

CUBIERTAS VERDES EN EDIFICIOS PUBLICOS

INFORME TECNICO

**Gerencia Operativa de Cambio Climático y Energías Sustentables
Dirección General de Estrategias Ambientales
Agencia de Protección Ambiental
Ministerio de Ambiente y Espacio Público
Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires**

Buenos Aires, Marzo 2012

Indice

I. PAUTAS PARA LA INSTALACION DE CUBIERTAS VERDES EN EDIFICIOS PUBLICOS

1. Definiciones Generales
 - 1.1. Que es una cubierta verde
 - 1.2. Elementos que componen una cubierta verde
 - 1.3. Tipos de cubiertas verdes
2. Beneficios Ambientales de las Cubiertas Verdes
 - 2.1. En general
 - 2.2. Comportamiento Térmico
 - 2.3. Comportamiento Hídrico
3. Características de las Cubiertas Verdes a Instalar en Edificios Públicos
 - 3.1. Peso Total de la cubierta verde
 - 3.2. Tipo de cubierta vegetal
 - 3.3. Detalles constructivos de terminación
4. Requerimientos de Mantenimiento de una Cubierta Verde en Edificios Públicos de la Ciudad de Buenos Aires
 - 4.1. Plan de Mantenimiento e Inspecciones
 - 4.2. Mantenimiento de elementos constructivos
 - 4.3. Mantenimiento de la vegetación
 - 4.4. Control de plagas y enfermedades:
 - 4.5. Limpieza
 - 4.6. Control de erosión del sustrato

II. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INSTALACION DE UNA CUBIERTA VERDE EN ESCUELA PUBLICA

1. Objetivos Particulares
2. Características del edificio escolar seleccionado
3. Descripción General de la Cubierta Verde Instalada
 - 3.1. Características constructivas y ubicación
 - 3.2. Especies vegetales seleccionadas
4. Descripción del Proceso de Instalación
 - 4.1. Preparación general del espacio.
 - 4.2. Impermeabilización
 - 4.3. Capa drenante y detalles de desagües
 - 4.4. Sustrato
 - 4.5. Sistema de riego
 - 4.6 Plantado de especies vegetales
 - 4.7. Detalles de borde y terminación
5. Descripción de las tareas de mantenimiento realizadas
 - 5.1. Limpieza
 - 5.2. Riego
 - 5.3. Fertilización y control de plagas
6. Conclusiones y recomendaciones

I. PAUTAS PARA LA INSTALACION DE CUBIERTAS VERDES EN EDIFICIOS PUBLICOS

La Agencia de Protección Ambiental del GCBA crea en Junio del año 2010 el Programa de Cubiertas Verdes en Edificios Públicos con el objeto de impulsar la instalación de cubiertas con vegetación en edificios públicos de la Ciudad, es en este marco que realizan las distintas actividades de promoción y desarrollo, entre las que se encuentra la realización de este informe técnico.

En la primer parte, el texto describe las características generales de diseño de cubiertas verdes en la Ciudad de Buenos Aires, sus ventajas, condiciones de construcción y mantenimiento. La segunda parte describe la experiencia realizada durante el año 2011, cuando la Agencia de Protección Ambiental con la colaboración del Ministerio de Educación del GCBA, instala en la escuela primaria pública Nro. 6 “French y Berutti”, una cubierta verde extensiva con el objeto de monitorear distintos aspectos de su comportamiento. En esta sección se detallan las condiciones de selección del edificio a intervenir y las características generales de la cubierta, describiendo también el proceso de instalación y detalles de la propuesta de monitoreo.

1. Definiciones Generales

1.1. Que es una cubierta verde

Una cubierta verde es un sistema que permite el crecimiento de vegetación en la parte superior de una estructura impermeable de techos, terrazas o azoteas de edificios.

1.2. Elementos que componen una cubierta verde

Para materializar una cubierta verde debe incluirse como mínimo:

- una membrana impermeable, que impide el paso de humedad hacia el interior de la estructura del edificio
- una barrera anti-raíces, que controla el paso de raíces que pudieran perforar la capa protectora impermeable.
- un sistema drenaje, que facilita el escurrimiento del agua sobrante hacia los desagües, evitando el encharcamiento en superficie y la falta de oxígeno del suelo.
- una capa de filtración, que contiene el sustrato y protege el drenaje de la presión ejercida por las capas superiores, impidiendo también el filtrado de materia orgánica lixiviada.
- un medio de crecimiento o sustrato, que brinda soporte físico a la vegetación y proporciona los nutrientes necesarios, agua y oxígeno para su desarrollo. Esta es la capa constructiva con mayor impacto en el peso total de la cubierta verde.
- una cubierta vegetal, que conforma el componente vivo del sistema, compuesto por plantas adaptadas a las condiciones físicas y microclimáticas en las que deberán crecer.

1.3. Tipos de cubiertas verdes

Las cubiertas verdes se dividen básicamente en dos categorías: extensivas e intensivas.

Las extensivas son livianas, de bajo mantenimiento y generalmente inaccesibles. En general se plantan en ellas especies de adaptación sencilla que puedan desarrollarse sobre sustratos de menos de 15 cm. de espesor sin requerir mas riego que el proporcionado por las lluvias. Las cubiertas verdes intensivas, en cambio, son accesibles, generan espacios de uso exterior y requieren de sustratos de mayor espesor, ya que alojan una variedad de plantas, desde comestibles y arbustos, hasta en algunos casos árboles. Estas cubiertas precisan de una estructura de soporte estructural reforzada, y requieren mucho más mantenimiento e irrigación.

2. Beneficios Ambientales de las Cubiertas Verdes

2.1. En general

La incorporación de cubiertas verdes o vegetadas en edificios urbanos brinda los siguientes beneficios ambientales:

- Mejoran el aislamiento térmico, reduciendo el consumo de energía para enfriamiento y calefacción y las emisiones finales de CO₂.
- Pueden duplicar o triplicar la vida útil de la membrana hidrófuga de una cubierta al eliminar la contracción y expansión de la misma por exposición al sol y a cambios de temperatura.
- Disminuyen la velocidad de escorrentía, retrasando la llegada del agua de lluvia caída a la red, factor de gran importancia durante lluvias intensas en la Ciudad de Buenos Aires, cuando el sistema pluvial debe absorber grandes cantidades de agua en pocos minutos.
- Retienen agua de lluvia, disminuyendo el caudal que llega a la red pluvial.
- Filtran el polvo y la contaminación, mejorando la calidad de aire de la ciudad.
- Representan un hábitat para diferentes especies nativas o migratorias, particularmente insectos y pájaros.
- Disminuyen la temperatura de parte de las superficies urbanas, moderando el efecto "isla de calor", particularmente en los meses de verano.
- Mejoran el valor estético y la calidad visual de los edificios que lo rodean.
- Contribuyen a la mejora de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

2.2. Comportamiento Térmico

En cuanto a la mejora en el aislamiento térmico de techos, investigaciones previas muestran que con una cubierta verde es posible lograr una amortiguación térmica de 6° C en condiciones de altas temperaturas exteriores y con radiación solar directa sobre cubierta. (Vecchia, F et al. 2006). En climas fríos y con nieve, una cubierta verde extensiva reduce la transmisión de calor a través del techo en un 70-90% en verano y 10-30% en invierno, por lo que se concluye que el sistema resulta más eficiente para los meses de verano. (Liu, K y Minor, J. 2005). Estos valores demuestran que un techo verde puede reducir las ganancias de calor a partir del sombreado, el incremento en material aislante, la evapotranspiración y la masa térmica. Por el contrario, en condiciones de invierno, la reducción en las perdidas de calor es menor, ya que solo actúa como aislante térmico y en el decrecimiento de las perdidas de calor radiante.

El retraso térmico que proporcionan las cubiertas verdes, puede ser bajo determinadas condiciones climáticas, un beneficio, que permite mejorar las condiciones de confort de manera natural. En este sentido trabajos de monitoreo realizados en condiciones de climas tropicales afirman que con una cubierta verde ligera, de 10 cm de espesor de sustrato retrasa en aproximadamente cuatro horas la transmisión de calor entre el exterior y el interior de los locales. (Vecchia, F et al. 2006).

Un importante beneficio de los techos vegetados es la capacidad de reducir las temperaturas superficiales en los techos de edificios u otras superficies con gran capacidad térmica, factor de relevancia para disminuir una de las variables que afectan la conformación de islas de calor urbanas. Estudios realizados para condiciones de verano en la ciudad de Ottawa, Canadá, muestran que la temperatura superficial de la membrana en un techo de referencia (de color gris) llega a valores próximos a 70°C en horas de la tarde, mientras la membrana bajo la cubierta verde se mantiene a 25°C (Liu, K.; Baskaran, B). Esta disminución en temperaturas superficiales permite también aumentar la vida útil de la membrana, que no está sometida a grandes dilataciones por cambios de temperatura ni a radiación solar directa.

2.3. Comportamiento Hídrico

El retraso en la llegada inicial de agua de lluvia a la red, para el caso de lluvias intensas es otra de las ventajas fundamentales de las cubiertas verdes. En este sentido estudios realizados en la Ciudad de Toronto, en una cubierta extensiva de 100mm de sustrato dio como resultado un retraso de entre 20 y 40 minutos en llegada de agua de lluvia a la red en meses de verano (periodo más seco). En los meses de otoño, con mayores niveles de humedad en el sustrato, los tiempos de llegada se acortan y aumenta el porcentaje de agua entregado a la red. (Karen Liu, John Minor 2005). Este mismo estudio concluye que el

promedio anual de agua retenida en la cubierta verde es de un 57%. Llegando a volúmenes máximos de retención de agua de un 100%, cuando las lluvias caídas son menores a 15 mm, y luego de al menos seis días de clima seco. (Karen Liu, John Minor 2005)

3. Características de las Cubiertas Verdes a Instalar en Edificios Públicos

Las cubiertas verdes a instalar en edificios públicos de la Ciudad serán diseñadas para comportarse de manera lo mas autosustentable posible, siendo capaces de adaptarse de forma satisfactoria en condiciones extremas. Para lograr este objetivo se seleccionarán especies vegetales de muy bajo mantenimiento y se utilizarán materiales simples y de sencilla obtención en el mercado local. Cuando las cubiertas verdes se instalen en edificios existentes, deberá analizarse particularmente el peso de la sobrecarga que el sistema completo de la cubierta verde represente, priorizando estudios estructurales que permitan verificar la capacidad de soporte de la estructura existente para evitar quebraduras u otros inconvenientes.

3.1. Peso Total de la cubierta verde

Considerando un edificio ya construido de características tradicionales, el peso total de la cubierta a instalar deberá ser igual o menor a 180 Kg./m² con sustrato húmedo. Siempre deberán verificarse la capacidad de carga y las condiciones estructurales particulares en cada caso, según planos y en acuerdo con personal técnico de la repartición a la que pertenece el edificio en cuestión.

3.2. Tipo de cubierta vegetal

- Se emplearán plantas capaces de adaptarse de forma satisfactoria a emplazamientos extremos, que no presenten ningún nivel de toxicidad y que garanticen no producir alergia o que presenten algún tipo de riesgo para la salud.
- Se deberá proveer una cubierta que requiera mínimo mantenimiento durante todo el año, en las condiciones ambientales y climáticas existentes en la Ciudad de Buenos Aires.
- Se deberán utilizar al menos tres especies vegetales de bajo costo, disponibles en el contexto local, preferentemente nativas de la biota rioplatense.
- Deberán seleccionarse especies de muy bajo mantenimiento, que no requieran podas o corte frecuente, y resistentes a plagas o infecciones.
- Las especies a instalar deberán minimizar sus requerimientos de riego artificial durante toda su vida útil en las condiciones meteorológicas esperables para la Ciudad de Buenos Aires. Solo se aceptará el riego por sistema de goteo durante la etapa de implantación de la vegetación y hasta dos veces al año si ocurrieran fenómenos de sequía intensa en meses calurosos.
- Deberán seleccionarse especies que puedan desarrollarse de manera satisfactoria sin requerir el uso de fertilizantes, herbicidas o plaguicidas en condiciones urbanas.
- Las especies seleccionadas deberán presentar una buena resistencia al fuego y garantizar una baja producción de material seco que pueda ser fácilmente combustible.
- La plantación de las especies será realizada con plantines, garantizando una cobertura vegetal superior al 50 % al momento de la plantación y del 90% al año de funcionamiento.
- Si las especies elegidas requieren riego artificial durante la etapa de implantación, este deberá ser el mínimo indispensable. Será muy valorada la incorporación de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para riego evitando el consumo de agua potable de red para este fin.

3.3. Detalles constructivos de terminación

- Todos los bordes perimetrales junto a parapetos o barandas deberán contar con una cobertura con piedra partida, grava, canto rodado u otro material drenante, seco y no inflamable. Este borde garantizará una franja de entre 0.40 y 0,50 mts libre de vegetación, para protección contra erosión por lluvias y permitir la circulación perimetral
- Deberá mantenerse la accesibilidad a rejillas y embudos de desagüe, para tareas de mantenimiento y monitoreo. Estos desagües estarán recubiertos y rodeados en sus laterales por material drenante similar al utilizado en los bordes perimetrales de la cubierta.

- Los bordes internos que limitan la cubierta verde con el resto del solado existente, se materializaran de manera de evitar desprendimientos o filtraciones de la cobertura o el sustrato y garantizar la impermeabilidad del sector. Este límite podrá conformarse con piezas de madera, mampostería, piedra o similar.
- Deberá incluirse un sendero de circulación que permita transitar de manera segura de un lado al otro de la cubierta verde, con materiales que no afecten las características del diseño paisajístico de la misma.
- De no ocuparse la totalidad de la cubierta existente deberá garantizarse el correcto drenaje de agua de lluvia en toda la superficie, teniendo en cuenta la distribución de rejillas de desagüe existentes, pendientes de techo y otros detalles que pudieran interferir en el normal escurrimiento de aguas.

4. Requerimientos de Mantenimiento de una Cubierta Verde en Edificios Públicos de la Ciudad de Buenos Aires

El adjudicatario de la obra entregará al comitente correspondiente en cada caso un Plan de Mantenimiento e Inspecciones, que garantice el correcto funcionamiento del sistema y su máxima vida útil. Este plan será realizado siguiendo las especificaciones técnicas que defina y detalle el profesional a cargo del diseño de la cubierta verde. El Plan deberá incluir un calendario de rutinas de trabajo que considere la inspección y mantenimiento en los siguientes rubros: elementos constructivos, vegetación, control de plagas y enfermedades, limpieza y control de erosión.

4.1. Mantenimiento de elementos constructivos

- Los trabajos de supervisión y mantenimiento de los elementos constructivos deberán realizarse por lo menos dos veces al año y en ellos se deberán llevar acabo las operaciones siguientes:
 - Revisión y limpieza de los sumideros, bajadas de aguas y/o desagües relacionados con el sistema de desalojo de agua de la cubierta verde.
 - Revisión de los elementos de albañilería relacionados con el sistema de desalojo de agua de la cubierta verde.
 - Revisión visual del estado del soporte estructural y los elementos portantes.
 - Revisión visual de la no existencia de filtraciones de agua al interior de la edificación.
- Si se encuentra alguna anomalía de los elementos mencionados se deberá proceder de inmediato a la aplicación de las medidas correctivas correspondientes que garanticen el correcto funcionamiento del sistema. Dichas medidas correctivas deberán ser realizadas por personal calificado y deberán cubrir las medidas de seguridad establecidas en la legislación, las normas y normas oficiales relativas a seguridad, protección civil, salud y demás disposiciones aplicables en materia de prevención de accidentes.

4.2. Mantenimiento de la vegetación

- Se deberá realizar el control de la aparición de plantas adventicias especialmente durante los primeros meses posteriores a la construcción del sistema de cubierta verde.. Es preciso considerar que algunos tipos de vegetación que surgen en los sistemas de naturación de forma natural pueden ser deseables ya que incrementan la diversidad florística del sistema, en estos casos se conservará dicha vegetación.
- Cuando aparezcan especies que puedan generar problemas al sistema de cubierta verde, estas deberán ser eliminada de manera manual. Se consideran especies vegetales no deseadas:
 - Especies con raíces que puedan penetrar la barrera Anti-raíces, generalmente árboles.
 - Especies que crecen en abundancia y luego se secan, convirtiéndose en material de riesgo frente a incendios, como algunos pastos y herbáceas.
 - Especies invasivas que pudieran eliminar las plantadas intencionalmente.
- Cuando la cobertura vegetal ha superado el 90% tras la fase de implantación, las visitas de mantenimiento deberán ser dos veces al año como mínimo. En caso de pérdida de vegetación deberán llevarse acabo trabajos de replantación.

- Cuando la vegetación seleccionada exceda el crecimiento deseado o el crecimiento permitido se llevaran acabo trabajos de poda para controlar su crecimiento. Los restos de la poda pueden aportar a la repoblación de especies mejorando la germinación de las semillas y plantas.

4.3. Control de plagas y enfermedades:

- Para los casos en que se requiera realizar trabajos de control de plagas y enfermedades en el sistema de cubierta verde, deberá recurrirse a un técnico con licencia sanitaria de la Secretaría de Salud del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, para la aplicación de plaguicidas, conforme a lo estipulado en la Ley de Salud. Es recomendable priorizar sistemas de control naturales, como la incorporación de especies vegetales o insectos beneficiosos.

4.4. Limpieza

- Deberá garantizarse el retiro de basura (papeles, plásticos, etc.) que pudiera acumularse en la cubierta, con el objeto para mantenerla en buenas condiciones estéticas y saludable. Es importante evitar la presencia de elementos que pudieran permitir el estancamiento de agua, para minimizar la proliferación de mosquitos.

4.5. Control de erosión del sustrato

- En términos generales los trabajos de adición de sustrato deberán ser nulos salvo cuando se pierda una porción considerable por efectos de viento o precipitaciones pluviales muy intensas. Esta situación es muy poco probable una vez que se ha alcanzado la cobertura vegetal propuesta tras la fase de implantación. Queda estrictamente prohibido realizar adiciones de substrato que rebasen las cargas consideradas para el análisis o cálculo estructural.

II. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INSTALACION DE UNA CUBIERTA VERDE EN ESCUELA PUBLICA

La Agencia de Protección Ambiental ha instalado una cubierta verde de tipo extensivo simple y bajo mantenimiento en la Escuela Primaria Nr 6 "French y Beruti", ubicada en la calle Basavilbaso 1295 en la Ciudad de Buenos Aires.

1. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es evaluar el impacto que la incorporación de superficies vegetadas produce sobre distintos factores ambientales de relevancia para las condiciones urbanas y climáticas de la Ciudad de Buenos Aires. Esta experiencia permite obtener datos empíricos y cuantificables de los beneficios de una cubierta verde, particularmente respecto de su capacidad moderadora en los balances hídricos y térmicos, como estrategia de mitigación de los efectos de la isla de calor urbana y los impactos esperables por cambios en el clima.

Los resultados que se obtengan brindarán datos válidos para conocer, analizar y evaluar el comportamiento térmico del sistema, el comportamiento hídrico como regulador de la descarga pluvial, los requerimientos de mantenimiento del sustrato elegido y de las especies utilizadas y el impacto en las condiciones de biodiversidad del área. La experiencia será una herramienta de gran valor para garantizar la calidad y efectividad de futuros proyectos de instalación y promoción de cubiertas verdes a cargo del Gobierno de la Ciudad.

Si bien existe nutrida información sobre los beneficios de cubiertas verdes en general, no hay documentación relevante sobre el funcionamiento de este tipo de soluciones arquitectónicas en el contexto local. La información que se recabe a partir de la instalación de esta cubierta permitirá contar con datos locales para su transferencia a nuevos proyectos tanto públicos como del sector privado.

2. Características del edificio escolar seleccionado

Luego de un proceso de estudio y prefactibilidad de distintos edificios públicos dependientes del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, en el que se analizaron particularmente edificios escolares y edificios destinados a la salud, se seleccionó, en acuerdo con la Dirección de Infraestructura Escolar y el Programa Escuelas Verdes del Ministerio de Educación, la escuela primaria Nro. 6, "French y Beruti como destinataria de la primer cubierta verde construida para monitoreo por la Agencia de Protección Ambiental.



Vista aérea de cubierta escuela Nro. 6

Las principales características que determinaron la selección de este edificio son las siguientes:

- Ubicación central y muy accesible, lo que facilita las tareas de difusión, las visitas técnicas, y otras actividades de promoción de cubiertas verdes entre públicos diversos.
- Muy buena predisposición de las autoridades y personal, factor indispensable para la concreción del proyecto de manera satisfactoria y para su efectiva transferencia al alumnado.
- Condiciones edilicias adecuadas. Cubierta plana con terraza accesible por escalera principal, que ya cuenta con protecciones laterales de seguridad. En toda la terraza se observa la diferencia de altura con bordes y ventilaciones, que permitirá absorber el espesor de la cubierta verde.
- Acceso de sol. La cubierta se encuentra orientada al noreste, y cuenta con buen acceso de sol directo durante todo el año, aun estando ubicada en un área de la ciudad densamente construida. (ver anexo con informe asoleamiento)
- Diseño edilicio que facilita mediciones comparativas: El edificio tiene una planta simétrica, que permite definir dos sectores de iguales características para la realización de mediciones hídricas y térmicas con y sin cubierta verde
- Alumnado proveniente de grupos de población sin acceso cotidiano a espacios verdes. Gran proporción de los alumnos de esta escuela vive en la Villa 31, donde no cuentan con áreas verdes para uso recreativo o educacional.
- Necesidad de reparación de la membrana hidrófuga existente. En varios sectores la membrana asfáltica requiere trabajos de reparación. La instalación de una cubierta verde permitirá solucionar este problema.

La escuela cuenta con una población de aproximadamente 370 alumnos de entre 6 y 12 años de edad, que concurren al establecimiento jornada completa. En turno vespertino funciona también en este edificio una escuela para adultos y en edificio anexo en planta baja un Jardín de Infantes del GCBA.

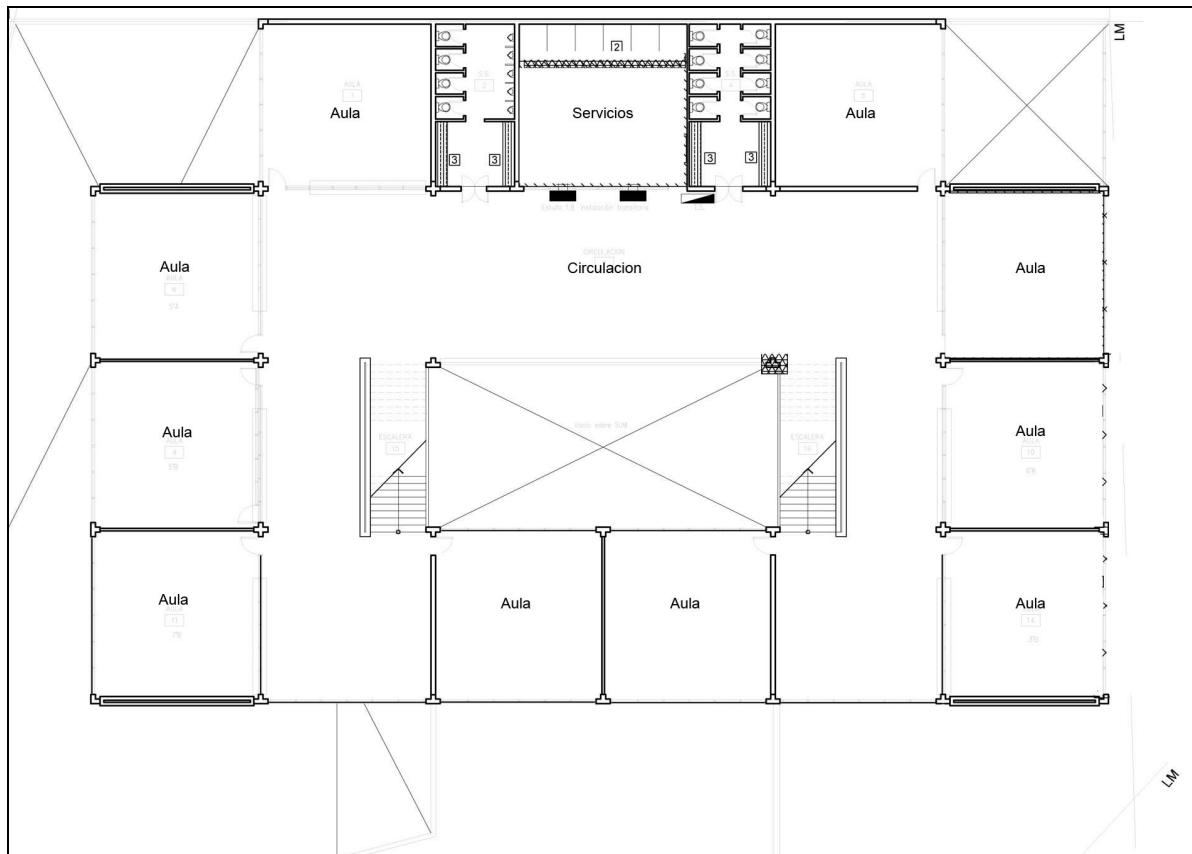


Vista de escuela primaria Nro 6 "French y Beruti"



Acceso a escuela desde calle Juncal

El edificio, dependiente del Ministerio de Educación del GCBA, es una construcción de fines de la década de 1970, de planta baja, subsuelo y dos niveles. Su estructura es de hormigón armado y sus cerramientos laterales de ladrillo visto y carpinterías de chapa doblada, en algunas de las cuales se observan parasoles del mismo material. La mayoría de las losas tiene un cielorraso de placas de chapa metálica perforada removibles, con lana de vidrio en su interior. La planta se organiza con aulas perimetrales en torno a un espacio central de doble altura y pasillos muy amplios. Los servicios se agrupan hacia el fondo del lote.



Planta primer nivel, ubicado bajo futura cubierta verde.



Circulación y escalera de acceso a la cubierta



Aula de primer piso, ubicadas bajo la cubierta verde

En el segundo y último piso, hay dos aulas-taller, con acceso directo desde las escaleras principales y la terraza, en la que se han realizado reparaciones en la membrana impermeabilizante, retirando los baldosones elevados que tradicionalmente se utilizaban en las escuelas construidas en este periodo. Al quedar la membrana descubierta, este espacio no puede ser utilizado ya que se dañaría la estanqueidad de la cubierta. Según nos informan las autoridades de la escuela, existen actualmente varias goteras que afectan los pasillos y el aula de quinto grado ubicada en el segundo nivel. En el nivel terraza se encuentran distintos tendidos de cañerías y cableado. El espacio cuenta con baranda perimetral en buen estado.

3. Descripción General de la Cubierta Verde Instalada

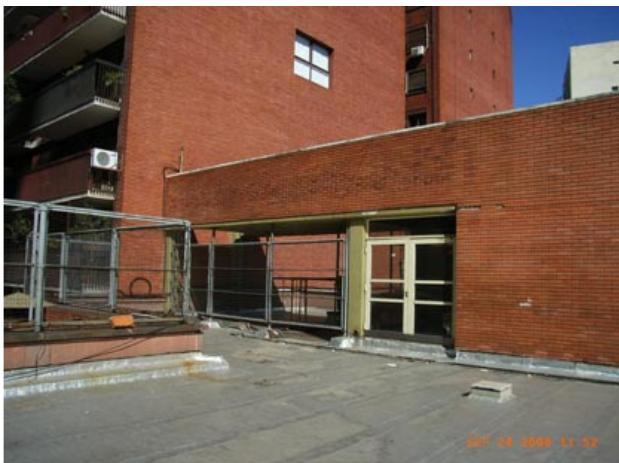
3.1. Características constructivas y ubicación

Como ya se mencionó anteriormente, se instala una cubierta de muy bajo mantenimiento, minimizando al máximo la necesidad de riego artificial. En cuanto a fertilización solo se

permite el uso de componentes de tipo orgánico, a aplicar durante etapa de implantación y como máximo una vez al año durante vida útil de la cubierta.

Esta terraza fue diseñada originariamente con baldosones cementicios elevados formando una cámara de aire sobre la membrana aislante hidrófuga. Al momento, estos baldosones ya no se encuentran en el lugar, y a quedado como terminación superficial la membrana asfáltica , en estas condiciones la posibilidad de transito en la terraza es muy limitada, ya que puede dañarse la capa impermeable y aumentar los problemas de humedad que ya registra la escuela. Por este motivo, el espacio de terraza no esta siendo utilizado.

Al haberse retirado las baldosas, se cuenta con una altura adicional de aproximadamente 20 cm que facilita la inhalación de la cubierta verde, ya que puede realizarse sin tener que modificar alturas de puertas, brindando además un borde perimetral de mampostería de contención.



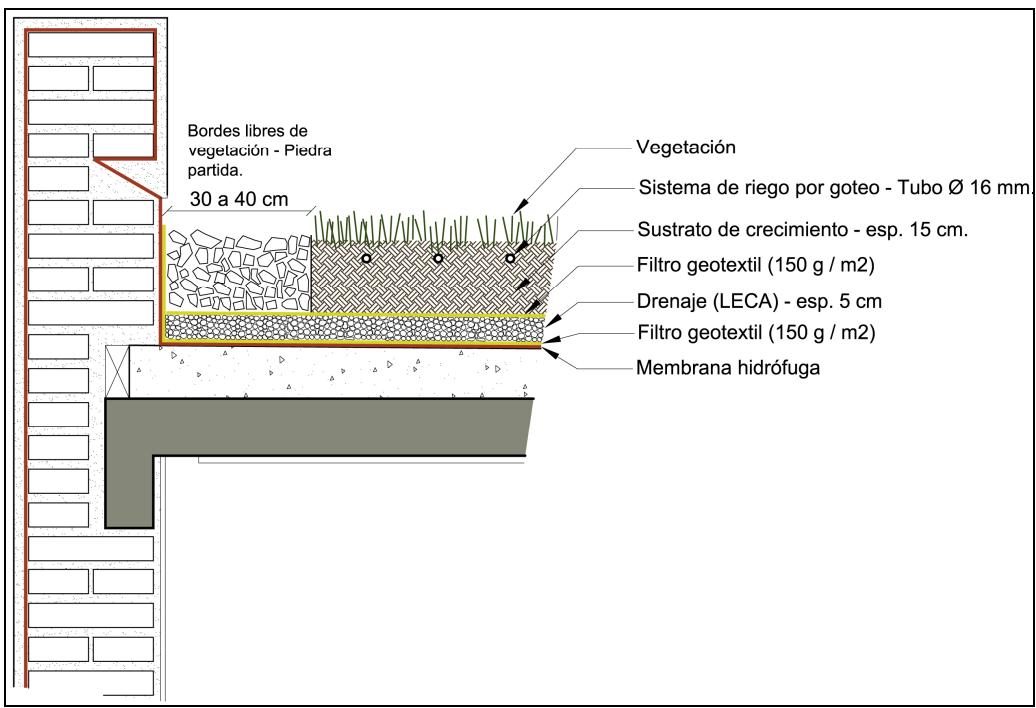
Superficie de terminación de terraza previo a la instalación de la cubierta verde



Detalle de borde exterior con babeta perimetral impermeable.

Dadas las características de la estructura portante de la losa sobre el primer piso y luego de verificar datos técnicos con personal de la Dirección de Infraestructura Escolar de Ministerio de Educación, se define que el peso total máximo de la cubierta verde terminada debe ser menor a 180 Kg./m², con sustrato húmedo.

Bajo estas condiciones de trabajo, se diseña una cubierta verde utilizando materiales y sistemas constructivos tradicionales y de obtención razonablemente sencilla en el mercado local. En el detalle se que adjunta a continuación se observa la ubicación y características de las distintas capas que conforman el sistema constructivo elegido.



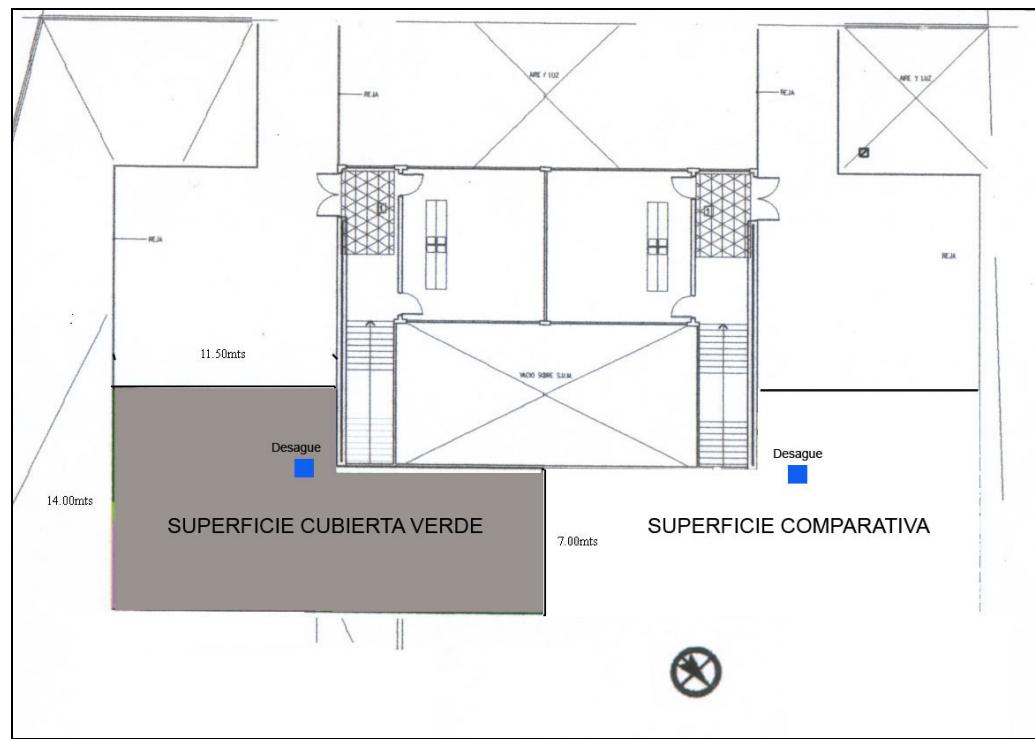
Detalle en corte de la propuesta constructiva de la cubierta verde

Superficie total : 236 m²

Espesor total: 22 cm

Peso: menor a 180 kgr/m² con sustrato húmedo (menor al 70% de la carga adicional estimada por calculo de losa)

Las pendientes de desagüe pluvial de la terraza se organizan de manera simétrica, dividiendo la superficie del techo en cuatro sectores con bajadas de desagüe independiente. Teniendo en cuenta estas condiciones de escurrimiento de agua de lluvia, se selecciona para la instalación de la cubierta verde un sector que abarca toda el área de desagüe de una de las bajadas pluviales del techo. Esto permite contar con otro sector de igual dimensión y características que servirá como área comparativa en los estudios de monitoreo que este proyecto propone realizar.



Planta nivel segundo piso, con ubicación de sector para cubierta verde

Los límites de la cubierta están definidos por los paramentos exteriores e interiores de la terraza y por las pendientes del contrapiso ya construido, de manera de garantizar el normal escurrimiento del agua de lluvia hacia los desagües existentes en el sector. Al ser una cubierta simétrica, es posible definir una superficie de igual dimensión y características, que se utilizará como superficie comparativa para el monitoreo térmico e hídrico de la cubierta verde.

Según puede observarse en las imágenes que se presentan a continuación, el sector destinado a la cubierta verde ocupa un sector importante de la terraza existente y su instalación modifica notoriamente la calidad del espacio resultante.

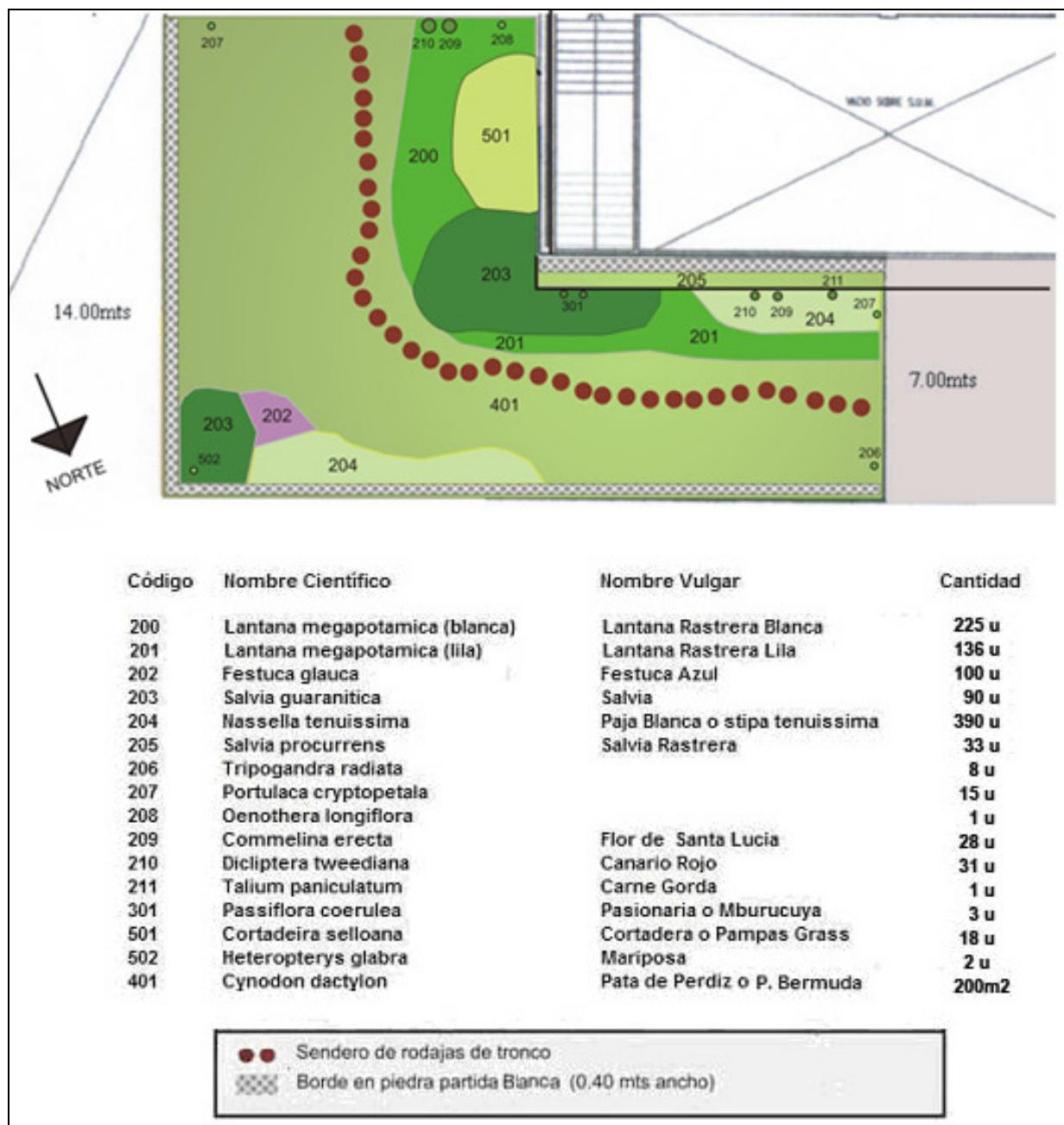


Vista del sector de terraza previo a la instalación de la cubierta verde

3.2. Especies vegetales seleccionadas

Con el objeto de obtener un panorama general de la adaptabilidad y funcionamiento de distintas especies vegetales de bajo costo disponibles en el contexto local, se plantan en esta cubierta 16 especies diferentes, todas capaces de adaptarse de forma satisfactoria a emplazamientos extremos y privilegiando la utilización de especies nativas de la biota rioplatense. Fue condición también seleccionar plantas no presenten ningún nivel de toxicidad y que garanticen no producir alergias ni otro tipo de riesgos para la salud. El diseño paisajístico propone un espacio fácilmente recorrible que, además de servir a las tareas de monitoreo, pueda ser utilizado con fines didácticos por los docentes de la escuela.

A continuación se presenta el plano con la distribución y cantidad de especies que se incluyeron en el diseño paisajístico original de la cubierta.



Plano de diseño paisajístico de la cubierta verde, con detalle de especies utilizadas.



Vista del sector de terraza luego de la instalación de la cubierta verde

Como puede observarse, se diseña un espacio ajardinado y con césped, en el que es posible circular, sentarse o realizar actividades de distinto tipo. A continuación y complementando la información presentada en el plano anterior, se incluye un listado con imágenes de todas las especies vegetales utilizadas en la cubierta verde:

Cuadro 1. Especies vegetales utilizadas en la cubierta verde de Escuela Nro. 6:



200. Lantana Megapotámica (Lantana Blanca)



201. Lantana Megapotámica (Lantana Lila)



202. Festuca Glauca (Festuca Azul)



203. Salvia Guaranitica



204. Nassella Tenuíssima (Stipa o Paja Blanca)



205. Salvia procurrens (Salvia Rastrera)



401. *Cynodon Dactylon* (Gramon, Pasto Bermuda o Pata de Perdiz)



301. *Passiflora coerulea* (Pasionaria o Mburucuya)



501. *Cortaderia selloana* (Cortadera o Pampas Grass)

Especies adicionales para prueba en áreas puntuales



206. *Tripogandra Radiata*



207. *Portulaca Cryptopelata*



208. *Oenothera Longiflora*



209. *Commelina erecta* (Flor de Santa Lucia)



210. *Dicliptera tweediana* (Canario Rojo)



211. *Talium Paniculatum* (Carne Gorda)



502. *Heteropterys glabra* (Mariposa)

4. Descripción del Proceso de Instalación

La instalación de la cubierta verde se realizó durante el periodo de receso escolar de verano. Esto permitió minimizar el impacto de la obra, ya que si bien las tareas incluidas no provocan mayores riesgos ni incomodidad, se requiere el ingreso de materiales y personas, incluyendo gran cantidad de sustrato, pedregullo y plantines de distintas dimensiones. Se comenzaron los trabajos el día 7 de diciembre del año 2010 y se finalizó la colocación de especies vegetales y otros detalles de terminación a finales del mes de enero. El tiempo total de trabajos fue de aproximadamente 45 días.

Es importante destacar que si bien el receso de verano permite trabajar con mayor tranquilidad ya que se evitan molestias al normal funcionamiento de la escuela, la época del año elegida no es la más recomendable para la instalación de una cubierta verde, tanto por

las condiciones climáticas, en las que pueden sucederse periodos de intenso calor con fuertes lluvias, como por los ciclos de transplante y crecimiento de las plantas en general.

4.1. Preparación general del espacio.

Se realiza una limpieza fina de toda la superficie para evitar la presencia de objetos que pudieran perforar la membrana hidrófuga a colocar. Se ejecuta un relevamiento y control de los puntos donde se requieren tareas especiales, como encuentros con cañerías y ventilaciones, babetas, etc. La nueva aislación hidrófuga se coloca sobre la membrana ya existente.



Revisión del área con personal técnico



Limpieza general

Se pican y profundizan las babetas perimetrales a fin de evitar la potencial infiltración de agua en los encuentros de borde de la nueva membrana de pvc. impermeable. Estos bordes se recubren con mortero cementicio con hidrófugo y borde mecánico.



Construcción de muretes de borde



Trabajos en babetas de borde

Se construyen dos muretes de baja altura (25 cm. de alto) en ladrillo común como límite de la cubierta verde en los sectores que no corresponden a bordes ya existentes. Estos muretes se ubican en las divisorias de agua de las pendientes de escurrimiento de lluvias.

4.2. Impermeabilización

Se coloca una membrana de PVC marca SIKA 1010, de 1mm. de espesor, soldada por termofusión con soplete eléctrico automático y manual según corresponda. Los muros divisorios, cañerías y rejillas se refuerzan con membrana asfáltica. Esta membrana se fija en todo el perímetro de encuentro con babetas y se sella con sellador poliuretánico de un componente.



Tareas de impermeabilización con membrana de pvc. Detalles de encuentros con membrana asfáltica y de pvc, según el caso

Finalizados los trabajos de impermeabilización, se realiza una prueba hidráulica de aproximadamente 72 horas, luego de la cual se decide profundizar las babetas perimetrales para garantizar una mejor hermeticidad de los bordes.

4.3. Capa drenante y detalles de desagües

Sobre la membrana terminada se coloca un manto geotextil de 150 gr. /m² como protector de la tracción, con el fin de proteger a la aislación de acciones mecánicas



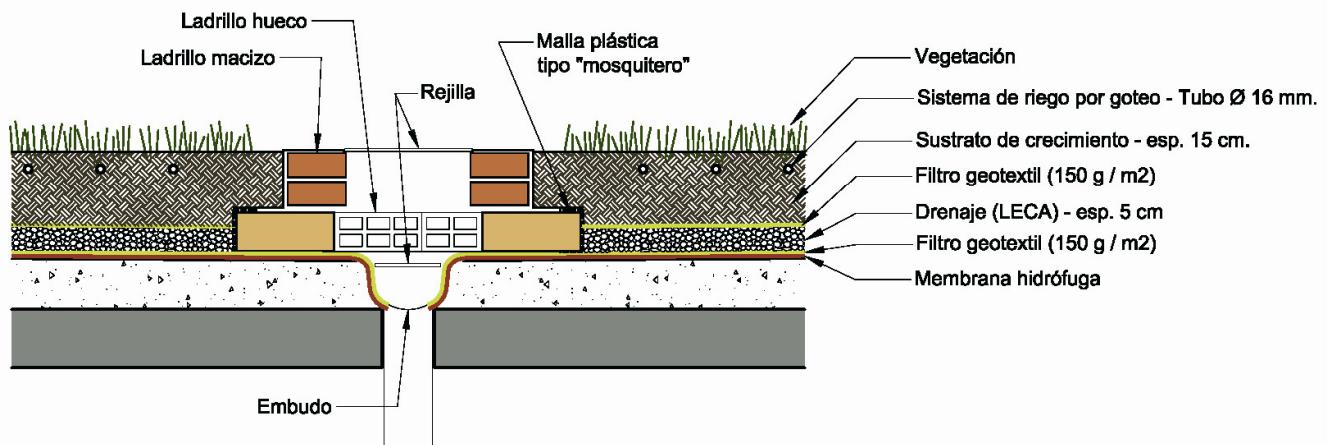
Colocación de manto geotextil



Colocación de leca

Sobre el manto geotextil se vuelca una capa de 50 mm. de leca (arcilla expandida) de entre 10 y 20 mm de diámetro como drenante del sistema. Para garantizar la correcta conservación de los desagües pluviales y las rejillas existentes y el correcto drenaje del sistema, se incluye un borde de mampostería que eleva las mismas a una altura de 23 cm. cuidando especialmente de no obstaculizar el drenaje lateral de infiltración. El acceso de

agua hacia la rejilla inferior se realiza a través de ladrillos huecos protegidos con malla tipo mosquitero para evitar el pasaje de leca u otros objetos que pudieran obstruir cañerías.



Corte de detalle para la resolución de sector de rejillas de desagüe



Terminación con leca en sector de rejilla de desagüe

Sobre la capa de leca, se extiende una segunda membrana geotextil de 150 gr. /m², que evita el drenaje del sustrato y la penetración de raíces hacia la capa de leca y losa inferior.



Colocación de segunda capa de manto geotextil



4.4. Sustrato

Sobre este segundo manto de membrana geotextil se colocan 15 cm. de sustrato especial compuesto de:

40% Tierra Negra,
24% Resaca de Río,
6% Musgo,
6% Turba,
17% Corteza de Pino,
7% Perlita.

Este sustrato fue especialmente preparado, mezclado y embolsado en el vivero del Ing. Agr. Manuel Kogiso, de la Localidad de Garín, BA. Los análisis de muestras dan como resultado valores de pH que promediaron 6.05 y la CE 0.6 mS. considerándose estos valores óptimos para la implantación de las especies elegidas.



Colocación de sustrato



Detalle de sector rejilla, manto geotextil y sustrato

4.5. Sistema de riego

Se incorpora un sistema de riego por goteo automatizado con controlador programable, que permite el riego automático y controlado de la cubierta, diseñado con mangueras de 1 ½" perimetrales en anillo y tubos de 16 mm en peine separados cada 40 cm. con goteros cada 30cm. El sistema de riego aporta 5, 6 litros de agua por hora por metro cuadrado.



Sistema de riego por goteo



Controlador automático

4.6 Plantado de especies vegetales

Una vez instalado y testeado el sistema de riego, se procede a la colocación de plantines. Los trabajos de plantación se realizan en una jornada completa de trabajo. Al día siguiente se colocan los panes de pasto que completan el conjunto. Es importante no mantener el sustrato descubierto sin cobertura vegetal.



Ubicación y colocación de plantines



4.7. Detalles de borde y terminación

Se incorpora un borde libre de vegetación de 40 cm. de ancho por 15 cm. de espesor realizado en piedra partida blanca a fin contar con un borde adyacente a las babetas perimetrales drenante, seco y no inflamable, que evita la erosión por lluvias y que puede ser utilizado como sendero peatonal de servicio. Se colocan flejes de chapa galvanizada de 9 cm. de altura, para definir los límites entre las superficies de canteros y borde de piedras. En el sector de césped se incluye un sendero peatonal realizado con rodajas de troncos provenientes del corte de árboles secos de la Ciudad de Buenos Aires.



Borde de piedra partida



Detalle de flejes de borde y sendero

5. Recomendaciones

La instalación de una cubierta verde en un edificio público dependiente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires ha permitido obtener una variedad de experiencias prácticas y elaborar recomendaciones que faciliten la incorporación de este tipo de soluciones en otros edificios de la administración pública de la ciudad.

Es importante destacar que, en líneas generales, los edificios públicos tienen características de operación y mantenimiento particulares, que no pueden evaluarse con los mismos parámetros con los que se estudian edificios de otra escala y funciones, particularmente en

el caso de edificios escolares o destinados a la salud. Es por esto que durante todas las etapas de vida útil de la cubierta, deberán tenerse en cuenta algunos aspectos de diseño y funcionamiento que faciliten la aceptación de este tipo de soluciones, valorando sus ventajas y posibilidades y minimizando las situaciones conflictivas, el sobrecargo de tareas o la complejidad operativa de la propuesta.

En este sentido, y en base a la experiencia obtenida durante este proceso, pueden enumerarse algunas cuestiones que deberían tenerse en cuenta para el mejor desarrollo de las distintas tareas involucradas en la instalación y mantenimiento de una cubierta verde en edificios públicos, según se describe en los puntos siguientes.

5.1. Etapa de selección de edificios

- Incorporar en el proceso de selección de edificios mas adecuados a los técnicos de las áreas de infraestructura y mantenimiento edilicio correspondientes. Estos profesionales conocen las características particulares de cada edificio, las limitaciones funcionales o estructurales que pudieran presentarse y son actores imprescindibles a la hora de garantizar el mantenimiento y continuidad de la propuesta.
- Priorizar en la selección edificios que necesiten reparación de su aislamiento hidrófugo, ya que una parte importante del costo de instalación de una cubierta verde, se destina a la colocación de una nueva membrana impermeable protectora.
- Evaluar la accesibilidad y disponibilidad de espacio, horarios y recursos para garantizar la correcta elevación y manipuleo particularmente de grandes volúmenes de tierra negra, piedras y plantines.

5.2. Etapa de instalación

- Informar de todas las tareas a realizar al personal técnico de las áreas de infraestructura y mantenimiento edilicio correspondiente, como así también a todo personal de vigilancia y operación del edificio en cuestión siguiendo los criterios administrativos que disponga la repartición involucrada.
- Evitar la época estival para la instalación de una cubierta verde. En este periodo del año, tanto las altas temperaturas como la mayor frecuencia de lluvias intensas dificultan los trabajos de instalación de la cubierta verde. Tanto el traslado como el acopio y la implantación de las especies vegetales también se ve mas comprometido en estas condiciones de temperatura.
- Controlar con especial cuidado la limpieza de la superficie del techo antes de colocar la nueva membrana hidrófuga. Tener en cuenta, que esta superficie va soportar la circulación de personas y materiales durante la etapa de instalación de la cubierta, y que cualquier imperfección bajo la membrana puede provocar su rotura al recibir peso.
- Capacitar al personal encargado de trabajos de jardinería sobre las características particulares de este tipo de áreas verdes, con material instructivo por escrito.

6. Resultados

La instalación de una cubierta verde en un edificio ya existente y en funcionamiento, conlleva un cierto grado de complejidad, ya que implica el manipuleo y traslado de importante cantidad de tierra, piedras y especies vegetales en plantines. Si bien no se realizan tareas ruidosas o que pudieran provocar riesgos, se interviene sobre la losa del techo y sobre su impermeabilización hidrófuga. En muchos casos, los edificios en los que se trabaja son antiguos y con un mantenimiento escaso. No es raro que luego de terminada la obra, todo nuevo problema constructivo o estructural que pudiera surgir, particularmente los relacionados a infiltraciones de agua por techos, sea rápidamente adjudicado a la obra de instalación de la cubierta verde. Por este motivo es muy importante tener en cuenta las recomendaciones de trabajo propuestas en el punto 5, respecto de la participación, el conocimiento y la aprobación de los cuerpos técnicos y de mantenimiento de la repartición y edificio correspondiente.

Es importante señalar, que la instalación de esta cubierta verde tuvo muy buena aceptación entre los directivos y maestros de la escuela desde su inicio. Si bien por cuestiones climáticas y de implantación de vegetación el periodo en que se realizó la obra no es el mejor, instalar esta cubierta verde durante los meses de verano, e inaugurarla en el mes de marzo, permitió a la comunidad escolar disfrutar el inicio de clases con la nueva cubierta jardín terminada, sin tener que sobrellevar la etapa de obra.

En el caso particular de la escuela donde se realizó esta primer experiencia, se logró incorporar un nuevo espacio de uso, ya que la terraza no estaba siendo utilizada para ninguna actividad. La cubierta verde permite a docentes y alumnos contar con un área abierta para realizar actividades de tipo didáctico, recreativo o de descanso. Para los alumnos en particular, esta cubierta funciona como un nuevo espacio en contacto con el verde.

Es también importante destacar que la instalación de esta cubierta verde ha tenido muy buena aceptación entre los vecinos, que ahora disfrutan de vistas a un espacio con vegetación donde antes había un techo de membrana metalizada. Finalmente, nos cuentan las maestras que en sus visitas a la cubierta, los chicos suelen proponer acostarse en el pasto y mirar el cielo, quitarse los zapatos para caminar sintiendo la tierra bajo los pies, u otras actividades que se relacionan con un mayor contacto con la naturaleza, en un espacio seguro y permitido.

Referencias:

Adams, Sam y D Marriott. Cost Benefit Evaluation of Ecoroofs. Bureau of Environmental Services, Sustainable Stormwater group. 2008.

Agencia de Protección Ambiental, MÁyEP, GCBA . Del Gris al Verde, Promoción de Cubiertas Verdes en la Ciudad de Buenos Aires. 2009.

Lawlor, Gail et al. Green Roofs, a Resource Manual for Municipal Policy Makers. Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). 2006.

Liu, Karen y B. Baskaran. Thermal performance of green roofs through field evaluation. National Research Council, Institute for Research in Construction. Proceedings for the First North American Green Roof Infrastructure Conference, Awards and Trade Show, Chicago, IL., May 29-30, 2003, pp. 1-10

Liu, Karen y J. Minor. Performance Evaluation of an Extensive Green Roof. National Research Council of Canada / City of Toronto. A version of this document is published in / Une version de ce document se trouve dans : Greening rooftops for Sustainable Communities, Washington, D.C., May 5-6, 2005, pp. 1-11

Sonne, Jeff. Evaluating Green Roof Energy Performance. ASHRAE Journal. February 2006, pp 59-61.

Taylor and Associates, Inc. Guidelines for Monitoring the Hydrologic and Water Quality Performance of Green Roofs in the Greater Seattle, Washington Region. 2006.

Vecchia, Francisco, Castaneda, Gabriel y Quiroa, Jaime Andrés. Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales: Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales. Tecnología y Construcción., vol.22, no.2. 2006.

