Fichas de terreno

Escuela Técnica Hogar · 19 fichas para imprimir y llevar

Cada ficha es un procedimiento de terreno: qué medir, en qué orden, qué significa cada lectura y cuándo hay que parar. Están pensadas para imprimirlas, doblarlas y tenerlas en la caja de herramientas.

Las fichas

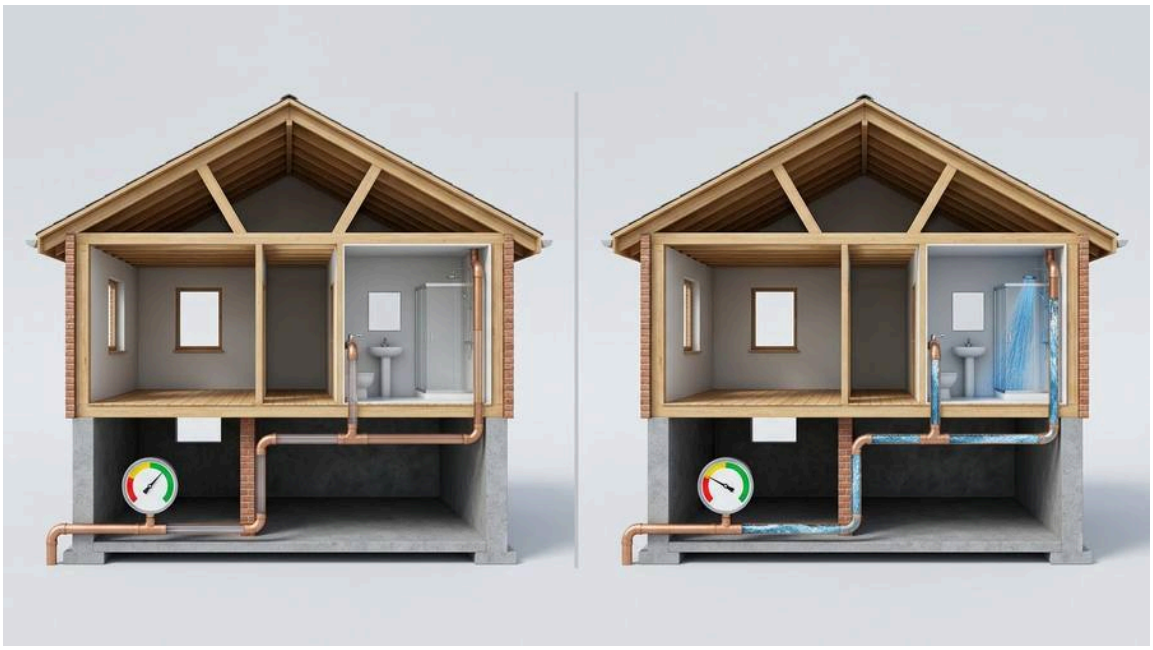
01	Diagnóstico de fugas ocultas de agua potable
02	Materiales, termofusión y soldadura
03	Cálculo de diámetros de agua potable (RIDAA)
04	Prueba de presión hidrostática y valvulería
05	Pendientes, UEH y recepción del alcantarillado
06	Cámaras de inspección, desgrasadoras y PVC
07	Ventilaciones, sifones y sellos
08	Destapes: CCTV, localizador e hidrojet
09	Física del gas, combustión y riesgos
10	Tuberías de gas: cobre, fusiogas y soldaduras
11	Cálculo rápido de baterías y caídas de presión
12	Ambientes, ventilaciones y conductos (DS 66)
13	Hermeticidad y sellos SEC (TC6)
14	Calefont de tiro natural (piezoeléctrico)
15	Calefont ionizado (a pilas)
16	Calefont de tiro forzado y digital
17	Cocinas y conversión de gases (GLP y GN)
18	Diagnóstico de calefont con multímetro
19	Termosolares y calefonts híbridos

Ficha N° 01 · Diagnóstico de fugas ocultas de agua potable

Uso: guía rápida de terreno para smartphone o libreta técnica.

Tiempo estimado de diagnóstico: 30 a 60 minutos para una vivienda (varía con el caso).

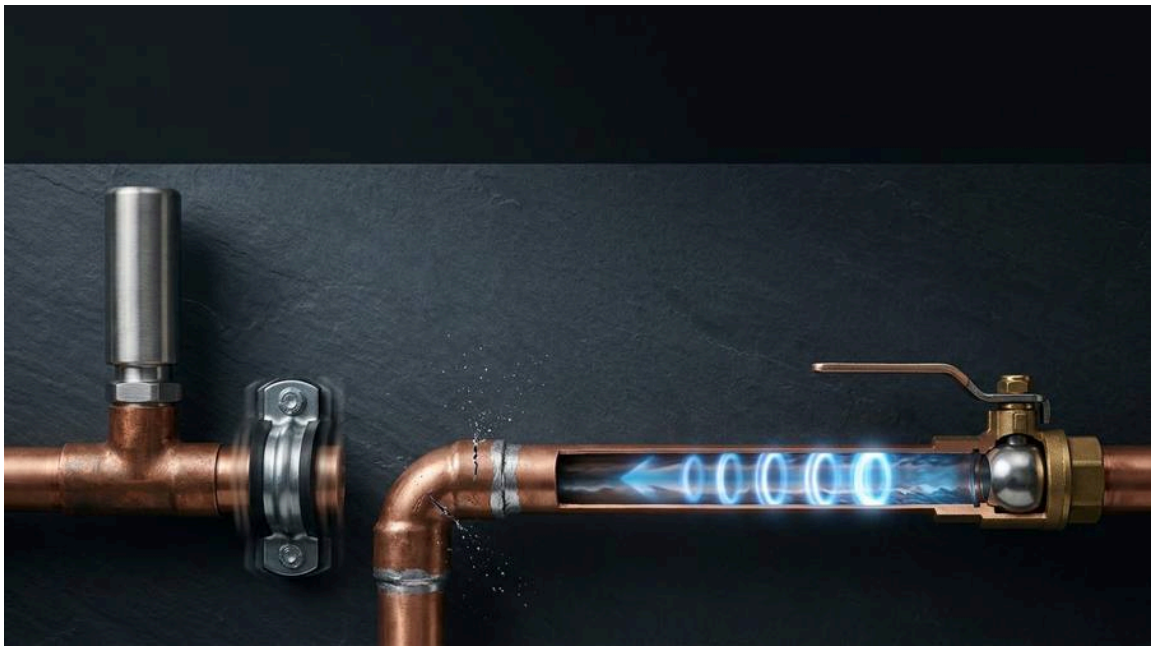
Instrumental: manómetro de glicerina con racor para llave de jardín; geófono digital, detector de gas trazador o cámara termográfica, según el caso.



Comparativa hidráulica de presión estática vs presión dinámica en red domiciliaria

1. Protocolo de descarte rápido (sin instrumentos)

1. **Prueba en el medidor (MAP):** 5 min
    - Cierra todos los consumos (llaves, riego automático, estanques que se llenan, artefactos con llave electrónica).
    - Observa el indicador de bajo caudal del medidor (estrella o disco) por 3 a 5 minutos. En medidores de lectura directa, anota la lectura, espera 30 minutos o más y vuelve a leer.
    - *Si gira o la lectura sube:* hay fuga activa. Caudal de fuga = litros / minutos. Ejemplo: 32 L en 40 min = 0,8 L/min ≈ 1.150 L/día.
    - *Si no gira:* fuga intermitente o inexistente (estanque con rebalse esporádico, condensación, etc.).
2. **Sectorización:** 5 a 10 min
    - Cierra la llave de paso del estanque del inodoro, del termo o calefón y de cada rama, **de una en una**.
    - *Si el medidor se detiene al cerrar una rama:* la fuga está en esa rama.
    - *Si sigue girando con todo cerrado:* la fuga está en la red fría embutida o enterrada antes de esas llaves.



Dinámica del golpe de ariete y onda de choque en tubería de cobre

2. Prueba de caída de presión

1. Conecta el manómetro de glicerina (escala de 0 a 10 bar o mayor) a la llave de jardín o logia más cercana al medidor. 2 min
2. Abre la llave para purgar el aire, ciérrala y registra la **presión estática**. 3 min
    - Compárala con lo que soportan los artefactos (ficha del fabricante) y con el máximo admisible de la NCh 2485 (consulta el valor vigente en la norma).
    - Si es alta (sobre todo de madrugada), anótalo y recomienda una válvula reductora de presión.
3. Cierra la llave de paso general del medidor. 1 min
4. Cronometra la aguja por 15 minutos: 15 min
    - **Caída rápida (menos de 1 min):** fuga mayor (tubería rota o fitting suelto).
    - **Caída lenta y progresiva:** microfisura, poro de soldadura o llave con goteo interno.
    - **Aguja estable:** red fría estanca.



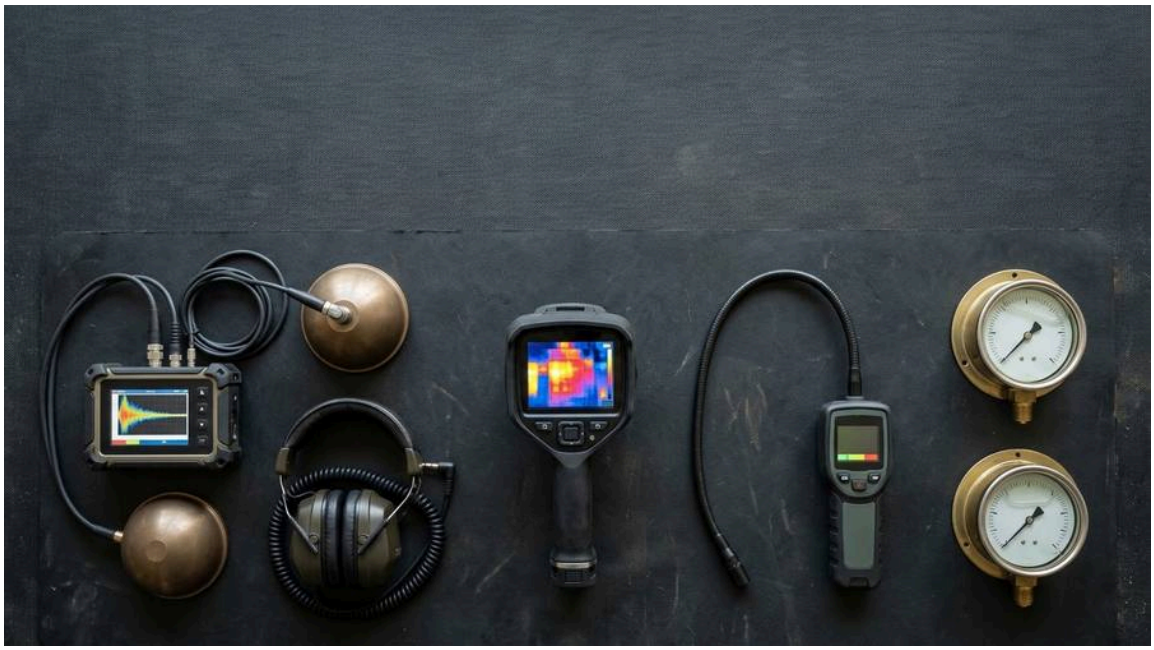
Corte 3D de radier mostrando microfisura con eyección a presión y onda sónica

3. Árbol de decisión: elección del método

```
¿TIPO DE TUBERÍA Y PROFUNDIDAD?
COBRE / METÁLICA PPR / PEX / PLÁSTICA
(poco profunda) o fuga muy pequeña / profunda
USAR GEÓFONO USAR GAS TRAZADOR
(escucha electroacústica) (mezcla 95% N2 / 5% H2)
- Escuchar primero en llaves y válvulas. - Aislar y VACIAR el tramo.
- Campana sobre el radier, en silencio. - Presión según el fabricante del equipo,
- Filtros según el manual del equipo. sin exceder la de trabajo de la tubería.
- Marcar el punto en cruz (+). - Barrer juntas y zócalos con el detector.
```

Protocolo en terreno

1. **Geófono:** 20 a 30 min
    - Escucha en llaves y válvulas accesibles para acotar el tramo y luego apoya la campana sobre el radier a lo largo del trazado.
    - Trabaja en el momento más silencioso y con los filtros que recomienda el manual del equipo.
    - Busca el punto de mayor intensidad y marca en cruz triangulando.
2. **Gas trazador (95% N_2 / 5% H_2):** 30 a 45 min
    - Aísla el tramo y **vacía el agua**: la columna de agua bloquea la salida del gas.
    - Aplica el gas con regulador adecuado a la presión indicada por el fabricante del equipo, sin exceder la presión de trabajo de la tubería.
    - Barre zócalos, fragües y juntas con la sonda del detector, despacio. Marca el punto de mayor lectura y confirma repitiendo el barrido.
    - Trabaja con ventilación y sin fuentes de ignición; sigue la hoja de seguridad del gas.
3. **Correlador** (si hay dos accesos): $x = (L - c \cdot \Delta t)/2$; ingresa bien el material y el diámetro de la tubería.



Banco de instrumental diagnóstico: Geófono, gas trazador, termográfica y manómetros

4. Si la fuga es en agua caliente

1. Haz circular agua caliente por la red unos 15 minutos para generar contraste térmico. 15 min
2. Barre con la **cámara termográfica** el piso o el muro, perpendicular a la superficie. 10 min
3. Interpreta: una línea tibia continua suele ser el trazado de la tubería; una zona más caliente y concentrada sugiere el punto de la fuga; la humedad que se evapora puede generar halos más fríos. 5 min
4. Confirma con otro método (gas trazador en el tramo, o apertura mínima). 2 min



Técnico inspeccionando radier con sensor de campana y auriculares de aislamiento acústico

5. Errores típicos en terreno

1. **Picar el piso sin hacer antes la prueba de presión:** una mancha superficial no indica el punto de la fuga; el agua puede aflorar a varios metros de la rotura real.

2. **Geófono sin filtros ni silencio:** el ruido ambiental da falsos positivos.
3. **Gas trazador sin vaciar el tramo:** el agua impide que el gas llegue a la fisura.
4. **Escuchar fugas en PPR o PEX con el mismo criterio que en cobre:** el plástico absorbe más el sonido; usa gas trazador o termografía.
5. **Regalar el diagnóstico:** la localización es la parte especializada; cóbrala por separado de la reparación.
6. **No dejar por escrito el alcance:** ningún método garantiza el 100% de éxito.



Inyección de gas trazador con manorreductor y barrido de juntas con sensor electroquímico

6. Script en 3 frases (al llegar a la casa)

- **Problema:** «Una fuga pequeña puede perder miles de litros al mes sin que usted la vea ni la escuche.»
- **Método:** «Primero medimos con el medidor y con presión; después uso equipos para ubicarla y solo abro donde esté la rotura.»
- **Cierre:** «El diagnóstico tiene un valor de [monto]. Si después quiere que repare, se cotiza aparte según lo que encontremos.»

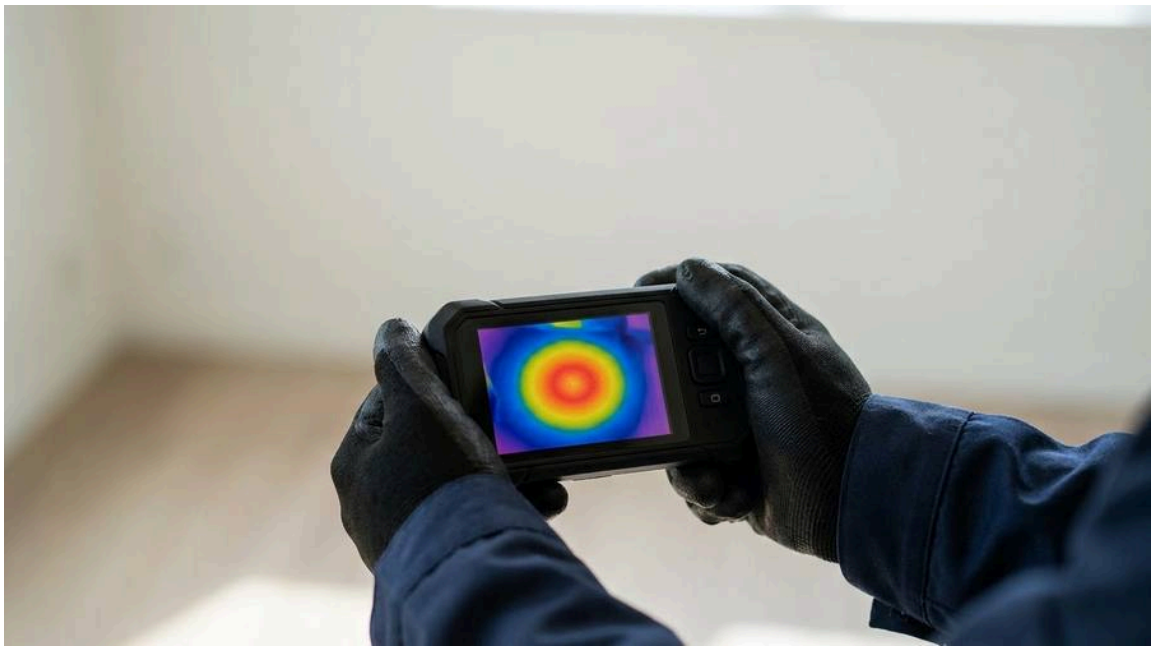


Imagen termográfica mostrando gradiente térmico concéntrico sobre radier

7. Reparación: checklist de entrega

- [ ] Apertura mínima, lo más pequeña que permita trabajar (por ejemplo, unos 20 × 20 cm), con herramienta que no ensucie ni dañe el entorno.
- [ ] Retiro cuidadoso de áridos sin golpear la cañería.
- [ ] Identificación visual del punto de la fuga y de su causa.
- [ ] Reparación con el procedimiento del material (capítulo 2): soldadura capilar sin plomo, manguito de termofusión o fitting del sistema; nunca parches de goma ni abrazaderas caseras en tuberías embutidas.
- [ ] Protección de la cañería reparada (vaina corrugada) si es de agua caliente, para permitir su dilatación.
- [ ] Prueba de presión del tramo reparado antes de tapar, idealmente a la presión del Art. 103 (mínimo 10 kg/cm² en el punto más alto, 10 minutos sin variación) cuando el tramo se pueda aislar.
- [ ] Registro fotográfico y breve informe para el cliente.

Más imágenes de este tema



Sonda detectora de hidrógeno barriendo la línea de fragüe de un piso de porcelanato



Nicho guarda-medidor con medidor, llave de bola, filtro y manómetro de glicerina



Corte de piso de porcelanato de unos 20 x 20 cm que deja expuesta la cañería de cobre

Ficha N° 02 · Materiales, termofusión y soldadura

OBJETIVO: consulta rápida en faena para uniones de cobre, PPR y PEX en redes de agua potable.

TIEMPO ESTIMADO: 45 a 90 min por punto de intervención (varía con el acceso).



Corte longitudinal de una unión de cobre soldada: la soldadura de plata fluye por capilaridad en el espacio anular entre tubo y fitting

Tabla de termofusión en PPR (catálogo de un fabricante)

Diámetro (mm)	Profundidad de inserción (mm)	Calentamiento (s)	Acople máx. (s)	Enfriamiento (min)
20	12	5	4	2
25	14	7	4	2

32	16	8	6	4
40	18	12	6	4
50	20	18	6	4
63	26	24	8	6
75	28	30	8	6
90	31	40	8	6

- Usa siempre la tabla del fabricante del tubo y los accesorios que instalas. La temperatura habitual de la termofusora es de 260 C ± 10 C (práctica de fabricantes; confírmala en el catálogo). No fusiones tubos o fittings mojados o sucios (límpialos con alcohol), no mezcles tipos de polipropileno y evita fusionar bajo 0 C.*



Soldadura capilar en obra: llama azul calentando el fitting y la soldadura entrando por la boca de la unión

Soldadura capilar en cobre (blanda) en 8 pasos

1. **Corte a escuadra** con cortatubos y **rebabado** (escariador o limatón), especialmente por dentro.
2. **Limpieza:** lija el tubo (tela esmeril grano 120) y el interior del fitting hasta que el cobre brille. Sin grasa ni óxido.
3. **Prueba en seco:** el tubo debe entrar a fondo con ajuste parejo, sin holgura excesiva.
4. **Fundente:** capa **fina** sobre el tubo y el fitting. Sin excesos.
5. **Encaje a fondo** y no muevas la unión.
6. **Calor:** llama azul no oxidante, aplicada sobre todo al fitting y no a la soldadura.
7. **Aporte:** retirada la llama, cuando el fundente hierve, toca la soldadura (**sin plomo** en agua potable) y deja que corra por capilaridad alrededor de la boca.
8. **Limpieza:** retira los residuos de fundente con un paño húmedo y espera a que solidifique antes de mover. Luego, prueba de presión antes de tapar.

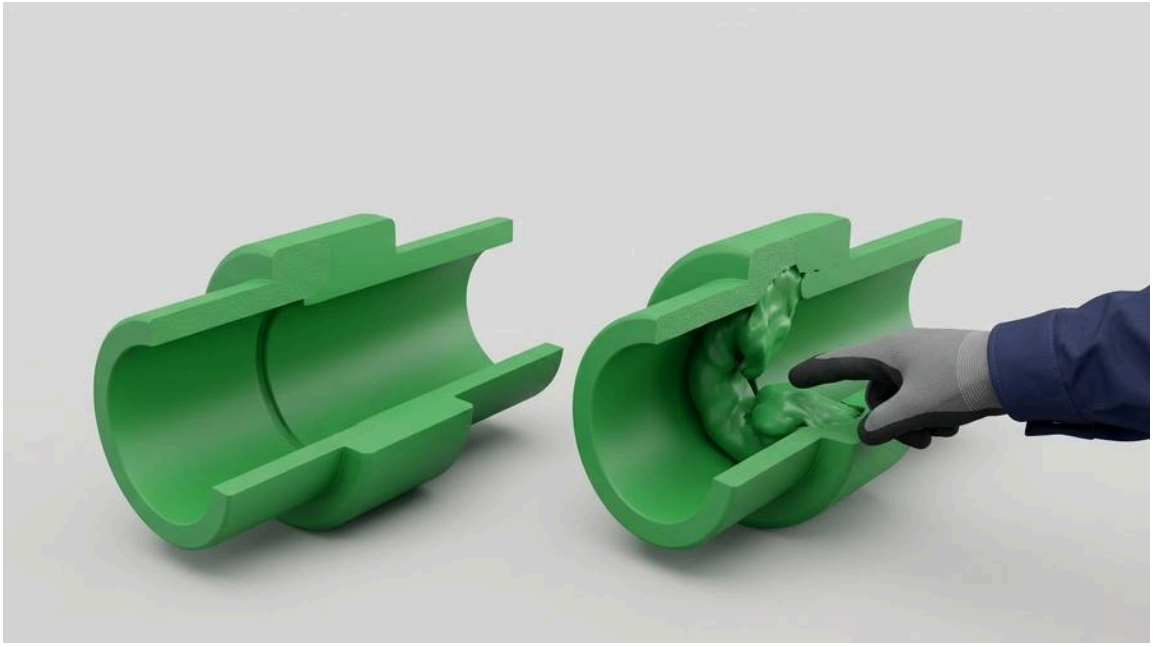


Termofusión de PPR: tubo y fitting verde calentados en la termofusora antes de la unión

Regla de dilatación térmica

Δ L = alpha · L · Δ T

- **PPR monocapa:** alpha = 0,15 mm/m·^circC. Ejemplo: con Δ T = 60 ^circC se alarga **9 mm por metro**; un tramo de 12 m se mueve 108 mm. (Con Δ T = 20 ^circC son 3 mm/m: la regla rápida cambia con la temperatura.)
- **Cobre:** alpha = 0,0168 mm/m·^circC (unas 9 veces menos que el PPR).
- **Brazo elástico en PPR (catálogo de fabricante):** Ls = 3 sqrtDe · Δ L, con Ls en cm y De y Δ L en mm. Ejemplo: tubo de 32 mm y Δ L = 108 mm → Ls ≈ 176 cm.
- Montantes verticales de PPR: un punto fijo cada unos 3 m o en cada derivación de entrepiso, y abrazaderas deslizantes entre ellos cada unos 1,5 m (catálogo de fabricante).
- No dejes el tubo apretado a tope en todo su largo.



Comparativa en corte de dos uniones PPR: a la izquierda fusión correcta con paso libre, a la derecha rebaba interna que estrangula el flujo

Presión admisible del PPR (catálogo, 50 años)

Temperatura	PN 12,5	PN 20	PN 25
20 C	11,6 bar	18,3 bar	23,1 bar
60 C	3,5 bar	5,5 bar	6,9 bar
70 C	2,4 bar	3,8 bar	4,8 bar

La PN 12,5 es de agua fría. En agua caliente usa PN 20 o PN 25 y revisa la presión nocturna de la red.



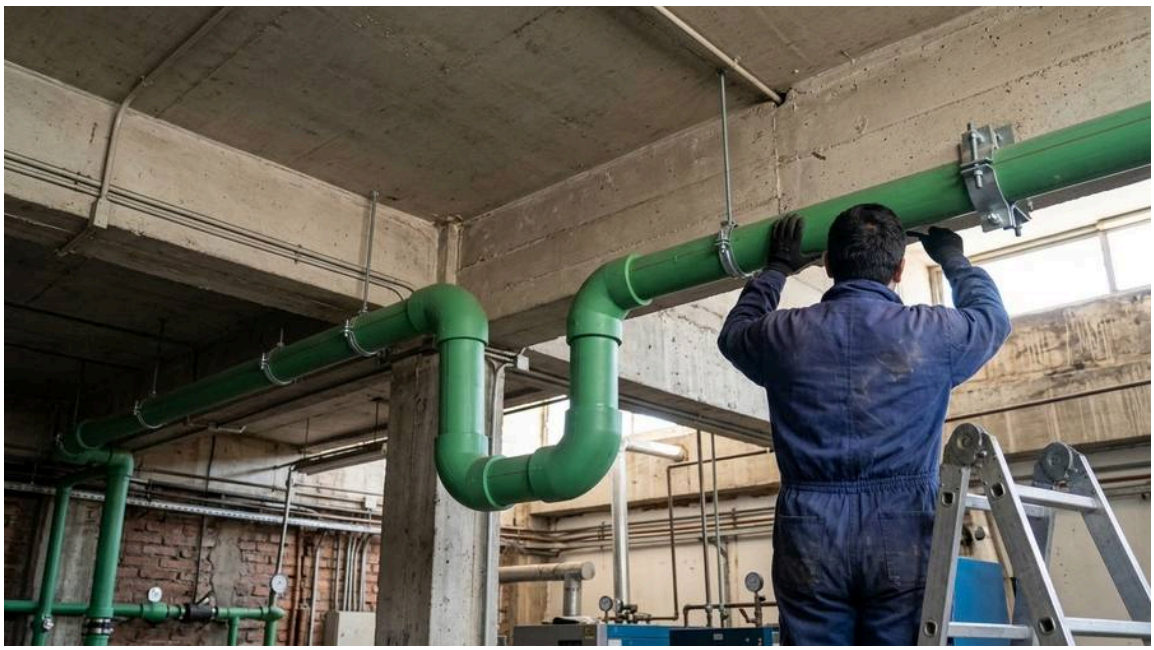
Prensado de un fitting de PEX con herramienta hidráulica y anillo de compresión

Errores típicos con tuberías y uniones

1. **Estrangulamiento del paso:** exceso de calor o de profundidad en la termofusión forma un cordón

que cierra el diámetro interior.

2. **Girar el tubo al acoplar PPR:** rompe la fusión; el acople es recto y sin torsión.
3. **Usar soldadura con plomo en agua potable:** los manuales recomiendan soldaduras sin plomo (estaño-antimonio o estaño-plata).
4. **Cobre directo con acero galvanizado:** forma un par galvánico; usa fitting de bronce o unión dieléctrica.
5. **Mover la unión recién hecha:** en PPR, espera el tiempo de enfriamiento de la tabla; en cobre, deja solidificar sin tocar.
6. **Dejar fundente sin limpiar:** corroe el cobre desde afuera.
7. **Embutir agua caliente sin holgura:** la tubería dilata y el mortero no; usa vaina o brazos de dilatación.
8. **Fittings de otro sistema en PEX:** la tenaza, las mordazas y los fittings deben ser del mismo sistema.



Lira de dilatación en una red larga de PPR de agua caliente, anclada con soportes y abrazaderas

Script en 3 frases

(Cuando el cliente compara con un arreglo provisorio más barato)

> «Un parche provisorio puede aguantar poco tiempo con la presión de la red. Lo que le ofrezco es cortar el tramo dañado, hacer la unión con el procedimiento del material y probarla a presión antes de tapar. Si prefiere, le explico las dos opciones y usted decide.»



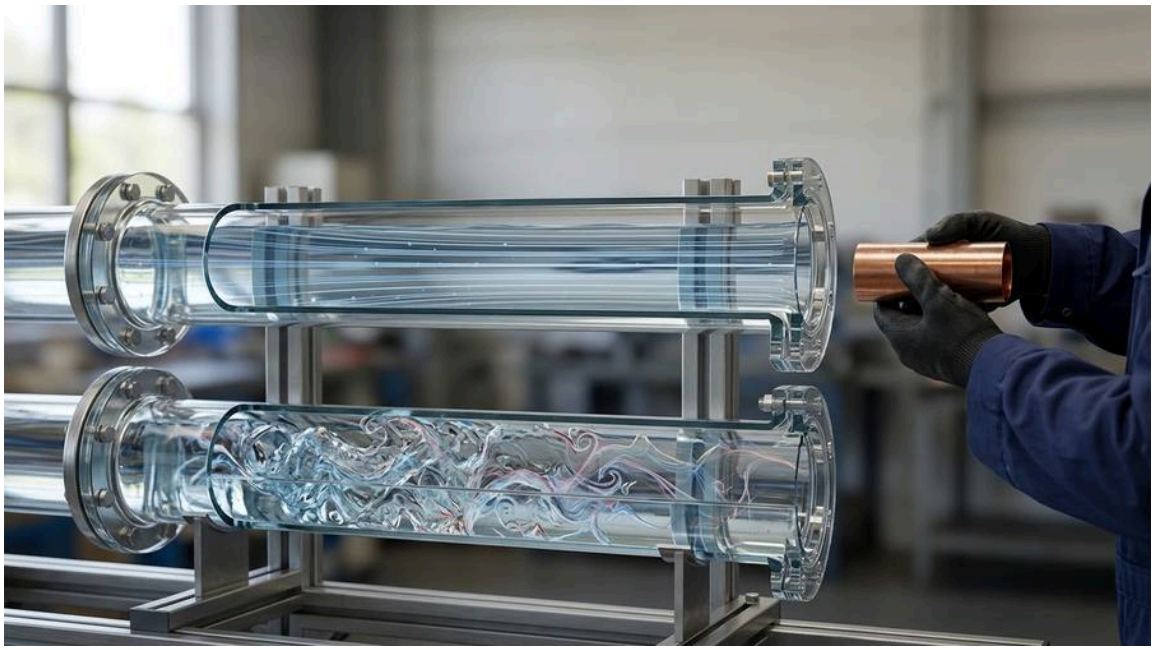
Corrosión galvánica en la unión directa de cobre con acero galvanizado: óxido, sulfato verde y goteo

Checklist de entrega

- [ ] Inspección visual de alineación y aspecto de cada unión.
- [ ] Prueba de presión del tramo reparado antes de tapar (capítulo 4).
- [ ] Revisión táctil con papel secante o dedos secos para detectar microfugas.
- [ ] Explicación al cliente de lo que se hizo, con fotos.
- [ ] Documento tributario que corresponda y garantía por escrito, limitada a lo ejecutado.

Ficha N° 03 · Cálculo de diámetros de agua potable (RIDAA)

Las cifras de la NCh 2485 provienen de un material de INACAP que cita la norma; confírmalas en la versión vigente.



Comparación en tubo transparente de flujo laminar (líneas paralelas) y flujo turbulento (remolinos)

1. Gasto instalado (QI) por artefacto (RIDAA, anexo 3, según material de INACAP)

Artefacto	QI fría (L/min)	QI caliente (L/min)
Inodoro con estanque	10	-
Baño lluvia (ducha)	10	10
Baño tina	15	15
Lavatorio	8	8
Bidet	6	6
Urinario corriente	6	-
Lavaplatos	12	12
Lavadero	15	15
Lavacopas	12	12
Bebedero	5	-
Salivera dentista	5	-
Llave de riego de 13 mm	20	-
Llave de riego de 19 mm	50	-

Con **válvula automática (fluxómetro)** se sigue la especificación del fabricante (Art. 52 b.c). Para lavadora, lavavajillas y otros equipos que no figuran, usa el dato del fabricante.



Arranque domiciliario con medidor, llave de paso y empalme a la red de la vivienda

2. Gasto máximo probable (QMP) y diámetro mínimo por velocidad

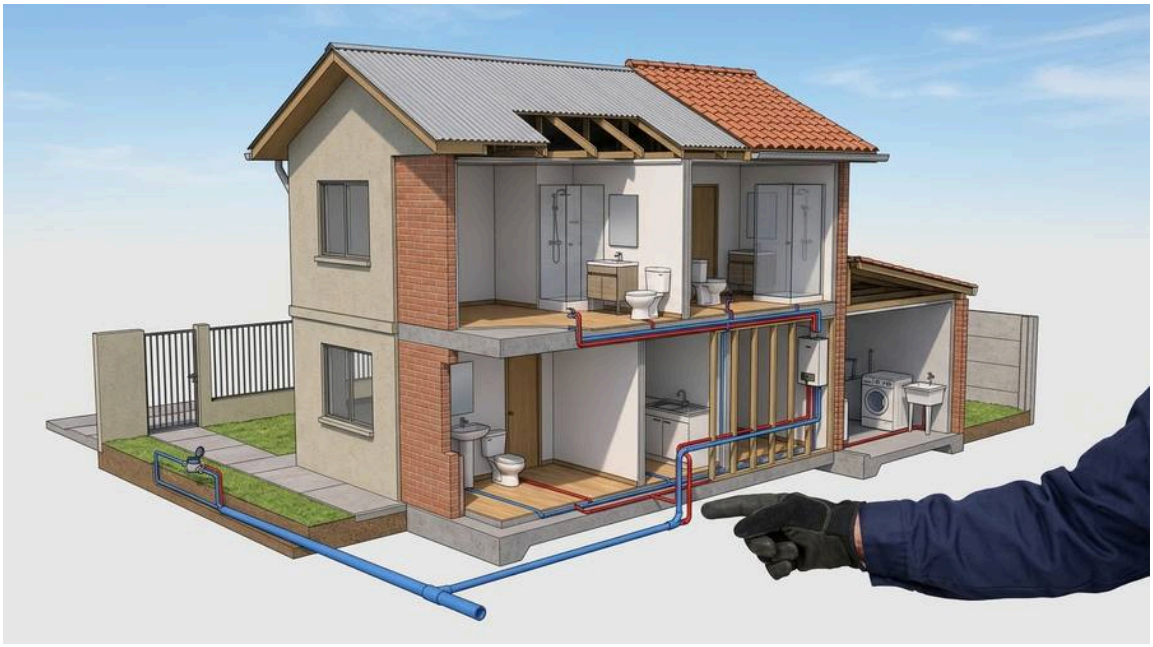
QMP = 1,7391 · (QI)^0,6891 (L/min) (RIDAA Art. 52 b.b)

Regla de ramal (NCh 2485): último artefacto: QMP = QI; dos últimos: suma de ambos; tres o más: como mínimo la suma de los dos de mayor consumo.

QI (L/min)	QMP (L/min)	Cobre L mínimo (v ≤ 2,0)	PPR PN 20 mínimo (v ≤ 2,0)
10	8,5	1/2"	20 mm

20	13,7	1/2"	20 mm
30	18,1	3/4"	25 mm
50	25,8	3/4"	25 mm
70	32,5	3/4"	32 mm
90	38,6	1"	32 mm
120	47,1	1"	40 mm
150	54,9	1"	40 mm
200	67,0	1 1/4"	50 mm

Es un primer criterio de velocidad. Verifica siempre la presión residual: un tramo que cumple la velocidad puede igual consumir demasiada presión.



Isométrico de la red de agua fría y caliente de una vivienda de dos pisos con baños, cocina y logia

3. Límites y parámetros

- **Velocidad máxima (NCh 2485, según INACAP):** 2,0 m/s en tuberías interiores y 2,5 m/s en tuberías exteriores. (El catálogo de un fabricante de PPR recomienda entre 0,5 y 3 m/s para evitar sedimentación y ruido; no es exigencia de norma.)
- **Presión mínima en el artefacto más desfavorable (NCh 2485, según INACAP):** al menos 4 m.c.a. (0,4 bar).
- **Presión de diseño y presión máxima:** las fija la NCh 2485 (RIDAA Art. 15 a.b y Art. 84 l). Consulta el valor vigente.
- **Presión mínima de calefón, termo o fluxómetro:** la indica el fabricante en su ficha técnica; no hay un valor único.
- **Diámetros mínimos (RIDAA Art. 52 a):** cobre 13 mm; plástico 16 mm; cobre de 10 mm solo a la vista, hasta 20 cm, en la conexión al artefacto.
- **Método simplificado de singularidades:** Lcálculo = 1,5 · Lreal, solo con medidor de hasta 19 mm, presión final ≥ 4 m.c.a. y v ≤ 2 m/s.



Cañería interior reducida por incrustaciones calcáreas que provoca baja presión en la ducha

4. Fórmulas de pérdida de carga

- **Cobre y agua fría, diámetro menor que 100 mm (Fair-Whipple-Hsiao, NCh 2485):**

J = 676,745 · fracQ^1,751Dint^4,753 (m/m, Q en L/min, D en mm)

- **PPR (Hazen-Williams, C = 150 según catálogo de fabricante):**

J = 1,212 · 10^10 · left(fracQ150right)^1,852 · Dint^-4,87 (m/m, Q en L/s, D en mm)

- **Balance de presión:** Presidual = PMAP - Δ z - sum hf - Hm
- **Diámetros interiores:** cobre L 1/2": 13,84; 3/4": 19,94; 1": 26,04 mm. PPR PN 20: 20to13,2; 25to16,6; 32to21,2; 40to26,6 mm.



Codo de cobre abierto mostrando la pared interior erosionada por sobrevelocidad

5. Ejemplo resuelto (capítulo 3)

Vivienda de 2 pisos, QI = 93 L/min, QMP = 39,5 L/min, PMAP = 14 m.c.a. (dato supuesto), ducha a +5,2 m, Hm = 1 m.c.a. (supuesto):

- Matriz cobre 1" (12 m), montante cobre 3/4" (QMP = 20 por regla de ramal), ducha cobre 1/2": Presidual = 4,9 m.c.a. → cumple.
- Con matriz PPR de 32 mm (cumple v): Presidual = 3,1 m.c.a. → **no cumple**. Con PPR de 40 mm: 5,2 m.c.a. → cumple.



Medición no destructiva en la red: manómetro con aguja en llave de jardín y caudalímetro ultrasónico de abrazadera

6. Reglas prácticas

1. **No alimentes con 1/2" más de un recinto húmedo:** calcula, no adivines.
2. **Un ramal subdimensionado basta para arruinar toda la red.**
3. **El riego exterior en una rama separada** evita que despresurice los artefactos interiores.
4. **Guarda el cuadro de cálculo por tramos** (Art. 52 b.e) y el isométrico en la carpeta de obra.

Ficha N° 04 · Prueba de presión hidrostática y valvulería



Golpe de ariete: onda de presión que viaja por la cañería al cerrarse de golpe una válvula

1. Parámetros del art. 103

- **Presión mínima:** 10 kg/cm^2 (= 9,81 bar ≈ 98 m.c.a.) **en el punto de mayor cota del tramo probado** (letra a).
- **Duración:** 10 minutos, **sin variación en el manómetro** (letra c).
- **Tramos:** se puede probar por tramos de longitud no inferior a 20 m, con **bomba y manómetro en el extremo inferior** del tramo (letra b); la bomba va **en el punto inicial de alimentación** (letra d).
- **Alcance:** desde la llave de paso después del medidor hasta el extremo de las tuberías, **antes de las piezas de unión de los artefactos** (letra e). Con estanque superior: desde su salida hasta los artefactos (letra f).
- **Equipos elevadores, estanques y accesorios:** verificación de correcto funcionamiento por **no menos de 2 horas**.
- **Lectura en el manómetro:** $P \approx 9{,}81 + 0{,}0981 \cdot \Delta z$ (bar), con Δz la altura del punto más alto sobre el manómetro. Ejemplos: $\Delta z = 5$ m → 10,3 bar; 8 m → 10,6 bar.
- El Art. 103 **no** fija escalones de presión, ni un procedimiento para plásticos, ni un formato oficial de acta: eso es práctica de obra o del fabricante.



Nicho guarda-medidor en el muro de la fachada con medidor, llave de paso y válvula de retención

2. Medidor de agua potable (MAP)

- El medidor lo suministra e instala el interesado según las normas y los planos tipo del prestador (Art. 21).
- **Elección:** convierte el QMP a m^3/h (× 0,06) y compáralo con el caudal nominal Qn del catálogo (el RIDAA define Qn en el Art. 40 b). Ejemplo: 39,5 L/min = 2,37 m^3/h.
- **Pérdida de carga:** Art. 52 c.a, K = 0,036 (QMP/C)^2 con C del catálogo del medidor (verifica las unidades en el catálogo). Descuéntala en el balance de presión.
- **Nicho (Art. 102):** distancia mínima de 0,60 m a otros servicios en arranques y nichos; tuberías exteriores de agua con la clave a 50 cm o más bajo el terreno; el agua, como objetivo, a 30 cm o más sobre el alcantarillado. En zonas con heladas, aísla el nicho (práctica habitual).



Aislamiento de equipos sensibles antes de la prueba: tapones en las salidas y calefón desconectado

3. Protocolo paso a paso

1. **Preparar:** uniones secas, accesibles y sin tapar. No conectes artefactos ni grifería. **Desconecta y tapa calefones y termos.**
2. **Sellar:** tapones metálicos o con sello tórico en cada terminal.
3. **Conectar la bomba** con manómetro de glicerina (escala que permita leer sobre 10 bar, calibración vigente) en el punto inicial del tramo.
4. **Llenar y purgar:** abre los puntos altos hasta que salga agua sin burbujas; ciérralos de arriba hacia abajo.
5. **Subir la presión** (práctica habitual): 3 bar → inspección; 6 bar → 5 min e inspección; luego a la presión de prueba, **lentamente**.
6. **Plásticos (PPR, PEX):** si la aguja baja al comienzo sin fuga, vuelve a subir hasta estabilizar. Esa estabilización no cuenta como parte de los 10 minutos.
7. **Cronometrar 10 minutos:** el manómetro no debe variar. Inspecciona cada unión con papel secante o dedos secos.
8. **Despresurizar** con la válvula de la bomba, lentamente, antes de soltar mangueras o tapones.
9. **Registrar** presión inicial, final, duración y resultado en el acta (formato sugerido del capítulo 4).

Si el fabricante de la tubería exige un protocolo propio para la garantía, aplícalo además. Ante una discrepancia con el criterio del Art. 103, consulta al prestador o al revisor.



Bomba hidrostática manual conectada a la red con manómetro y manguera

4. Lectura del manómetro

Lectura	Causa probable	Acción
Cae de golpe	Desacople, tapón suelto o unión sin penetración	Descarga, ubica el chorro y repara
Cae lento y continuo	Microfuga en rosca, poro de soldadura o cuerpo de válvula	Seca, pasa papel secante y repasa
Cae al inicio y se estabiliza	Deformación del plástico o aire comprimiéndose	Vuelve a subir hasta estabilizar; no es fuga
Rebota y cuesta subir	Aire atrapado o retención de la bomba que filtra	Purga y revisa la bomba



Purga de aire: llave del punto más alto abierta hasta que sale agua sin burbujas

5. Errores típicos

1. **Nunca pruebes con aire comprimido:** el aire almacena unas 11.000 veces más energía que el agua en el mismo volumen y presión (capítulo 4).
2. **Olvidar desconectar calefón o termo:** se dañan los equipos y sus válvulas de seguridad abren y falsean la prueba.
3. **Probar solo a la presión de servicio:** los poros de soldadura pueden no gotear a baja presión.
4. **Manómetro con rango insuficiente o sin calibración.**
5. **No dejar registro:** sin acta ni fotos no hay evidencia del cumplimiento del Art. 103.
6. **Tapar antes de probar.**

Más imágenes de este tema



Control de la prueba: aguja del manómetro estable durante el tiempo reglamentario



Fuga durante la prueba: chorro fino en una unión PPR mal fusionada

Ficha N° 05 · Pendientes, UEH y recepción del alcantarillado



Corte de colector con pendiente excesiva: el agua corre y deja los sólidos varados, frente a pendiente correcta que los arrastra

1. Regla nemotécnica y fórmulas de terreno

- **Pendiente reglamentaria normal (Art. 88):** de 3% a 15% en tuberías que conducen materias fecales o grasosas. Se admite hasta 1% en losas u otros casos especiales justificados. Unión domiciliaria: 3% a 33% (mínimo 1% justificado).
- **Pendiente 1%:** Caída de 1 cm por cada 1 metro lineal (Δ h = 10 mm/m). Mínimo excepcional con justificación técnica (Art. 88).
- **Pendiente 2%:** Caída de 2 cm por cada 1 metro lineal (Δ h = 20 mm/m). Bajo el rango normal: solo con justificación.

- **Pendiente 3%:** Caída de 3 cm por cada 1 metro lineal (Δ h = 30 mm/m). Mínimo del rango reglamentario normal (3% a 15%).
- **Cálculo de Desnivel:** Δ h = L × i (ej. 15 m × 0,02 = 0,30 m = 30 cm).
- **Cotas:** Cota Solera (CS) = Cota Clave (CC) - Dint.
- **Tensión Tractiva (criterio de diseño, no cifra del RIDAA):** tau = gamma · Rh · S; se busca del orden de 1,5 Pa o más para evitar sedimentación.



Corte de zanja: cama de arena, tubo PVC, relleno lateral compactado y relleno final

2. Tabla oficial de unidades de equivalencia hidráulica (UEH) - RIDAA anexo 5

Artefacto Sanitario	Clase 1 (Vivienda)	Clase 2 (Común/ Ofic.)	Clase 3 (Público/ Rest.)	Diám. Mínimo Descarga
Inodoro (WC con estanque)	**3 UEH**	**5 UEH**	**6 UEH**	100 mm (110 mm PVC)
Lavatorio / Vanitorio	**1 UEH**	**2 UEH**	**2 UEH**	38 mm (40 mm PVC)
Baño Tina	**3 UEH**	**4 UEH**	**4 UEH**	50 mm
Baño Lluvia (Ducha)	**2 UEH**	—	—	50 mm
Duchas Múltiples (por ml)	—	**6 UEH**	**6 UEH**	50 mm
Bidet	**1 UEH**	**2 UEH**	**2 UEH**	50 mm
Urinario Mural Corriente	—	**1 UEH**	**1 UEH**	38 mm (40 mm PVC)
Urinario Pedestal	—	**3 UEH**	**3 UEH**	75 mm
Urinario Corrido (por ml)	—	**5 UEH**	**5 UEH**	75 mm
Lavaplatos Doméstico	**3 UEH**	**3 UEH**	—	50 mm
Lavaplatos Comercial (Rest.)	—	—	**8 UEH**	75 mm
Lavacopas	**3 UEH**	**6 UEH**	**6 UEH**	50 mm / 75 mm
Lavadero Doméstico (c/s lavadora)	**3 UEH**	—	—	50 mm

Lavadero con Lavadoras Ind.	—	**6 UEH**	**6 UEH**	75 mm
Pileta de Piso con Botagua	**3 UEH**	**3 UEH**	**3 UEH**	50 mm



Prueba hidráulica del colector: tapón inflable aguas abajo y columna de agua en la cámara aguas arriba

3. Capacidad de colectores horizontales (RIDAA anexo 6-b)

Diámetro nominal	i = 1% (UEH)	i = 2% (UEH)	i = 3% (UEH)	i = 4% (UEH)
75 mm	90	125	150	180
100 mm (PVC 110)	**450**	**630**	**780**	**900**
150 mm (PVC 160)	**1.350**	**1.900**	**2.300**	**2.700**



Prueba de bola: una bola de diámetro calibrado recorre el interior del colector para verificar alineación

4. Profundidades a clave y zanjas (referencia práctica; art. 104)

- *Los valores siguientes de profundidad son referencia práctica; no figuran textualmente en el RIDAA.*
- **Aceras** / **Veredas Peatonales:** hclave ≥ 0,80 m.
- **Calzadas y Tránsito Vehicular:** hclave ≥ 1,00 m.
- **Patios Interiores Protegidos:** hclave ≥ 0,60 m.
- **Protección con Dado:** El Art. 104 b.b exige dado de hormigón 170 kg-cem/m^3 de 10 cm en **tuberías de hormigón simple** (cruces de muros, bajo edificación o clave ≤ 0,60 m). En PVC es práctica recomendada / según fabricante e ITO.
- **Cama de Apoyo:** Base de arena limpia de 0,10 m (10 cm) de espesor apisonada.
- **Relleno Lateral y Superior:** Tierra libre de piedras en capas apisonadas de 15 cm hasta 0,30 m sobre la clave (hclave + 30 cm); luego capas de 20 cm compactadas.



Replanteo de pendiente en zanja con nivel láser y mira receptora

5. Ensayos y pruebas oficiales de recepción (RIDAA art. 105)

1. **Prueba Hidráulica:** Columna de 1,60 m sobre la boca de admisión más alta durante **15 minutos**. En tuberías plásticas: **Tolerancia CERO filtración**.
2. **Prueba de Bola:** En tuberías ≤ 150 mm horizontales, bola calibrada con **tolerancia máxima de 3 mm** respecto al diámetro interior real del tubo.
3. **Prueba de Luz:** En tuberías > 150 mm, haz de luz y espejo verificando círculo perfecto sin discontinuidades.
4. **Segunda Prueba (Post-Tapado):** Repetición de prueba hidráulica y de bola/luz con zanjas rellenas y compactadas.
5. **Prueba de Humo (Manual CADES, pruebas de recepción):** En terminaciones con artefactos colocados y sifones con agua. Tapón en la cámara y humo por la parte más alta durante **5 minutos**, con presión suficiente para **elevar 3 cm (30 mmca ≈ 294 Pa ≈ 0,04 PSI)** el agua de los sifones, sin desprendimiento de humo por las juntas.
6. **Cámaras de inspección (CADES):** presión hidráulica igual a la profundidad de la cámara, nivel constante mínimo **5 minutos**.



Comparativa de conexiones: derivación en Y de ángulo suave (correcta) frente a T sanitaria a 90 grados (incorrecta)

6. Script de venta y cotización rápida

"Don/Doña [Cliente], el embancamiento recurrente no es mala suerte ni mal uso; es física hidráulica. El colector actual tiene apenas 0,3% de pendiente o está pandeado por falta de cama de arena, por lo que el agua no genera la tensión tractiva (del orden de 1,5 Pa, criterio de diseño) necesaria para arrastrar los sólidos. Nuestra solución definitiva contempla demolición limpia con corte diamantado, replanteo milimétrico con nivel óptico al 3% (pendiente mínima reglamentaria normal), encamado en arena de 10 cm, PVC sanitario Clase 2 y entrega con prueba oficial de bola y hermeticidad RIDAA. El trabajo tiene un valor de $X (cotización según visita), con informe y garantía según lo acordado."

Más imágenes de este tema



Comparativa de unión cementada (pegamento PVC) y unión con anillo elastomérico



Corte de colector con contrapendiente: tramo hundido (panza) que retiene agua y sedimentos

Ficha N° 06 · Cámaras de inspección, desgrasadoras y PVC



Corte de cámara de inspección con banqueta a 45 grados que conduce el flujo de la entrada a la salida

1. Cámaras de inspección: lo del RIDAA y valores usuales de obra

Las dimensiones y espesores indicados son valores usuales de obra; contraste con la NCh 2702 vigente (el Art. 91 cita la NCh 2592) y con la empresa sanitaria. Del RIDAA (Art. 104 f): materiales impermeables a líquidos y gases; contratapa de hormigón armado de una pieza, de unos 0,58 x 0,58 m, a unos 0,30 m del piso, apoyada en saliente perimetral.

A. Cámara Tipo A (Profundidad h < 1,00 m)

- **Dimensiones Interiores:** Sección cuadrada de **60 × 60 cm**.
- **Muros (usual):** unos 15 cm en albañilería de ladrillo, o 10 cm en hormigón armado.

- **Radier y Media Caña:** Losa de hormigón H-20 de 12 cm. Media caña semicircular de profundidad hcaña ≥ D modelada con medio tubo PVC 110 mm.
- **Banquetas:** inclinación fuerte (usual 45^circ) hacia la media caña.
- **Estuco y Afinado:** Mortero 1:3 con aditivo hidrófugo (dosis del fabricante), afinado liso con llana metálica.
- **Contratapa y Tapa:** Saliente perimetral a 0,30 m bajo el nivel de piso; contratapa de hormigón armado de **58 × 58 cm** sellada con mezcla débil; tapa superior de 60 × 60 cm.

B. Cámara Tipo B (Profundidad h ≥ 1,00 m hasta 2,50 m+)

- **Cuerpo Inferior de Trabajo:** Sección rectangular amplia de **60 × 120 cm** interiores (permite maniobra del operario sobre la banqueta).
- **Chimenea de Acceso (Pozo de Visita):** Cuello vertical de **60 × 60 cm** interiores con losa armada de reducción.
- **Escalines de Bajada:** Obligatorios si h > 1,20 m, fierro galvanizado phi 20 mm o peldaños de polipropileno empotrados cada **30 cm** de separación vertical.
- **Distancias:** el RIDAA (Art. 91) pide la cámara principal a **≤ 1,00 m** de la Línea Oficial de Cierro (LOC); si hasta el colector público hay más de **20 m**, cámara adicional en la vía pública. Entre cámaras consecutivas, unos 15 m es criterio práctico (no figura en el RIDAA).



Corte de cámara desgrasadora: la grasa asciende y se acumula en la superficie mientras el agua clarificada sale por el fondo

2. Dimensionamiento formal de cámaras desgrasadoras

- **Tiempo de Retención Hidráulico (tr):** de diseño habitual, **20 a 30 minutos** (permite enfriar el efluente a < 30^circC para inducir la flotación de grasas según la Ley de Stokes).
- **Casas particulares:** del orden de **60 a 120 litros útiles** (criterio de diseño).
- **Fórmula Formal para Restaurantes / Casinos:**

$$V = D \cdot C \cdot \left(\frac{tr}{60}\right) \cdot Fc$$

Donde D es el número de comensales/turno, C el caudal unitario (10 a 15 L/comensal), tr = 25 min, y Fc = 1,0.

(Ejemplo: 120 almuerzos implies V = 120 × 12 × (25/60) = 600 Litros útiles).

Configuración Interna Obligatoria:

1. **Bafle de Entrada:** Tee o pantalla deflectora para disipar la energía cinética del chorro.
2. **Bafle de Salida (Sifón Invertido):** Tee con toma sumergida a **15 a 20 cm del fondo**, evitando grasas superficiales y lodos.
3. **Zona de Lodos:** 15% del volumen en el fondo reservado para decantación pesada.
4. **Tapa Hermética:** Con empaquetadura de caucho EPDM y pernos para confinar el gas sulfhídrico (H2S).
5. **Regla de Oro: PROHIBIDO conectar aguas fecales (inodoros)** a la desgrasadora; solo aguas grises de cocina.



Corte de cámara profunda con peldaños, cuello cónico y cañón de acceso

3. Ensayo de estanqueidad de cámaras (manual cades)

- Obturar bocas de entrada y salida con balones neumáticos.
- Llenar con agua a una presión igual a la **profundidad de la cámara** (Manual CADES). Saturación previa de ~15 min es práctica de obra.
- Medir durante un mínimo de **5 minutos**: el nivel debe permanecer constante.



Componentes internos de una desgrasadora: tabique deflector, sifón de entrada y salida y compartimentos

4. Patologías críticas y 5 errores fatales

1. **Fisura de Emboquillado en Ladrillo:** Provocada por la incompatibilidad de dilatación térmica entre el PVC (alpha ≈ 80 × 10^-6) y el mortero (alpha ≈ 10 × 10^-6). Causa socavamiento de radieres. *Solución:* Sello elástico con cordón hidroexpansivo y mortero epóxico.
2. **Uso Aberrante de Adhesivo de PVC en Anillos Anger:** El solvente degrada y cristaliza el caucho EPDM/NBR. *Regla:* Las uniones Anger se lubrican con pasta siliconada neutra, jamás se pegan.
3. **Banquetas Planas o con < 30^circ de Caída:** Provocan acumulación de fecalomas podridos en los costados de la cámara.
4. **Desgrasadora Subdimensionada (tr < 10 min):** La grasa sale caliente y emulsionada, petrificándose aguas abajo en el colector público por saponificación.
5. **Corrosión Biogénica ácida por H2SO4:** Bacterias convierten el H2S en ácido sulfúrico concentrado que desintegra el cemento de cámaras mal ventiladas.



Construcción de una cámara de ladrillo con mortero sobre radier y media caña moldeada

5. Script de venta: contrato mensual de mantención

"Estimado Administrador, en su cocina la trampa de grasa es el corazón operativo. Si esa grasa solidificada pasa al colector, el tapón por saponificación paralizará su restaurante y puede obligarlo a detener la atención y exponerlo a la fiscalización sanitaria. Le propongo un contrato de mantención mensual preventiva: realizamos la extracción técnica de natas y lodos, lavado hidrodinámico con hidrojet a 2.500 PSI, desinfección biológica y certificación de estanqueidad según el valor que se cotice. Su equipo se enfoca en atender clientes y nosotros le garantizamos cero colapsos sanitarios."

Más imágenes de este tema



Instalación de una cámara prefabricada de polietileno en el fondo de la excavación sobre cama de arena



Hormigón corroído por ácido sulfúrico en una cámara: paredes descascaradas y armadura expuesta

Ficha N° 07 · Ventilaciones, sifones y sellos

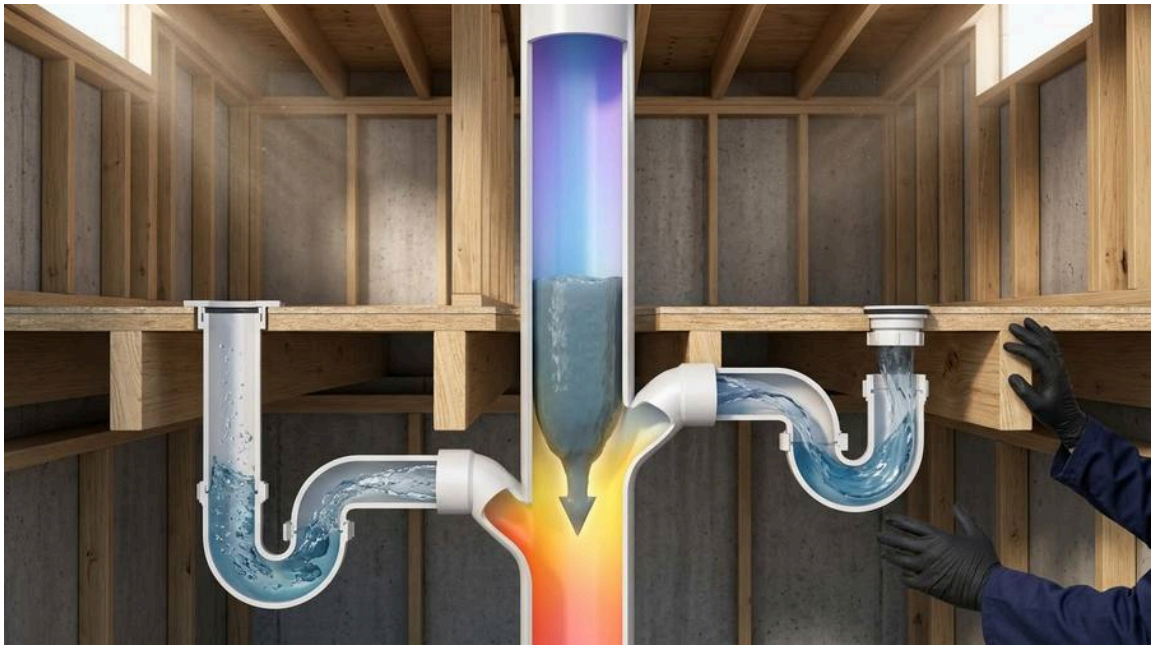


Corte de un sifón con el sello hidráulico de agua que bloquea el paso de gases del alcantarillado

Parámetros clave (RIDAA chile)

- **Altura sobre techumbre (Art. 97 k): 60 cm**; en terrazas del último piso, **2,5 m**.
- **Patios de luz (Art. 97 l):** sin 10 m horizontales a muro con ventanas, llevar la ventilación hasta el techo del cuerpo más alto.
- **Diámetro y longitud:** según Anexo 7 (descarga 100 mm, 24 UEH: ventilación de 75 mm hasta 60 m; de 100 mm hasta 90 m; con más UEH, usar la fila superior). No se reduce hacia arriba (Art. 97 i); **75 mm** es lo usual en viviendas.
- **Sello hidráulico (Art. 89):** mínimo 50 mm de carga (≈ 490 Pa).
- **Tramos horizontales de ventilación:** siempre ascendentes (Art. 97 k).

- **PVC al sol:** protegerlo de los rayos UV (Art. 97 n).
- **Diámetro ramal lavamanos/tina:** Generalmente 40 mm a 50 mm (requieren ventilación secundaria si el tramo es largo o baja verticalmente más de un piso antes del colector).



Desifonamiento: el pistón de agua de la descarga del inodoro genera vacío en la bajada y succiona el sello de agua

Diagnóstico de malos olores (prueba de humo)

1. **Sifones con agua** y artefactos instalados; tapón en la cámara de inspección de la descarga.
2. **Inyección:** humo por la parte más alta (ventilación) o por la boca de la cámara si el ramal no tiene ventilación (Manual CADES). Presión suficiente para subir **3 cm** el agua de los sifones (≈ 294 Pa ≈ 0,04 PSI), **5 minutos** sin salida de humo por las juntas. No use PSI altos: rompen los sellos.
3. **Puntos de fuga típicos a observar:**
    - Anillo de cera del WC (sello piso).
    - Unión desagüe-sifón bajo lavamanos (gomas vencidas).
    - Tuberías de PVC ocultas con adhesivo mal curado o uniones en seco.
    - Piletas de piso con sello evaporado.



Remate de la ventilación sobre el techo de una vivienda chilena, sobresaliendo sobre la cubierta con sombrerete

5 Errores fatales

1. **Eliminar la ventilación principal al techo** por estética (causará desifonamiento por vacío en todos los baños).
2. **Conectar la ventilación por debajo del nivel de rebose** del artefacto (si el tubo principal se tapa, las heces subirán por el tubo de ventilación).
3. **Confiar 100% en válvulas de admisión de aire (AAV)** sin colocar al menos una ventilación primaria abierta a la atmósfera en la vivienda (las AAV se aceptan solo si están certificadas y no reemplazan la ventilación primaria salvo proyecto).
4. **Instalar ramales excesivamente largos (ej. >3 m de largo en 40 mm)** hacia una bajada sin colocar ventilación de alivio cerca del artefacto.
5. **No sellar el paso de techumbre (bota-aguas)**, cambiando un problema de malos olores por goteras en invierno.

Más imágenes de este tema



Válvula de admisión de aire instalada en el ramal de un lavamanos bajo el mueble



Red de ventilación primaria y secundaria en corte de una vivienda de dos pisos con baños superpuestos



Ventilación secundaria de 50 mm subiendo por el tabique falso hacia el entretecho



Prueba de humo: máquina inyectando humo blanco por la cámara de inspección y humo saliendo por una junta defectuosa

Ficha N° 08 · Destapes: CCTV, localizador e hidrojet



Raíces de sauce que han invadido y estrangulado un colector de PVC de 110 mm, vistas desde la cámara de inspección

Protocolo de localización (512 hz)

1. **Llevar cabezal de cámara (con transmisor)** hasta el punto exacto de la obstrucción subterránea o rotura.
2. **Encender receptor en superficie** y ajustar la ganancia hasta captar señal (siga el manual del equipo).
3. **Mapeo:** Caminar barriendo de lado a lado. En **Modo Pico**, buscar la intensidad máxima en pantalla y audio.
4. **Triangulación cruzada:** Una vez sobre el blanco supuesto, girar el receptor 90 grados; la señal debe caer a cero (Modo Nulo) a los lados exactos.
5. **Profundidad:** Bajar el equipo al suelo y presionar el botón de lectura de profundidad (siempre que la señal esté centrada y fuerte).



Corte de un colector de 110 mm obstruido por grasa saponificada endurecida, con un pequeño agujero central abierto por varilla

Guía de selección de toberas (hidrojet)

- **Grasa pesada** / **Jabón** / **Sarro:** Tobera rotativa (Spinning nozzle) de chorros helicoidales traseros.
- **Raíces finas o medianas:** Tobera de cadenas (Chain flail) o cortadora giratoria, apoyada por caudal alto.
- **Barro, Arena, Ripio:** Tobera pesada rompedora (Penetrator) 1 frontal / 3 traseros a ras de piso. Alto caudal para arrastre (>15 L/min).
- **Toallitas húmedas** / **Trapos:** ¡Evitar Hidrojet al inicio! Usar Máquina Seccional con barrena de bulbo para "pescar" y extraer la obstrucción.



Cámara CCTV de empuje con cabezal autonivelante y varilla de fibra de vidrio ingresando por la cámara de inspección

Precauciones seguridad y errores fatales

- **Peligro de inyección de alta presión:** 3.000 PSI cortan botas de goma y piel humana al instante. NUNCA accionar el pedal del hidrojet si la manguera no está metida al menos 1 metro dentro de la tubería.
- **Errores Fatales:**
- Meter hidrojet a un tubo sin saber hacia dónde va (puede salir violentamente por la taza del inodoro interior inundando de aguas negras una casa).
- Usar guantes ajustados (goma o nitrilo) con cable seccional y nunca guantes holgados o de tela que puedan enredarse (peligro de atrapamiento si el cable gira); soltar el pedal al primer trabón.
- No usar gafas de protección (salpicaduras biológicas).
- Forzar el avance de la cámara CCTV a golpes, rompiendo la fibra de vidrio o el cabezal de la sonda de 512 Hz.
- Trabajar hidrojet bencinero en recintos cerrados o subterráneos (intoxicación por monóxido de carbono): solo al aire libre.
- Entrar a una cámara sin medir la atmósfera (oxígeno, combustibles, H2S, CO): trabajar desde la superficie; si hay que entrar, arnés, trípode, vigía y plan de rescate sin ingresar.



Localización en superficie: operador con receptor de 512 Hz marcando con spray el punto sobre la rotura enterrada

Script de venta rápida al cliente

«El valor del destape con varilla manual es bajo, pero usted está trabajando a ciegas y es probable que dañen su tubería o el problema vuelva en 1 mes. Nuestro servicio incluye diagnóstico con videocámara, limpieza del bloqueo con hidrojet o seccional según la causa y un reporte en video que muestra el estado del tubo antes y después (referencia orientativa de mercado en Chile, 2026: 80.000 a180.000; verifique antes de cotizar). Si la cámara muestra un defecto de obra, se lo informaremos y cotizaremos la reparación aparte.»

Más imágenes de este tema



Equipo de hidrojet con manguera de alta presión ingresando a una cámara de inspección domiciliaria



Tres tipos de toberas de hidrojet: rompedora, rotativa desgrasadora y corta-raíces de cadenas



Máquina seccional rotativa con cable de acero y puntas intercambiables alimentando un desagüe

Ficha N° 09 · Física del gas, combustión y riesgos



Comparativa de fuga en recinto: el GLP, más pesado que el aire, se acumula en el piso; el gas natural asciende hacia el cielo

1. Comparativa técnica GLP vs gas natural (chile)

Parámetro Crítico	Gas Licuado de Petróleo (GLP Comercial ENAP)	Gas Natural (GN de Red)
Composición Típica	Mezcla Propano (C3H8) / Butano (C4H10) (60/40 invierno, 50/50 o 70/30 verano)	Metano (CH4 > 92%) con etano y nitrógeno
Presión Nominal	**≈ 27-28 mbar (2,7 kPa nominal, mín. 2,2 kPa)**	**≈ 18 mbar (1,8 kPa nominal, mín. 1,5 kPa)**

Densidad Relativa (dr)	**1,52** (Más pesado que el aire; decanta y se empoza en suelo y sótanos)	**0,60** (Más liviano que el aire; asciende verticalmente hacia el cielo raso)
Poder Calorífico Superior (PCS)	**28.000 kcal/m^3** (11.900 kcal/kg / 95,0 MJ/m^3)	**9.300 - 9.500 kcal/m^3** (39,5 MJ/m^3)
Poder Calorífico Inferior (PCI)	**25.800 kcal/m^3** (10.950 kcal/kg / 86,0 MJ/m^3)	**8.400 - 8.500 kcal/m^3** (35,5 MJ/m^3)
Aire Teórico de Combustión	**24 a 30 m^3 de aire por cada m^3 de gas**	**9,5 a 10 m^3 de aire por cada m^3 de gas**
Rango Inflamabilidad (LII - LSI)	**2,1% - 9,5%** (Muy sensible, con 2,1% ya hay deflagración)	**5,0% - 15,0%**
Expansión Líquido a Gas	**1 litro líquido ≈ 250 - 270 litros de vapor**	Suministrado en fase gaseosa continua



Corte de un cilindro de GLP de 45 kg mostrando la fase líquida y la fase vapor sobre ella

2. Umbrales de monóxido de carbono (CO) y protocolo SEC (TC6)

Medición Ambiental (Zona de respiración: 1,5 a 1,7 m del suelo, a 1 m del artefacto Tipo A)

- **≤ 50 PPM:** Condición reglamentariamente aprobada.
- **> 50 PPM: DEFECTO CRÍTICO → SELLO ROJO INMEDIATO** (Corte de suministro y prohibición de uso).

Medición de CO Corregido en Chimenea (Artefactos Tipo B tras 2 min a máxima carga)

- **0 a 400 PPM: SELLO VERDE** (Condición óptima).
- **401 a 1.000 PPM: SELLO AMARILLO** (Defecto Mayor: plazo perentorio de 15 días para mantención).
- **> 1.000 PPM: SELLO ROJO** (Defecto Crítico: precintado del artefacto).
- **Depresión de Tiro Mínima: ≤ -2 Pa** (Si marca ≥ 0 Pa hay revoco hacia la vivienda).



Retroceso de gases quemados desde un calefón de tiro natural en un baño cerrado, con acumulación de monóxido

3. Diagnóstico rápido de combustión por color de llama

Aspecto de la Llama	Diagnóstico	Causa Raíz en Faena	Corrección Inmediata
Azul puro con dardo celeste	Combustión completa	Relación estequiométrica y venturi correctos.	Limpieza de rutina preventiva.
Amarilla brillante / **hollín**	Combustión incompleta	Venturi tupido, inyector de GN en GLP o falta de O2.	Desobstruir venturi, cambiar inyectores a GLP.
Llama desprendida (Blowing-off)	Exceso de velocidad	Sobrepresión del regulador (> 35 mbar) o exceso de aire.	Regular presión con manómetro, cerrar aire.
Retroceso de llama (Flashback)	Baja velocidad mezcla	Presión insuficiente (< 20 mbar) o tobera tapada.	Cambiar regulador trabado, limpiar tobera.

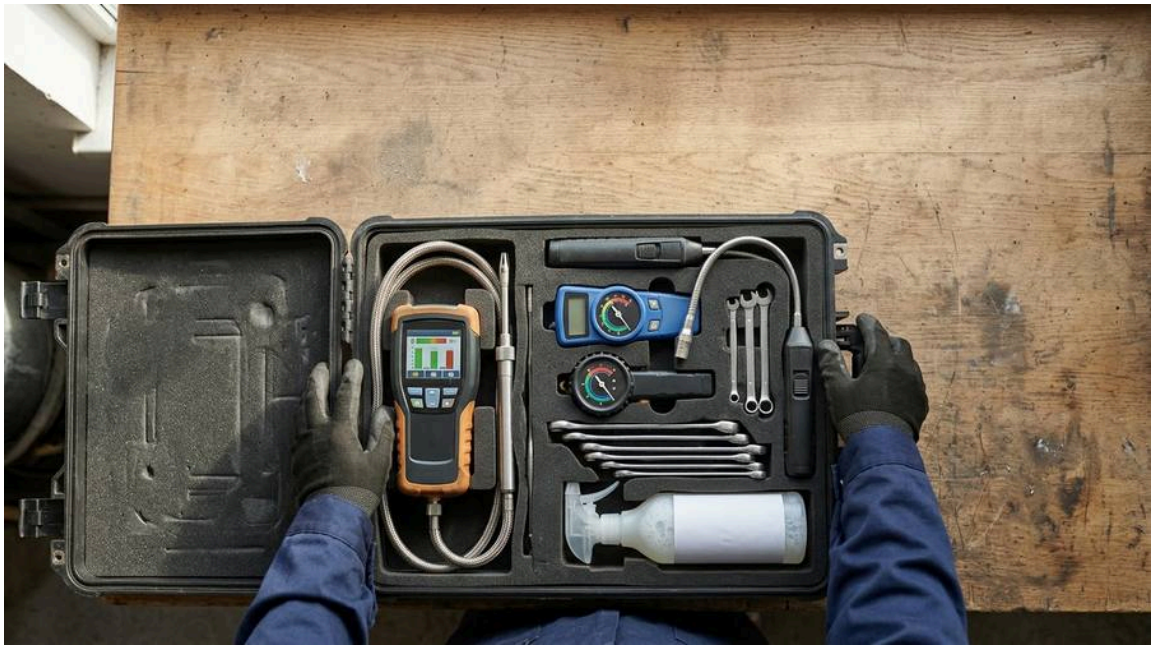


Medición de CO ambiental en una cocina con analizador portátil a un metro del artefacto

4. Los 5 errores fatales en terreno

1. **Confiarse solo del olfato:** La tierra adsorbe el mercaptano en fugas subterráneas. Obligatorio usar detector electrónico de hidrocarburos.
2. **Cilindros de GLP en subterráneos:** Prohibición absoluta por dr = 1,52 (el gas no sale y genera explosión ante cualquier chispa).
3. **Calefont operando con llama amarilla:** Genera CO que supera las 1.000 PPM en minutos, arriesgando muerte por carboxihemoglobina.
4. **Ignorar el tiro positivo (≥ 0 Pa):** El gas quemado retorna por el cortatiro intoxicando a los habitantes.
5. **Celosías tapadas con plástico:** El usuario las sella por el frío, provocando asfixia de oxígeno (O2 < 18%) y combustión incompleta masiva.

Más imágenes de este tema



Instrumental básico del especialista en gas: analizador de combustión, manómetros, detector de fugas y herramientas



Introducción de la sonda del analizador en el ducto de evacuación de un calefón para medir la combustión



Comparativa de llamas en el quemador: llama azul estable (correcta) frente a llama amarilla con hollín (incorrecta)

Ficha N° 10 · Tuberías de gas: cobre, fusiogas y soldaduras



Cañería de cobre tipo L autorizada para gas: rollos y barras rígidas con sus diámetros

1. Tuberías y materiales permitidos por la SEC

Material	Tipo / Norma	Uniones Reglamentarias	Prohibición Excluyente
Cobre Tipo L (Franja Azul)	Pared media (NCh 951/2)	Soldadura Fuerte (Tfusión > 450^circC)	Cobre Tipo M no admisible (DS 66 45.2.2: "al menos tipo L"). Basta tipo L hasta 140 kPa (1,4 bar).
Cobre Tipo K (Franja Verde)	Pared gruesa (NCh 951/2)	Exigido sobre 140 kPa (1,4 bar), DS 66 45.2.2	Prohibido soldar con estaño blando (50/50, 95/5).
Multicapa Fusiogas / Sigas	PE-Acero-PE / PE-AL-PE	Termofusión a **260^circC ± 10^circC**	No exponer directo a radiación UV sin vaina.
Acero ASTM A-53 / Cédula 40	Cañería roscada NPT	Sello anaeróbico o teflón amarillo	**Prohibido cáñamo** o teflón blanco de agua.



Curvado mecánico de cañería de cobre con curvadora de palanca, sin aplastar el tubo

2. Parámetros críticos de soldadura fuerte (brazing)

- **Aleación Fosfocobre con 6% de Plata (AWS BCuP-4):** Permitida para uniones Cobre-Cobre en diámetros de hasta **1frac34"**. Auto-fundente en cobre puro.
- **Aleación de Plata al 40% (DIN L-Ag40Cd / AWS BAg-28):** Usada en diámetros mayores a **1frac34"** (por verificar) y en **toda unión heterogénea** (Cobre con Acero, Latón o Bronce). **Uso obligatorio de fundente desoxidante para plata.**
- **Prohibición Total:** Prohibida soldadura blanda de estaño (183 - 230^circC); colapsa ante amagos de incendio liberando gas directo a las llamas.



Corte de una tubería multicapa para gas: capas interior de polietileno, aluminio o acero y exterior de polietileno

3. TABLA DE TERMOFUSIÓN FUSIOGAS (SALADILLO) A 260^circC

Diámetro Exterior (mm)	Calentamiento Mínimo (seg)	Intervalo Acople Máx (seg)	Profundidad Inserción (mm)	Enfriamiento en Reposo (min)
20 mm	5 s	4 s	**12,0 mm**	2 min
25 mm	7 s	4 s	**13,0 mm**	2 min
32 mm	8 s	6 s	**14,5 mm**	4 min
40 mm	12 s	6 s	**16,0 mm**	4 min
50 mm	18 s	6 s	**18,0 mm**	4 min
63 mm	24 s	8 s	**24,0 mm**	6 min

Nota Faena Fría (T < 10^circC): Aumentar tiempos de calentamiento en un 50% (20 mm → 7,5 s). Biselar extremo del tubo y verificar **dos anillos de polietileno visibles** sin girar las piezas.



Termofusión de un tubo y accesorio del sistema Fusiogas con termofusora a 260 grados

4. Radios de curvado y distancias reglamentarias (DS 66)

- **Radio Mínimo Curvado Cobre (Art. 48.1.5):** Rint ≥ 6 · Dext (Doblado solo con dobladora; prohibido a mano; arco máximo 90^circ).
- **Radio Mínimo Curvado Plástico (Art. 48.2.4):** Rint ≥ 25 · Dint (Sin uniones en la curva).
- **Curvas a Inglete (Art. 48.3):** Prohibidas taxativamente a 45^circ.
- **Llaves de Paso (Art. 49):** Altura entre **1,0 m y 1,4 m** sobre nivel de piso terminado (NPT), accesibles a la vista (Grado 1). Flexible ≤ 1,0 m.
- **Separación con Redes Eléctricas (Art. 46):** Mínimo **15 cm** en paralelo; mínimo **1 cm** en cruces con aislante dieléctrico.

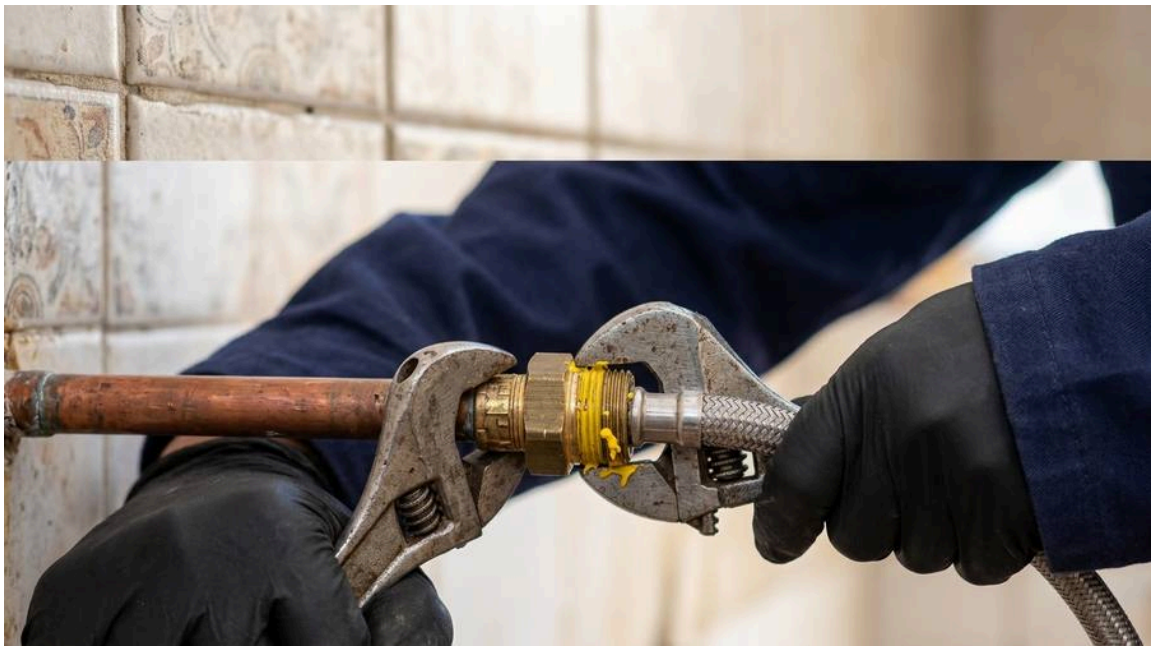


Soldadura fuerte con varilla de aleación de plata sobre una unión de cobre para gas

5. Los 5 errores fatales en terreno

1. **Soldar gas con estaño de agua:** Sello Rojo automático. La soldadura se desprende ante el calor.
2. **Usar teflón blanco sanitario:** Se degrada con el GLP en meses; usar únicamente traba anaeróbica (Loctite 577) o teflón amarillo de alta densidad.
3. **Instalar Cobre Tipo M:** Espesor de pared insuficiente; el DS 66 (45.2.2) exige al menos tipo L.
4. **Sobre-insertar en Fusiogas:** Empujar el tubo más allá del tope estrangula el paso de gas, ahogando los quemadores.
5. **Curvar tubos sin matriz:** Aplasta el diámetro interior y fisura la pared metálica.

Más imágenes de este tema



Transición metálica roscada con sellador autorizado para gas, apretada con dos llaves



Defecto de instalación en una red de gas: cañería sin protección, cerca del tablero eléctrico y sin soporte adecuado

Ficha N° 11 · Cálculo rápido de baterías y caídas de presión



Cilindro de 45 kg en uso con escarcha en la zona de contacto con el líquido, evidenciando el nivel y el enfriamiento

Tabla rápida de vaporización cilindros 45 kg (GLP)

Estimación de entrega de gas (kg/h) por un (1) cilindro de 45 kg, según temperatura ambiente y asumiendo llenado medio.

Temp. Ambiente (^circC)	Tasa de Vaporización Aprox. (kg/h)	Consumo que soporta
15^circC (Templado)	1,5 - 1,8 kg/h	Calefont 10L a 13L + Cocina
5^circC (Invierno moderado)	0,9 - 1,1 kg/h	Apenas un Calefont de 10L
0^circC (Helada)	0,5 - 0,7 kg/h	Solo una estufa grande o cocina

Si tu consumo supera la tasa, OBLIGATORIO instalar más cilindros en paralelo (Batería).

Valores de la tabla: orientativos de terreno (llenado medio). La razón de vaporización oficial es la Tabla XVIII del DS 66, expresada en **kW**: cilindro 45 kg intermitente = 44 kW (15 C), 37 kW (5 C), 34 kW (0 C), 30 kW (-5 C). Número de cilindros: N = Pit/Rv (ambos en kW).



Batería de dos cilindros de 45 kg conectados con inversor automático en un nicho exterior

Resumen de pérdida de carga (δ p) permitida

Para baja presión (<50 mbar), desde el punto de inicio (regulador/medidor) hasta el artefacto más lejano:

- **Gas Natural (GN):** Δ PMAX = 1,0 mbar *(cifra por verificar en el DS 66)*
- **Gas Licuado (GLP):** Δ PMAX = 1,5 mbar *(cifra por verificar en el DS 66)*

¿Cómo se controla? Aumentando el diámetro de la cañería a mayor distancia o mayor consumo.



Red de cobre tipo L con troncal y ramales hacia artefactos, con accesorios que aumentan la longitud equivalente

Caudal de reguladores de GLP (domiciliarios)

- **Básico:** 1,0 a 1,5 kg/h (Sirve para una cocina o estufa).
- **Intermedio:** 2,0 a 3,0 kg/h (Sirve para Calefont 10L-13L + Cocina).

- **Alto Caudal:** 4,0 a 6,0 kg/h (Para calderas o calefonts >16L).



Regulador de presión de primera etapa e inversor automático montados en la salida de los cilindros

Los 5 errores fatales en terreno

1. **Regulador subdimensionado:** Instalar un regulador de 1,0 kg/h para abastecer una casa con calefont de 14L, logrando que no caliente el agua por falta de caudal.
2. **Un cilindro para mucho consumo:** Poner solo un balón de 45 kg en zonas frías para caldera y cocina, provocando congelamiento del cilindro y apagones por pérdida de presión.
3. **Tubo de 1/2" para todo:** Hacer una red larga de 15 metros de largo para un calefont usando puro cobre de 1/2"; la caída de presión superará el 1,5 mbar y el calefont no rendirá.
4. **No usar inversor en baterías:** Conectar cilindros en paralelo sin válvula de retención ni inversor; al desconectar un cilindro vacío, el gas del lleno se escapará por ahí.
5. **Caseta sin ventilación inferior:** Construir un nicho de GLP cerrado herméticamente. Al ser más pesado que el aire, cualquier fuga requiere ventilación a ras de piso para disiparse.

Más imágenes de este tema



Cilindro cubierto de escarcha en invierno: baja la presión y el calefón se apaga

Ficha N° 12 · Ambientes, ventilaciones y conductos (DS 66)



Tiro térmico: los gases calientes de un calefón ascienden por el ducto y arrastran aire frío desde el ambiente

1. Requisitos de recintos y ventilaciones reglamentarias

Parámetro Normativo	Exigencia DS 66 (SEC)	Observaciones de Terreno
Volumen Mínimo Recinto	**V ≥ 8 m^3** (Para artefactos Tipo A)	Si VR < 8 m^3, prohibida su instalación sin comunicar recintos.
Ubicación Calefones	**Prohibido en baños y dormitorios**	Aplica a tiro natural, tiro forzado y cámara estanca (Sello Rojo).

Cota Celosía Inferior	**Borde inferior a ≤ 30 cm del piso**	**GLP: extremo superior de la abertura a ≤ 15 cm del suelo** (Tabla XXII).
Cota Celosía Superior	**Extremo inferior a ≥ 1,80 m del suelo, o a ≤ 40 cm del techo**	Tabla XXII. Tipo A con Pt > 16 kW y GLP: dos aberturas, cada una ≥ la mitad de la Tabla XXI.
Separación entre Celosías	**Mínimo 40 cm** radiales en fachada	Evita cortocircuito de aire viciado hacia la entrada inferior.
Área Libre Directa (Pt ≤ 25 kW)	**S ≥ 100 cm^2** (Directa) / **125 cm^2** (Indirecta)	Calculado libre de marcos y aletas (malla ≥ 6 mm).
Área Libre Directa (Pt > 25 kW)	**S ≥ Pt (kW) × 4 cm^2** (o 6 cm^2/ kW)	Sumar potencias de cocina + calefont + caldera en el recinto.



Una campana extractora en funcionamiento genera depresión y hace retroceder los gases del calefón

2. COMPENSACIÓN POR EXTRACTOR MECÁNICO (FÓRMULA f.9)

Cuando coexiste un calefont Tipo B de tiro natural con una campana extractora mecánica:

S1 = fracQ0,36

- S1: Sección adicional que debe sumarse al área de la ventilación inferior (cm^2).
- Q: Caudal máximo del extractor (m^3/h).
- *Regla práctica:* Para un extractor de 360 m^3/h, S1 = 1.000 cm^2. Si no es viable el calado, instalar **enclavamiento eléctrico** o cambiar a **calefont de tiro forzado** / **estanco**.



Rejilla de ventilación inferior de aire de combustión en el muro exterior de una logia

3. Conductos de evacuación y sombreretes

- **Tramo Recto Inicial (Tiro Natural, Art. 77.1.3 g): Mínimo 30 cm vertical recto** inmediatamente a la salida del collarín cortatiro antes del primer codo.
- **Pendiente en Tramos de Enlace: Pendiente ascendente mínima del 3%** hacia el conducto o sombrerete (prohibidos tramos horizontales o caídas).
- **Conservación de Diámetro:** Prohibido reducir el diámetro nominal del collarín de fábrica.
- **Ventilación:** no se puede usar el rebaje de la puerta como ventilación. *(Volumen mínimo de 8 m³, fórmula f.9, alturas de sombrerete y distancias de fachada: por verificar en el DS 66.)*
- **Sombrerete en Cumbrera (≤ 3 m):** Debe sobrepasar en **al menos 40 cm** la cumbrera o caballete más alto.
- **Remates en Fachada (Tiro Forzado):** Distancia mínima a ventanas o celosías: **≥ 40 cm**; a muros laterales con ventanas: **≥ 1,0 m**; a frontales: **≥ 3,0 m**. Entre sombreretes al mismo nivel: **≥ 60 cm**.
- **Conductos Colectivos Shunt:** Colector primario continuo + ramales secundarios con pozo de sólidos de 20 - 30 cm. **Prohibido conectar tiros forzados a shunts naturales.**

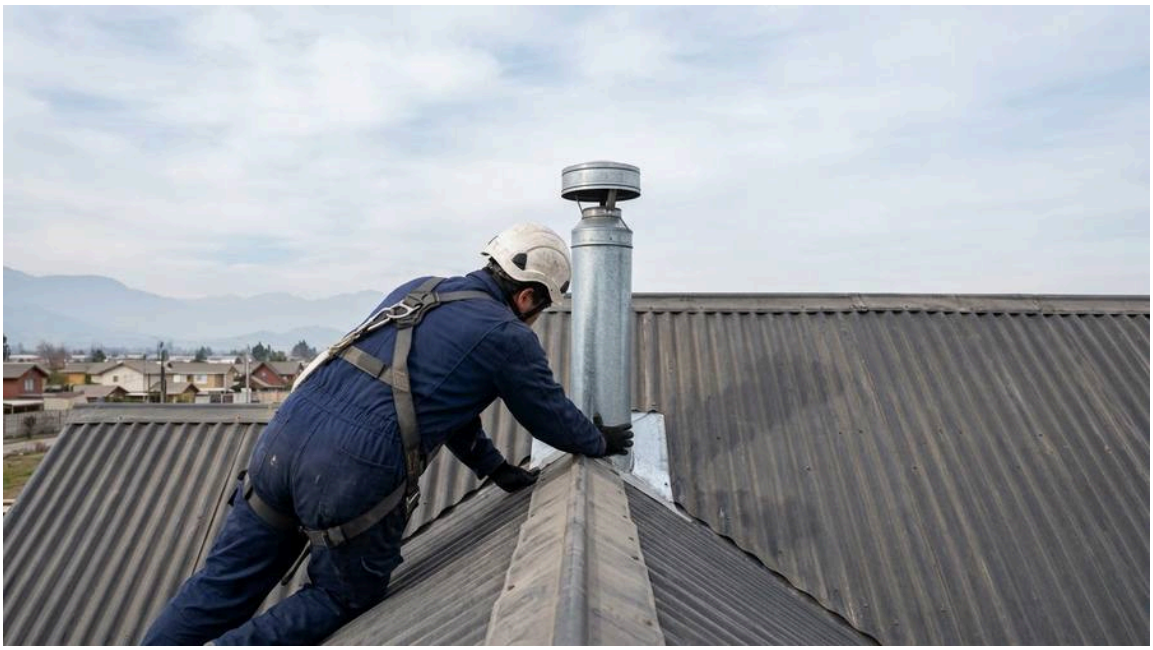


Comparativa de ventilación directa (al exterior) e indirecta (a través de un recinto contiguo)

4. Los 5 errores fatales de rechazo (sello rojo)

1. **Logia cerrada con termopanel:** Sella la renovación de aire, generando asfixia de oxígeno y emisión de monóxido de carbono letal.
2. **Campana extractora encendida revoca el calefont:** Genera depresión negativa que invierte el ducto succionando humos hacia la cocina.
3. **Falta del tramo vertical de 30 cm:** Codo instalado a la salida del cortatiro frena el ascenso convectivo, ahogando los quemadores.
4. **Pendiente invertida en ducto horizontal:** Retiene condensados ácidos y genera retorno de gases tóxicos.
5. **Calefont en baño:** Prohibición absoluta bajo cualquier condición por el DS 66.

Más imágenes de este tema



Remate de un ducto de evacuación sobre una techumbre inclinada con sombrerete a la altura reglamentaria



Corte de un edificio con ducto colectivo tipo shunt y ramales de cada piso



Perforación con sacanúcleos diamantado en un muro de hormigón para abrir una ventilación



Medición del tiro con micromanómetro diferencial en el cortatiro de un calefón

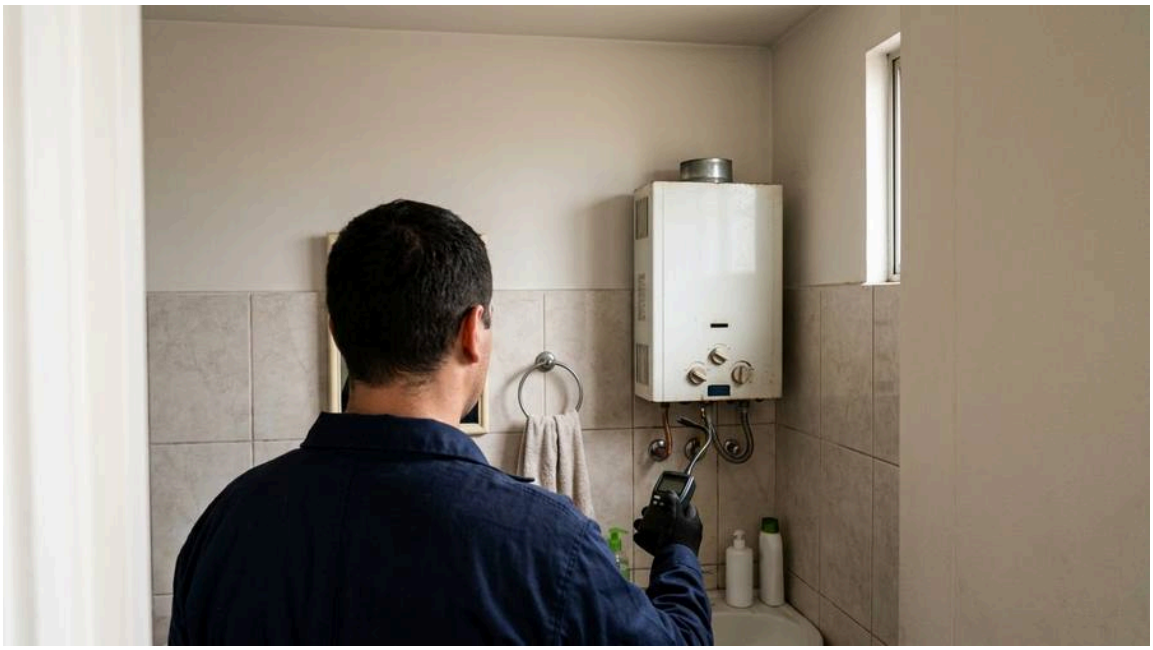
Ficha N° 13 · Hermeticidad y sellos SEC (TC6)



Detección de fuga con líquido espumante: burbujas que se forman en una unión roscada con microfuga

Parámetros de ensayo de hermeticidad (procedimiento DS 66)

Concepto	Valor Reglamentario
Presión de Prueba	Mínimo **3 veces la presión de servicio** (aumentos de hasta 10%). GLP: 2,7 kPa× 3 = 8,1 kPa (≈ 81 mbar)
Tiempo de Estabilización	**Al menos 15 minutos** (equilibrio térmico)
Tiempo de Observación	t (min) = V (m^3)× 214; **mín. 15 min, máx. 60 min**. Aprobada solo si NO hay variación
Instrumento	Manómetro digital o columna en U calibrado
Gas de Prueba	Aire o gas inerte (nitrógeno)
Juntas	Agua jabonosa u otro método similar; llaves intermedias abiertas y luego probadas
Respaldo	Se deja documento de respaldo. Con regulador de 2ª etapa, la red interior empieza a su salida



Defecto crítico de sello rojo: calefón de tiro natural instalado dentro de un baño sin ventilación

Defectos críticos (sello rojo)

Cualquiera de estos defectos implica **CORTE INMEDIATO** del suministro:

- Fuga de gas comprobada en la red o artefacto.
- Monóxido de Carbono (CO) ambiente > 50 PPM.
- Calefont instalado al interior de un baño o dormitorio.
- Ausencia total de conducto de evacuación o ventilaciones.



Montaje de la prueba manométrica de hermeticidad: manómetro y fuente de aire conectados a la red de gas

5 Errores fatales del instalador

1. **Omitir la estabilización:** Empezar a medir inmediatamente y dar falsas alarmas de fuga por caída térmica.

2. **Jabón con cloro:** Usar lavalozas doméstico barato en vez de un espumante neutro específico (recomendación técnica; el DS 66 admite agua jabonosa), iniciando corrosión verde en el cobre.
3. **Prestar la firma:** Firmar un TC6 de una obra hecha por un tercero sin haber supervisado las pruebas de hermeticidad.
4. **Prueba con gas licuado:** Usar el mismo gas combustible para dar presión de prueba a una red nueva.
5. **No calibrar instrumentos:** Usar un manómetro digital golpeado o descalibrado, arrojando medidas erróneas.



Aislamiento de los puntos de artefactos con tapones antes de presurizar la red

Script de cobro exprés (cliente con sello rojo)

"Entiendo la urgencia. La visita técnica incluye la conexión del manómetro certificado para descartar fugas y el levantamiento normativo. Cuesta 50.000. Si la fuga es reparable en el acto, el valor se abona a la normalización completa, la cual parte en150.000 e incluye la carpeta para que la Entidad Certificadora le otorgue el Sello Verde y le repongan el servicio. ¿Agendamos para esta tarde?"

Más imágenes de este tema



Revisión en terreno de la instalación de gas con la carpeta de checklist, de pies a cabeza



Localización de una fuga con detector electrónico de sonda flexible en una cañería de cobre



Medición de monóxido de carbono con analizador en la salida de gases de un calefón en funcionamiento

Ficha N° 14 · Calefont de tiro natural (piezoeléctrico)

FICHA DE TERRENO: CALEFONT TIRO NATURAL (PIEZOELÉCTRICO)

Comprobación de milivoltios en termocupla

Herramienta: Multímetro en escala 200 mV (Corriente Continua DC).

1. Sacar termocupla del calefont.
2. Poner punta roja en el conector central (trasero).
3. Poner punta negra en la tuerca de cobre (masa).
4. Calentar la puntera con un soplete pequeño o encendedor catalítico.
5. **Criterio**: decenas de mV; Berríos cita unos 40 mV en el bulbo calentado. No hay cifra de fabricante: compara con una termocupla sana del mismo modelo. (Una lámina de curso pide "1 V en escala 20 V": no la uses, no corresponde a una termocupla.)
6. **Mala**/**Agotada**: muy por debajo de una nueva (por ejemplo, pocos mV) o se demora mucho en subir. ¡Cambiar!

Despiece rápido: válvula de agua

1. Cortar llave de paso general.
2. Soltar tuercas de entrada y salida de la válvula.
3. Retirar los tornillos de la carcasa (generalmente 6 u 8). **Ojo con los resortes internos.**
4. Retirar membrana antigua. Revisar si hay microfisuras estirándola a contraluz.
5. Extraer platillo y vástago. Limpiar sarro con lija de agua al agua muy fina (grado 1000+).
6. **Crítico**: Cambiar el o'ring del prensaestopas.
7. Lubricar el vástago con grasa grafitada o molikote (Berríos) o la que indique el manual del modelo. Nunca aceite de motor.
8. Instalar membrana nueva (ojo con la muesca de posición).

5 Errores fatales en terreno

1. **Puentear la unidad magnética o trabarla abierta con alambre**: Anulas la seguridad. Si se apaga el piloto, la casa se llena de gas. Riesgo de explosión.
2. **Agrandar orificio del piloto con aguja**: Llama amarilla, tizne, hollín. Se limpia con pelo de acero o aire.
3. **Apretar a muerte la tuerca de la termocupla**: Se rompe la aislación de mica interna y se cortocircuita. Apriete suave pero firme.
4. **Lubricar el vástago de agua con aceite de motor o WD40**: Degrada rápidamente el o'ring de goma, causando fugas de agua hacia la válvula de gas.
5. **No revisar el ducto de evacuación (cañón)**: En equipos de tiro natural, un ducto tapado, sin sombrerete o con quiebre antes del tramo vertical recto de 30 cm (DS 66 Art. 77.1.3 g) mata a la familia por monóxido de carbono (CO). Siempre verificar el tiraje.

POTENCIA Y PRESIONES (Berríos y fabricantes)

- Potencia útil = L/min × salto C × 4,186 / 60. 10 L/min con salto de 25 ^circC = 17,44 kW (250 kcal/min); 5 L = 8,72 kW; 13 L = 22,67 kW; 16 L = 27,9 kW.
- Presión de conexión al calefont: GLP 28 a 37 mbar (butano / propano), GN 18 mbar. Manómetro de 0 a 40 mbar.
- Válvula de agua: presión máxima de agua 12 bar (Berríos; sobrepresión de Splendid ~12 bar).
- Termocupla: presionar la perilla unos 10 a 15 s según manual. Ducto liso, espesor ≥ 0,8 mm, tramo vertical ≥ 30 cm, sellado con silicona de alta temperatura. Probar ≥ 7 min al entregar.

> Datos SEC verificados CO ambiente mayor a 50 ppm = rechazo. CO corregido: 0 a 400 ppm verde; 400 a 1.000 ppm amarillo (15 días para encargar la reparación); más de 1.000 ppm rojo. Tiro aceptado si es menor que -2 Pa. Presión nominal: GLP 2,7 kPa, GN 1,8 kPa. Circuito abierto (tipo A o B) prohibido en dormitorios y baños (DS 66 Art. 70.1.3).

Ficha N° 15 · Calefont ionizado (a pilas)

Secuencia rápida de testeo con multímetro (método luis berríos)

Frente a un equipo muerto, inestable o con chispa infinita, sigue este orden. *Las fuentes no publican umbrales numéricos de microamperios ni de resistencias de contacto: el criterio es la ficha del modelo, la continuidad y la comparación con un equipo sano. Antes de abrir, aplica el procedimiento de seguridad del capítulo 18 (sección 3.1).*

1. **Pilas bajo carga**
    - Escala 20 V DC, con las pilas puestas. Mide en reposo y **con el agua abierta mientras chispea**.
    - La tensión no debe colapsar bajo carga. Modelos con piloto semipermanente: 1,5 V; sin piloto: 3 V (Núñez). Splendid digital: 1,5 V (2 pilas D en paralelo), aviso **PA** a 1,0 V.
    - Pilas alcalinas nuevas (nunca carbón-zinc). Cambiar cada 10 meses (Splendid). Revisar polaridad.

1. **Microswitch de flujo**
    - Desconecta el cable. Escala 200 Ω.

- Reposo (llave cerrada): **O.L.**. Accionado (llave abierta): conductor, resistencia cercana a cero, como un switch nuevo.
- Si marca una resistencia apreciable, hay sulfatación interna: chispa débil y válvula sin abrir. Cambiar.

1. **Electroválvula de gas**

   - Desconecta la ficha. Mide cada bobina (200 Ω o 2000 Ω) y compara con la ficha. Referencia real (Núñez, modelo con piloto semipermanente): **40 Ω el piloto (rojo) y 60 Ω los quemadores (verde)**. O.L. = bobina cortada.
   - Prueba con pila solo si el manual la admite, con la tensión del equipo. Debe sonar un "CLAC".

1. **Ionización (si enciende y se apaga a los pocos segundos)**

   - Multímetro en serie en µA DC entre el cable del módulo y la sonda, con el quemador encendido.
   - **Compara con un equipo sano.** Lectura nula, baja u oscilante = sonda sucia, desalineada o sin masa.
   - Limpia con alcohol isopropílico y, si hace falta, abrasivo muy fino y suave (nunca lija gruesa). Bujía a piloto: 3,5 a 4,5 mm (Splendid digital).

1. **Módulo y bujías:** escala 2000 kΩ con las puntas en las dos bujías: debe marcar continuidad (Berríos).

1. **Sensores de seguridad (antirrevoco y temperatura del serpentín):** normalmente cerrados. En frío deben conducir. Si cortan en caliente, corrige el tiro o el caudal; **nunca los puentees**. Tras un corte del antirrevoco, ventila el local ≥ 10 min antes de reencender.

PRESIÓN DE AGUA DE ARRANQUE (según manuales)

- Splendid ST 14-1 / 16-1: enciende a 0,15 bar con máximo caudal y 1,0 bar con mínimo caudal; caudal de encendido 3,8 L/min; presión máxima 10 bar.
- Splendid DE-TFEIS 10: 15 kPa (máx. caudal), 100 kPa (mín. caudal), 3 L/min.

5 Errores fatales en terreno

1. **Puentear el termostato de agua o el sensor de humos:** riesgo de vapor o de intoxicación por CO; deja el equipo fuera de certificación y te expone a responsabilidad civil y penal.
2. **Usar pilas de carbón-zinc:** su alta resistencia interna hace caer la tensión bajo carga.
3. **Limpiar la sonda con lija gruesa:** raya el metal y deja residuos que aíslan.
4. **Olvidar la masa del chasis:** cable de tierra suelto o sobre lata pintada y la ionización desaparece.
5. **Ignorar fugas de agua en la prensa de agua:** una microgota empapa el microswitch y lo sulfata en pocos días.

Datos SEC verificados CO ambiente mayor a 50 ppm = rechazo. CO corregido: 0 a 400 ppm verde; 400 a 1.000 ppm amarillo (15 días para encargar la reparación); más de 1.000 ppm rojo. Tiro aceptado si es menor que -2 Pa. Presión nominal: GLP 2,7 kPa, GN 1,8 kPa. Circuito abierto (tipo A o B) prohibido en dormitorios y baños (DS 66 Art. 70.1.3). Revisión de artefactos al menos anual (Art. 92).

Ficha N° 16 · Calefont de tiro forzado y digital

Tabla rápida de códigos de error (splendid, según manual)

- **Splendid tiro forzado (DE-TFEIS 10, C12):**
  - **10:** sensor NTC de entrada y/o salida desconectado o defectuoso.
  - **11:** fallo en la secuencia de encendido o extinción anormal de la llama.
  - **12:** falsa señal de llama (llama sin demanda de agua caliente).
  - **13:** sobretemperatura del termostato (> 75^circC).
  - **14:** sobretemperatura por sonda NTC (> 80^circC).
  - **15:** problema de evacuación de gases.
  - **16:** válvulas de gas desconectadas o en cortocircuito.
  - **17:** apagado por temporizador (no es falla).
- **Splendid digital de tiro natural (ST 14-1 / 16-1):**
  - **E0:** la llama se apaga después del primer minuto. **E1:** piloto no enciende o sin señal de ionización. **E2:** tiempo máximo de uso de 1 hora (normal). **E4:** llama detectada al dar el agua. **E5:** NTC de salida abierto. **E6:** NTC de salida en corto o 85^circC. **E7:** llama se apagó 5 veces seguidas. **E8:** sensores de seguridad. **SA:** NTC de entrada abierto o sin señal del flowsensor. **LC:** límite de capacidad. **PA:** pila agotada. **EN:** encendido. **FS:** fuera de servicio.
- **Otras marcas:** consulta el manual del modelo (los códigos de versiones anteriores se retiraron por falta de fuente).

Sensores NTC: método comparativo

Las fuentes no publican la curva de cada marca. La tabla siguiente es solo el cálculo teórico de un NTC genérico de 10 kΩ a 25^circC, B=3950: sirve para ver la forma exponencial, no como curva de Splendid.

- 25^circC≈ 10,0 kΩ; 40^circC≈ 5,3 kΩ; 60^circC≈ 2,5 kΩ; 80^circC≈ 1,3 kΩ.
- **Prueba útil en terreno:** con el equipo frío, las sondas de entrada y de salida deben leer **casi lo mismo**. Al calentar una, su resistencia debe bajar de forma suave. O.L. o casi cero, o saltos bruscos: sonda mala.

Evacuación, presostato y extractor

- **Qué usa tu equipo:** el Splendid de tiro forzado informa "sensor de apagado por obstrucción de ducto" (código 15); el material de Fenix menciona presostato en los 10 y 13 L. Revisa el manual del modelo.
- **Presostato:** presión de conmutación rotulada en la carcasa. En reposo: O.L.; con el ventilador o con la jeringa: cierra.
- **Prueba con jeringa de 50 cc** conectada a la toma "–" con manguera de silicona: debe oírse un clic y haber continuidad.
- **Orden de revisión del código 15:** ducto (longitud máxima 4 m en el DE-TFEIS 10; cada codo de 90^circ resta 80 cm y cada codo de 45^circ resta 50 cm) → giro libre de la turbina → 220 V en el motor → condensador (capacímetro) → mangueras y Venturi → recién entonces la placa.
- **Mangueras de silicona:** secar y purgar toda gota de condensación en invierno.

DATOS DEL SPLENDID DE-TFEIS 10 (manual)

Potencia útil 18,1 kW (mínima 3,8 kW); consumo 19,7 kW (mínimo 6,1 kW) → rendimiento ≈ 92 %. Rango 35 a 65^circC. Caudal de encendido 3 L/min; presión de agua máxima 10 bar. Ducto 60/100 mm. Red 220 V; **tierra e interruptor diferencial obligatorios** (fabricante). Encendido: 2 ciclos de 8 s. Bujías a unos 4 mm del quemador.

5 Errores fatales en terreno

1. **Soplar con compresor el presostato:** rompe la membrana. Usa jeringa.
2. **Puentear el presostato, el control de evacuación o las sondas:** riesgo de CO o sobrecalentamiento.
3. **Instalar el ducto con pendiente hacia adentro:** el condensado ácido escurre al motor. Sigue la pendiente del manual.
4. **Instalar un tipo B (B22/B23) en baño o dormitorio:** prohibido por el DS 66 (Art. 70.1.3). Un tipo C certificado no está alcanzado por esa prohibición (confirma en el manual y la certificación).
5. **No verificar la tierra y el diferencial:** el fabricante los exige; sin ellos, fallas fantasma en la tarjeta.

Datos SEC verificados CO ambiente mayor a 50 ppm = rechazo. CO corregido: 0 a 400 ppm verde; 400 a 1.000 ppm amarillo (15 días para encargar la reparación); más de 1.000 ppm rojo. Tiro aceptado si es menor que -2 Pa. Presión nominal: GLP 2,7 kPa, GN 1,8 kPa. Circuito abierto (tipo A o B) prohibido en dormitorios y baños (DS 66 Art. 70.1.3). Distancia de ventilaciones al sombrerete de tipo B forzado o C: ≥ 40 cm (Art. 70.2.2 e.1).

Ficha N° 17 · Cocinas y conversión de gases (GLP y GN)

Tabla rápida: diámetros de inyectores (datos de fabricante)

Datos del manual de cocinas Mademsa (centésimas de mm, GLP / GN). ***No sustituyen el kit certificado del modelo*** *(DS 66 Art. 91.3.2 e). Presión de alimentación: 28 mbar GLP y 18 mbar GN.*

Quemador	Potencia	Inyector GLP / GN	Consumo GLP
Semirrápido	1,6 kW	65 / 90	115 g/h
Rápido	2,6 kW	85 / 115	182 g/h
Horno central (opcional)	2,95 kW	80 / 125	223 g/h

- **Regla del protocolo CADES:** varnothingGN=1,35×varnothingGLP si la presión dinámica de GLP es >200 mm.c.a., y 1,45× si es menor; se redondea por defecto a 0,05 mm. Úsala solo para **verificar el orden de magnitud**, no para fabricar inyectores.
- **Chequeo de potencia:** en GLP son unos 72 g/h por cada kW.
- **Calefones (Berríos, GLP / GN):** 5-7 L: 0,69-0,70 / 1,25-1,30 mm; 11-13 L: 0,70-0,71 / 1,35-1,50 mm; 16-18 L: 0,76 / 1,70-1,75 mm.

Ajuste de mínimo (tornillo by-pass)

Ubicado en la llave del quemador, junto al vástago (retira la perilla).

- **De GN a GLP (práctica general):** apretar a fondo el tornillo.
- **De GLP a GN (práctica general):** desenroscarlo hasta lograr una llama mínima estable.
- **Criterio definitivo del manual:** llama reducida pero estable, que no se apague al pasar de golpe

de máximo a mínimo (en el horno, también al abrir o cerrar la puerta con violencia).

- **Horno (Tabla A de Mademsa):** quemador central, piloto y lateral: **sin regulador de aire en GLP y con regulador en GN**.

Comprobaciones finales (protocolo cades)

1. Hermeticidad de las conexiones con detector de gas o agua jabonosa con pincel.
2. Llama estable en todo el perímetro, sin retroceso ni desprendimiento, y que no se apague en mínimo.
3. Dispositivos de seguridad por extinción de llama operativos.
4. CO ambiente: sonda a 1,5-1,7 m del piso y a 1 m del artefacto; 5 min de funcionamiento en cocinas, 10 min en estufas. Rechazo si >50 ppm.
5. En calentadores: presión en la rampa, combustión y tiro; "Certificado de Puesta en Marcha" si hay conducto de evacuación.

5 Errores fatales en terreno

1. **Agrandar espreas con agujas:** deforma el orificio, produce llama descontrolada y CO. (El protocolo CADES solo admite adaptar con broca calibrada, a mano y con cálculo, como excepción; lo normal es el kit.)
2. **No ajustar el aire primario:** llama amarilla por asfixia del quemador.
3. **Olvidar el tornillo de mínimo:** la cocina se apaga sola al bajar el fuego.
4. **No revisar la termocupla del horno:** el horno se apaga al alcanzar temperatura si la llama baja ya no la calienta.
5. **No dejar etiqueta de conversión:** el DS 66 no define su texto para el artefacto (solo los rótulos de arranque sin artefacto, Cuadro VIII, y de vivienda sin conversión, Cuadro IX), pero es buena práctica dejar fecha, gas y instalador. Convertir sin autorización puede anular la garantía.

Datos SEC verificados CO ambiente mayor a 50 ppm = rechazo. CO corregido: 0 a 400 ppm verde; 400 a 1.000 ppm amarillo (15 días para encargar la reparación); más de 1.000 ppm rojo. Tiro aceptado si es menor que -2 Pa. Presión nominal: GLP 2,7 kPa, GN 1,8 kPa. Circuito abierto (tipo A o B) prohibido en dormitorios y baños (DS 66 Art. 70.1.3). Conversión: Arts. 88 a 91.

Ficha N° 18 · Diagnóstico de calefont con multímetro

Antes de abrir un artefacto de gas (DS 66, 44.1)

1. Confirma que puedes intervenir (instalador SEC de la clase correspondiente; intervención menor, Art. 90).
2. Ventila el recinto y verifica ausencia de gas (44.1.3). **Si hay olor:** cierra el gas, abre ventanas, no accionar interruptores, sin llamas, llama a emergencia.
3. Sin fuego ni fuentes de ignición, no fumar (44.1.1 y 44.1.2).
4. Cierra el gas (artefacto y general) y comprueba que no sale (44.1.4).
5. Corta la energía: retira pilas o desenchufa (220 V).
6. Cierra el agua si abrirás el cuerpo de agua; alivia presión. Deja enfriar.
7. Guantes, lentes, extintor a mano. Registra el estado inicial y los códigos. **No puentees nada.**
8. Al cerrar: verifica estanquidad con agua jabonosa (44.1.6, Art. 90), prueba el equipo, mide CO. Si no queda seguro: déjalo bloqueado y avisa por escrito (44.1.7).

Árbol de decisión rápido en terreno

```
[ABRIR LLAVE ACS]
[¿HAY CHISPA?] [HAY CHISPA PERO...]
(NO HAY CHISPA) (CHISPA DÉBIL) (NO SALE GAS) (PRENDE Y SE APAGA)
- Pilas bajo carga - Switch con R - Bobina O.L. - Ionización baja
- Switch no cierra - Bornes sulfato - Presostato no cierra - Falta masa GND
- Sensor abierto en frío - Pilas gastadas - Válvula trabada - Bobina O.L.
```

Tabla de criterios de medición

Las fuentes (Berríos, Núñez, Splendid) fijan escalas, continuidad y algunos datos puntuales; no publican rangos numéricos de µA ni de resistencias de contacto. Criterio: ficha del modelo, continuidad y comparación con un equipo sano.

Componente	Escala	Criterio de aceptación	Señal de falla
Pilas (bajo carga)	20 V DC	No colapsa con la chispa; lejos del aviso del fabricante (PA a 1,0 V en Splendid digital)	Cae marcadamente
Microswitch	200 Ω	Abierto en reposo; casi 0 Ω accionado	Resistencia apreciable accionado
Electroválvula	200 Ω / 2000 Ω	Valor de la ficha (Núñez: 40 Ω piloto, 60 Ω quemadores)	O.L. o casi cero
Ionización	µA DC en serie	Comparable a equipo sano	Nula, baja u oscilante
Sensores antirrevoco y temperatura	200 Ω	Continuidad en frío (normalmente cerrados)	Abiertos en frío
Termocupla	200 mV DC	Decenas de mV (Berríos: ≈ 40 mV), subiendo rápido	Muy baja o lenta
Módulo y bujías	2000 kΩ	Continuidad	Sin continuidad
Sonda NTC	kΩ	Entrada y salida casi iguales en frío; baja suave al calentar	O.L., casi cero o saltos
Presostato	200 Ω	Abierto en reposo; cierra con ventilador o jeringa	Pegado o no cierra
Motoventilador	750 V AC / Ω	220 V al operar; continuidad	Sin tensión o O.L.
Condensador	µF	Cercano al valor rotulado	Menos de 80 % del rotulado (criterio práctico)
Masa de chasis	200 Ω	Casi 0 Ω	Resistencia alta (pintura u óxido)

5 Errores fatales en terreno

1. **Cambiar la placa sin medir:** gastar mucho más cuando el problema era un microswitch sulfatado de bajo costo.
2. **Usar puntas gruesas en terminales molex:** ensanchan los pines y crean fallas intermitentes. Usa puntas de aguja.
3. **Dejar las puntas en la entrada de corriente y medir tensión:** corto y fusible quemado. Vuelve siempre a la entrada de tensión.

4. **Medir las pilas solo en reposo:** una pila gastada puede verse bien en reposo y colapsar con la chispa.
5. **Puentear seguridades térmicas o de humos:** deja el equipo fuera de certificación y te expone a responsabilidad civil y penal. Si un sensor se abre, se diagnostica la causa o se cambia el repuesto.

Cómo explicar el diagnóstico al cliente

"Medimos los componentes con el multímetro y comparamos con la ficha del equipo. La falla estaba en [componente]: [explicación breve en una frase]. Lo reparamos o reemplazamos, repetimos las mediciones y medimos el monóxido de carbono. Le dejo el informe con las lecturas antes y después y las recomendaciones de mantención anual." El valor del servicio se cotiza como referencia orientativa de mercado en Chile (2026), varía por zona y complejidad; verifique antes de cotizar.

> Datos SEC verificados CO ambiente mayor a 50 ppm = rechazo. CO corregido: 0 a 400 ppm verde; 400 a 1.000 ppm amarillo (15 días para encargar la reparación); más de 1.000 ppm rojo. Tiro aceptado si es menor que -2 Pa. Presión nominal: GLP 2,7 kPa, GN 1,8 kPa. Circuito abierto (tipo A o B) prohibido en dormitorios y baños (DS 66 Art. 70.1.3).

Ficha N° 19 · Termosolares y calefonts híbridos

Uso: guía rápida de terreno para smartphone o libreta técnica.

Instrumental: termómetro de inmersión o infrarrojo, manómetro, llaves, producto desincrustante apropiado para la válvula mezcladora.

Cobro: referencia orientativa de mercado en Chile (2026), varía por zona y complejidad; verifique antes de cotizar.

1. Protocolo de diagnóstico en 4 pasos

1. **Temperatura en el estanque:** mide la salida de agua caliente del acumulador solar. Compara con la ficha del equipo.
2. **Válvula mezcladora termostática (VTM):**
    - La tubería de salida mezclada hacia la casa debe sentirse tibia soportable (ajuste de 45^circC o menos con niños y adultos mayores).
    - Si sale fría con el estanque muy caliente, el cartucho de la VTM está trabado por cal.
3. **Válvula de seguridad y presión:** que no gotee de forma continua. Si gotea con el estanque frío, revisa la presión de red y del circuito según la ficha del fabricante. Revisa su desgaste (CADES).
4. **Acople con el calefont:**
    - El calefont debe recibir el agua ya mezclada. Con agua solar sin mezclar, un calefont no modulante se bloquea por sobretemperatura.
    - Ejemplo: potencia útil mínima 5,8 kW a 8 L/min eleva al menos 10,4^circC (agua a 42^circC sale a 52,4^circC).
    - Un calefont con función solar (Splendid DE-TFEIS 10) entrega el diferencial programado de forma modulante; la temperatura exacta en que apaga el quemador la define su manual.

2. 5 Errores fatales con sistemas solares en terreno

1. **Llenar un colector recalentado con agua fría:** riesgo de choque térmico. Sigue el manual del

fabricante (práctica habitual: llenar temprano o de noche).

2. **Omitir la válvula mezcladora termostática:** agua muy caliente directo a las cañerías y a la ducha provoca quemaduras y daña uniones.
3. **Conectar un termosolar a un calefont convencional sin mezcladora ni bypass:** apagados continuos por sobretemperatura.
4. **Olvidar el ánodo de magnesio y la revisión de la válvula de seguridad:** el acumulador se corroe; la válvula gastada somete el sistema a más presión (CADES).
5. **Cargar el circuito con presión en frío cercana a la máxima de seguridad:** provoca vaciado parcial o total del circuito (CADES).

3. Cómo explicarlo al cliente

- **Problema:** *"El agua del termosolar puede llegar muy caliente en verano; sin la válvula mezcladora correcta, su calefont se confunde, se bloquea y puede quemar a alguien."*
- **Solución:** *"Con una válvula termostática regulada a 45 grados o menos, usted usa el agua del sol con seguridad y el calefont solo completa lo que falta en los días nublados."*
- **Cierre:** *"El servicio de regulación y mantención tiene un valor de $[monto] y deja constancia por escrito de las mediciones."* (No prometa cifras de ahorro: dependen de cada vivienda.)

Marco normativo El calefont de apoyo se instala con conducto de evacuación al exterior (DS 66 Art. 77.1.1) y, si es de circuito abierto, no puede ir en baños ni dormitorios (Art. 70.1.3). CO ambiente mayor a 50 ppm = rechazo. La parte solar (válvulas, venteo, presión de carga) sigue el manual del fabricante.

¿Te sirvió? ¿Le falta algo? ¿Hay un error?
Escríbenos al +56 9 5640 9512 diciendo el número de la ficha y qué viste. Lo revisamos, lo corregimos y volvemos a publicarla. Este material se arregla con lo que avisa el que lo usa en terreno.