Documento: **Qp-7**

UNIDAD CONSTRUCTIVA

EJEMPLOS Y CONCRECIONES EN LA REALIZACIÓN DE LAS CUBIERTAS PLANAS

DESCRIPCIÓN

Desarrollo práctico de varios aspectos metodológicos en la forma de llevar a cabo algunos puntos concretos de la realización de las cubiertas planas, para lo cual se incluyen ejemplos y concreciones explicativas.

DAÑO

HUMEDADES POR FILTRACIÓN

ZONAS AFECTADAS DAÑADAS

Cubierta plana, forjado, revestimientos del techo

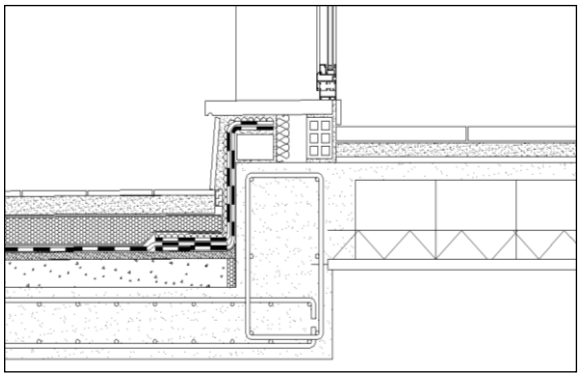

Fig. 1: Detalle de una impermeabilización bituminosa en su encuentro con el umbral de la puerta de acceso a una azotea

Fig. 2: Cubierta-parking para tráfico ligero

El presente Documento Técnico se difiere de los anteriores publicados para las cubiertas planas, por cuanto éste pretende ser un apoyo didáctico y preciso de cómo afrontar ciertos aspectos para la realización de algunos puntos de esta unidad de obra. Así pues, se incluirán a continuación una serie de ejemplos y concreciones que desarrollarán varias indicaciones ya presentes con anterioridad, como propuestas metodológicas en las formas de llevarlas a cabo.

RECOMENDACIONES TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS

❖ EJEMPLOS

❶ ➢Ejemplo de utilización de la tabla para el cálculo de cazoletas y bajantes

Ampliación de información del Documento Qp-2

En estos Documentos de Orientación Técnica en Edificación se han concebido algunos instrumentos específicos de cálculo que desarrollan, concretan y facilitan el cumplimiento de la normativa vigente. Este sería el caso de la Tabla 1 de la página 5 de la ficha Qp-2 [CAZOLETAS Y SUMIDEROS EN CUBIERTAS PLANAS] en donde se hace una propuesta ágil y concentrada para determinar el número y diámetro de las cazoletas y bajantes a disponer en una azotea.

A continuación, vamos a desarrollar un ejemplo práctico que facilite al lector la forma de utilización de ésta y las consideraciones a tener en cuenta en 7 pasos:

1)-Esta tabla pretende ser un compendio que agrupe los requisitos indicados en el CTE sobre estos aspectos, bajo un prisma conservador, e incluyendo además otros criterios constructivos propios adicionales. En este sentido, para cumplir todos los parámetros aquí indicados, realmente habría que acudir a estos apartados del Código:

- Apartado 5.1.3.1 del DB-HS-5: SUPERFICIE DE LA BOCA DE LAS CAZOLETAS.
  → *Este aspecto se ha tenido en cuenta en la séptima y novena columna de la tabla.*
- Apartado 4.2.1.2 del DB-HS-5: NÚMERO DE SUMIDEROS EN FUNCIÓN DE LA SUPERFICIE DE CUBIERTA.
  → *Este aspecto se ha tenido en cuenta en la primera y segunda columna de la tabla.*

- Apartado 4.2.3.1 del DB-HS-5: BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES.
  → *Este aspecto se ha tenido en cuenta en la segunda y sexta columna de la tabla, intentando compatibilizarlo con las superficies indicadas en la tabla 4.6 del DB-HS-5.*

- Apéndice B del DB-HS-5: OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD PLUVIOMÉTRICA.
  → *Este aspecto se ha tenido en cuenta en la segunda, tercera, cuarta y quinta columna de la tabla.*

2)-En la tabla se entra por las columnas que están sombreadas de gris, en concreto e inicialmente, a partir de la segunda y tercera columna. La cuarta columna es el desarrollo para el caso de i=70, debiendo variar los datos que aquí aparecen en función de la intensidad pluviométrica que tengamos en cada caso, colocando aquí las áreas que surjan de la formulación de la tercera columna:

$$Ss_{inf} \leq S_n < Ss_{sup} \quad ; \quad \text{siendo:} \quad Ss_{inf} = S_{inf} \,/\, (i/100) \quad \text{y} \quad Ss_{sup} = S_{sup} \,/\, (i/100)$$

En el caso de i=100, los valores de la cuarta columna serían los mismos que los de la segunda.

3)-Consideremos que tenemos una superficie de cubierta de 350m^2. Entrando por la segunda columna observamos que dicha superficie está encuadrada en la quinta situación ($318 \leq S_5 < 500$), por lo que yendo a la primera columna sabemos que la misma debería tener en total 4 udes. de estos elementos.

4)-Deberemos dirigirnos ahora a la figura 1 del apéndice B del DB-HS-5 y ver si la ciudad en donde está nuestro edificio está situada en la zona A o en la zona B. Posteriormente verificaremos qué isoyeta es la más próxima a dicha localidad. Para el ejemplo, vamos a considerar que estamos en la zona B e isoyeta 30, con lo cual el valor de i es 70 (por esta razón la 4ª columna está en color marrón, dado que es variable).

5)-Hay que tener en cuenta que cuando estamos en una intensidad pluviométrica diferente a 100mm/h, debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida *(la que figura en la segunda columna de la tabla)* tal que: **f = i / 100**. De esta manera la horquilla de superficies que teníamos (de 318m^2 a 500m^2) quedaría en un intervalo de 454m^2 a 714 m^2. Desplazándonos a la sexta columna, vemos que para esta superficie deberíamos colocar un bajante de diámetro 110mm (este diámetro nos serviría realmente para dar servicio hasta un área de 829m^2 como máximo, pero en este caso disponiendo ya 5 cazoletas en lugar de 4).

6)-Posteriormente debemos calcular el diámetro de la cazoleta, de forma que la misma cumpla el apartado 5.1.3.1 del DB-HS-1. En la séptima columna de la tabla apreciamos que dicho diámetro deber ser de 125mm.

7)-Puede darse el caso de que el D.O. o el D.E.O. consideren una de estas opciones:

a)-Que deseen que todas las bajantes sean de ∅90 para estandarizar e igualar todas en la obra.
b)-Que no quieran poner diámetros superiores de bajantes para no tener que poner pasatubos de mayor área durante la ejecución de los forjados, dado que éstos pueden quitar más volumen resistente al elemento en el que se ubiquen.
c)-Que deseen poner siempre cazoletas de ∅110, dado que no siempre existen o están disponibles de forma habitual cazoletas de mayores dimensiones.

En esta situación, podemos optar por ir a las columnas 8 y 9 y configurar la solución constructiva disponiendo 2 o más bajantes de ∅90 y cazoletas de ∅110.

❷ ➢Ejemplo de resolución del cierre sobre cazoleta en cubierta de solado flotante

Ampliación de información del Documento Qp-6

En ocasiones deberemos prever algún sistema de inspección y mantenimiento de algunos de los puntos singulares de las cubiertas planas, pues esto es fundamental para el buen funcionamiento de las mismas durante su periodo de vida útil.

En el caso de las cubiertas con solado flotante (sobre *plots* o con baldosas de aislamiento incorporado) debería preverse una señalización y fácil acceso a los puntos donde estén ubicadas las cazoletas y bajantes. En la Figura 3 se hace una propuesta de ello. En este punto singular es muy interesante efectuar una arqueta con rejilla sobre el sumidero, o alternativamente, una lámina drenante con geotextil en la base del aislamiento (en las soluciones de baldosa con aislante integrado de XPS).

Fig. 3: Esquema de baldosas con un pasador incorporado para permitir su elevación, inspección y posterior mantenimiento (Dibujo izquierdo: para sistema sobre 'plots' ; Dibujo derecho: sistema con aislante XPS integrado)

Por otra parte, en ciertas situaciones se prevé la colocación de una capa de reparto (de mortero de cemento) sobre el aislante de XPS para intentar conseguir un mayor lastrado del mismo; indicar, que este diseño puede tener el inconveniente de que dicha capa pueda fisurarse por la inestabilidad de las planchas de poliestireno, por lo que sería necesario incorporar un armado.

❖ CONCRECIONES

A continuación, vamos a desarrollar y concretar algunos aspectos tratados en las fichas anteriores dedicadas a las cubiertas planas, al objeto de ilustrar algunas ideas para su mejor desarrollo en obra.

❸ ➢Concreción sobre el extendido de las láminas para minimizar las lesiones

Ampliación de información del Documento Qp-1

En la puesta en obra de la membrana impermeabilizante es aconsejable que no se deje sin cubrir ésta demasiado tiempo, y que se ponga la siguiente capa cuanto antes para no favorecer el inicio de procesos de deterioro superficial. Por su parte, en épocas con temperaturas muy bajas es conveniente verificar que no se producen fragilizaciones en las láminas durante su puesta en obra.

❹ ➢Concreción sobre las uniones y solapes en láminas impermeabilizantes

Ampliación de información del Documento Qp-1

•*Láminas impermeabilizantes de PVC-P*:

Como se dijo anteriormente, la ejecución de las uniones en frío de las láminas de PVC-plastificado (PVC-P) hay que hacerlas mediante soldadura química, es decir, con un disolvente tipo THF[1] en solapes; y en zonas difíciles de acceder con máquinas de aire caliente.

Tanto para este tipo de uniones, como para las soldaduras en caliente, si quisiéramos dotar a los solapes de mayor seguridad y mejorar el acabado, aplicaríamos al lado del borde superior de la lámina que queda sobrepuesta, un cordón de sellado de PVC líquido.

Dada la naturaleza de las láminas de PVC-P en las que es necesario contrarrestar el efecto de retracción que tienen, deberemos utilizar también –en ciertas ocasiones (como en cubiertas tipo deck)– fijaciones mecánicas (en cuyo caso el solape entre láminas será ≥10cm). En función de las necesidades, cálculo de las succiones de viento y ubicación del extremo de la lámina, podremos recurrir a una tornillería individual o a un perfil continuo para su sujeción.

→ En el primer caso, los tornillos irían acompañados por discos de fijación (arandelas) en sus cabezas y separados entre sí 10-15cm aproximadamente dependiendo de cada situación y del cálculo de las fijaciones *(toda la banda en donde estén colocadas estas fijaciones deberá quedar detrás y cubierta por la soldadura -que serán* ≥5cm*-)*.

→ En el segundo caso, deberemos acudir a la colocación de perfiles o chapas galvanizadas fijadas mecánicamente al soporte cada ≤20cm, debiendo de ser éstos colaminados o plastificados con PVC cuando se sitúen por debajo del plano de la lámina impermeabilizante (para garantizar la adherencia con ella). Si se sitúan por arriba no es necesario que estén colaminados.

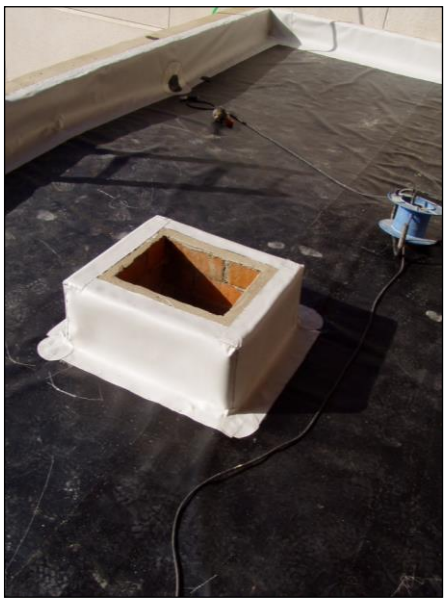

Fig. 4: Disposición de una lámina impermeabilizante de PVC-P (en este caso, la de color blanco es resistente a la intemperie).

•*Láminas impermeabilizantes de TPO*

Los conceptos generales que se aplican en este material, son análogos a los de las láminas de PVC-P.

•*Láminas impermeabilizantes de EPDM*

Las láminas vulcanizadas de caucho sintético 'etileno-propileno-diéno-monómero' pueden realizar su unión mediante tres procedimientos diferentes (la primera de ellas con tres variantes). A continuación, citamos cuáles son, así como las etapas en que deben de desarrollarse cada una de ellas:

1A-Solape encolado: a)-Los laterales a solapar de cada una de las láminas deben de estar limpios; esta limpieza puede hacerse con un producto específico o mediante agua jabonosa, posterior aclarado y secado final de toda la zona. Imprimación.

[1] El tetrahidrofurano (THF) es inflamable, por lo que habrá que tomar siempre las debidas precauciones con el mismo.

b)-Aplicación en ambas láminas del adhesivo de solape[2] [de polímeros sintéticos] teniendo precaución porque es inflamable.

c)-Tiempo de espera hasta que el adhesivo llegue al punto de "tacking", que deberemos comprobar tocando con el dedo *(≈10min. según la climatología)*.

d)-Plegado de una lámina sobre la otra y realización de presión con un rodillo.

e)-Aplicamos un cordón de sellado[3] al borde del solape de la lámina superior con una masilla de caucho-butilo. Después, la asentaremos con una espátula.

1B-Solape con banda: Se sigue un proceso parecido al anterior pero el pegado se consigue mediante la interposición de una banda de adherencia rápida de doble cara.
Antes de colocar esta banda autoadhesiva no vulcanizada, el ancho de las zonas donde irá pegada necesitarán que las imprimen previamente (utilizando una brocha). En este procedimiento no será necesario aplicar después el cordón de sellado lateral con masilla.

1C-Solape térmico: Mediante la aplicación directa de calor entre el solape de 'láminas adaptadas' *(se les ha colocado en ambas orillas, y en caras opuestas, un film termoplástico).*

2-Por cinta y a testa: a)-Las láminas se colocan una al lado de la otra a testa o hueso (sin solapar).
b)-Colocación de cinta termosoldable en el encuentro entre láminas, solapando sobre el lateral de cada una de ellas.
c)-Aplicación de calor (con boquilla a ≈550ºC) y de presión (con rodillo).

3-Por alta frecuencia: Dada su singularidad, debe de llevarse a cabo en taller.

❺ ➢Concreción sobre la realización de las juntas de movimiento de los pretiles

Ampliación de información del Documento Qp-4

Las juntas de movimiento de estos paramentos es conveniente resolverlas de la siguiente forma:

a)-En la parte central del ancho de los pretiles (excepto los últimos centímetros externos de cada lado), se dispondrá un material independizador entre los laterales de éstos (por ejemplo, una plancha de poliestireno expandido, en el caso de paramentos de dos hojas).

b)-En la parte externa del pretil (plano de fachada), colocación de un cordón de relleno compresible (obturador cilíndrico) y sellado de la junta con una masilla elástica (en formación geométrica tipo diábolo y una profundidad de al menos 1cm). Se tendrá en cuenta también que:

b1)-La relación ancho/profundidad de este sellado debería estar comprendida entre 0,5 y 2.
b2)-Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficiente para absorber los movimientos previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos.
b3)-En fachadas enfoscadas, el sellante debe enrasarse con el paramento de la hoja exterior sin contar con el grueso del mortero.
b4)-El revestimiento exterior de los pretiles debe estar provisto también de sus correspondientes juntas, de tal forma que la distancia entre éstas sea suficiente para evitar su fisuración.

c)-En la parte interna inferior del pretil, en el tramo donde sube verticalmente la impermeabilización de la cubierta, los pasos a seguir[4] serían:

c1)-Es conveniente asegurarse previamente que los bordes de las juntas de movimiento sean romos, con un ángulo de 45º aprox. y que la anchura de la junta sea ≥3cm.
c2)-Aplicación de pintura de imprimación en la superficie (de naturaleza compatible con la impermeabilización), extendida en una anchura de ≥30cm y centrada en la junta.
c3)-Disposición de dos bandas laterales de adherencia, del mismo material que el impermeabilizante de la cubierta, de una anchura de ≥30cm.
c4)-Faja de refuerzo, colocada en forma de lira o bucle, del mismo material impermeabilizante, de ≥40cm de anchura y adherida a cada banda lateral de adherencia.
c5)-Colocación, en ambos lados, de la impermeabilización general hasta el borde de la junta.

---

[2] Normalmente se queda un borde exterior de limpieza, libre de aplicación del adhesivo, de forma que la soldadura mínima sea ≈7,5cm y el solape de ≥10cm.

[3] Está diseñado para sellar los bordes descubiertos de las juntas entre láminas de EPDM o donde se haya cortado la banda rápida de adherencia. Es inflamable. Se presenta en cartuchos y debe aplicarse (según condiciones atmosféricas en la obra) al menos 4horas después de haberse ejecutado los solapes.

[4] Las fases indicadas en este apartado C están concretadas para el caso que la impermeabilización de la cubierta sea bituminosa, de no ser así, deberán de hacerse las adaptaciones pertinentes según las condiciones específicas de ese sistema, pero siguiendo por analogía los mismos conceptos y nivel de seguridad aquí expresados.

c6)-Cordón de relleno compresible, análogo al obturador puesto en el otro lateral del pretil y colocado en el centro de la junta para que las láminas puestas en forma de lira no adhieran sus laterales.

c7)-Banda de lámina de terminación de ≥40cm de anchura y dispuesta también en forma de lira o bucle, centrada en la junta y adherida por cada extremo a la impermeabilización general.

d)-En la parte interna superior del pretil, en el tramo de los paramentos que exceda de la altura de la entrega vertical de la impermeabilización sobre éstos, las juntas de movimiento de los pretiles se resolverán en analogía a lo expresado en el apartado b anterior.

➔*En el caso de aquellas juntas de movimiento de pretiles que no coincidan y superpongan con las juntas estructurales de dilatación, deberá valorarse si la resolución y secuencia indicada anteriormente para su diseño y ejecución, puede ser rebajada en exigencia y nivel de seguridad.*

6 ➢Concreción sobre la pendiente de las albardillas en los pretiles

Ampliación de información del Documento Qp-5

Indicamos en Documentos anteriores que la inclinación de las albardillas debe ser ≥10º según lo indicado en el CTE. La mencionada pendiente (que en tanto por ciento sería 17,63) se traduce en los siguientes centímetros de descenso (d), *cuantificados entre los planos exteriores de la fábrica*, conforme se indica: para anchos de pretil de 15cm→d=2,6cm; para anchos de pretil de 25cm →d=4,4cm y para anchos de 30cm→d=5,3cm.

7 ➢Concreción de la forma de encuentro de las láminas con elementos pasantes

Ampliación de información del Documento Qp-5

•*Resolución en un encuentro directo para el caso de una impermeabilización con lámina de PVC-P*:

Colocaremos en esta zona de confluencia una lámina de PVC-P especial, a la que denominaremos "lámina de encuentro", la cual no contendrá armadura y será de al menos 1,5mm de espesor; para ello, aplicaríamos el adhesivo de soporte entre el dorso de esta lámina y el elemento pasante (y en su caso una fijación mecánica adicional), realizaremos la soldadura entre la lámina de encuentro y la lámina general mediante aire caliente según se ha indicado en el Documento Qp-1, y remataremos con un sellado el borde entre las dos láminas (la general y la de encuentro) con un cordón de sellado de PVC líquido. Superiormente sellaremos la lámina de encuentro con masilla de poliuretano y colocaremos un apriete mecánico (tipo abrazadera) a la entrega vertical de esta lámina.

•*Resolución en un encuentro semidirecto entre impermeabilización con lámina de PVC-P*[5] *y una bajante*:

a)-En el encuentro entre la lámina general y el tubo (o elemento que atraviesa el plano de la membrana) la primera acción a realizar es aplicar el 'adhesivo de soporte' sobre la formación de pendientes en una franja perimetral circundante a este punto, de forma que adhiramos el dorso de la lámina a ésta. Puede evaluarse la conveniencia o no de realizar también una fijación mecánica circundante de la membrana para obtener una mayor sujeción respecto a la base (en función del área del elemento pasante, del sistema de adherencia de la lámina sobre el soporte, de si la lámina puede experimentar efectos de retracción y de la exposición y características específicas de la cubierta a impermeabilizar).

b)-Como segunda acción, una vez dispuesta ya la lámina en su sitio, aplicaremos un cordón perimetral de masilla de poliuretano sobre el borde interior de la lámina y el soporte.

c)-La tercera etapa del proceso consistirá en colocar una pieza prefabricada especial de pasatubo, cortando superiormente ésta por aquel escalón que nos marque el diámetro que necesitemos *(ver figura 5 del Documento Qp-5)* y soldándola adecuadamente por su parte inferior a la lámina[6].

d)-La acción número cuatro a llevar a cabo sería aplicar entre el borde inferior de la pieza de pasatubo y la lámina general un cordón de PVC líquido.

e)-El quinto paso será aplicar también un cordón de sellado de masilla de poliuretano entre el borde superior de la pieza de pasatubo y el elemento vertical pasante (bajante). Finalmente, colocaremos una brida de apriete en la parte superior[7] de la pieza de pasatubo (sin tocar el cordón de sellado anterior).

---

[5] Para láminas impermeabilizantes de otro material, habrá ciertas variaciones con las aquí expuestas, pero solo las debidas a la naturaleza y modo de puesta en obra del sistema a utilizar, pero la filosofía y grado de seguridad a conseguir es conveniente que sea el mismo.

[6] Cuando utilicemos el procedimiento de soldadura en caliente es preferible que para resolver los encuentros especiales como éste usemos las boquillas de 20mm en lugar de las de 40mm que es la que normalmente se usa para los solapes estándares entre láminas de PVC-P.

[7] La coronación de la parte superior de las piezas especiales que se utilicen, en este caso del pasatubos prefabricado, deben de quedar 20cm por encima del plano de acabado de la capa de protección de la cubierta. Si esta condición no se diera, será necesario colocar y soldar otra pieza prefabricada que haga las funciones de prolongador o un trozo de lámina vertical que consiga esta exigencia, para lo cual situaremos en su terminación superior la mencionada abrazadera y su correspondiente cordón de sellado.

❽ ➢Concreción sobre la realización de las cubiertas ajardinadas

Ampliación de información del Documento Qp-6

Es muy necesario que en este tipo de cubiertas el proyecto detalle y prevea una serie de capas constitutivas que deben poseer y que son específicas de esta tipología 'verde' de cubiertas. Entre ellas, podemos destacar las siguientes:

- *Láminas antirraíz:* Son aquellas que están formuladas para minimizar el ataque por perforación de las raíces de las plantas.
- *Mantas protectoras:* Son aquellas capas que se colocan expresamente para proteger a las láminas de golpes y que además sirven para retener el agua y los nutrientes.
- *Capas drenantes:* Su misión es la de conducir el agua sobrante a los sumideros de las cubiertas, pero almacenando también el agua necesaria para las plantas (ya sea de lluvia o de riego). Permiten además mejorar la oxigenación de la capa de tierra vegetal.
- *Capas filtrantes:* Su cometido es asegurar el buen funcionamiento del drenaje, para lo cual deberán de evitar el desplazamiento de los gránulos finos de la capa dispuesta superiormente a ésta.
- *Capas de tierra vegetal:* Contienen la composición mineral y orgánica necesaria para permitir el normal desarrollo de las plantas.

Indicar de igual modo, que en las cubiertas ajardinadas es aconsejable preparar pasillos de mantenimiento y áreas de uso y esparcimiento (que serán más visitables), para minimizar el deterioro de las zonas con vegetación.

Fig. 5: Transformación en Pekín de azoteas transitables a cubiertas ajardinadas para reducir costos energéticos.

REFERENCIAS

FUNDACIÓN MUSAAT	
AUTOR ● Manuel Jesús Carretero Ayuso	Calle del Jazmín, 66 28033 Madrid
COLABORADOR ● Alberto Moreno Cansado	www.fundacionmusaat.musaat.es

IMÁGENES
● Carretero Ayuso, Manuel Jesús (Fig.: 1, 2, 3 y 4).

BIBLIOGRAFÍA y NORMATIVA
● CTE/DB-HS-1 ; ● UNE 104400 ; ● UNE-104402 ; ● UNE 104416

CONTROL: **ISSN**: 2340-7573 ● **Volumen**: Q **Sección**: P **Número**: Qp-7

NOTA: Los conceptos, datos y recomendaciones incluidas en este documento son de carácter orientativo y están pensados para ser ilustrativos desde el punto de vista divulgativo, fundamentados desde una perspectiva teórica, así como redactados desde la experiencia propia en procesos patológicos.

© del Autor
© de esta publicación, Fundación MUSAAT

Observación:
En este documento se incluyen textos de la normativa vigente