entre 17 y 20 °C sin calefacción ni aire acondicionado, con una humedad relativa controlada del 55-65%.

 **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.