CONAMA 2026

De la inundación a la regeneración:

la gestión integrada del agua como catalizador del diseño regenerativo de patios escolares

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Edita: Fundación Conama

Año: 2026

Este documento está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Personas autoras de la presente comunicación técnica

Autor Principal de la comunicación:

Caroline Heredia A.

Directora de Proyectos. especieclave.eu.

ORCID iD: 0009-0007-1854-6318

Otros Autores:

Luis Montenegro Lafont.

Director General. especieclave.eu.

ORCID iD: 0009-0002-9799-172X

Índice

1. Introducción. Una oportunidad más allá de la renaturalización 1

2. El agua como principio estructurante y catalizador del diseño regenerativo..... 3

3. De un problema de inundaciones a una oportunidad de transformación .. 5

3.1. Situación de partida 5

3.2. La estrategia de diseño: reorganizar el sistema hidráulico.....9

3.3. De un nuevo sistema hidráulico a la creación de lugar 14

3.4. Resultados y aprendizajes: más allá de resolver las inundaciones.....17

4. Oportunidades de diseño en los espacios escolares 20

5. Los patios escolares como infraestructura natural urbana 24

6. Conclusiones 25

7. Bibliografía 26

1. Introducción. Una oportunidad más allá de la renaturalización

Las escuelas constituyen una parte importante del equipamiento de las ciudades. Sus patios, tradicionalmente concebidos como espacios funcionales destinados al recreo y a la actividad al aire libre, representan una oportunidad para contribuir a la transformación ecológica, social y espacial de los entornos urbanos. En un contexto marcado por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la creciente presión sobre los sistemas urbanos, estos espacios pueden desempeñar un papel relevante en la recuperación de procesos naturales y en el fortalecimiento de las relaciones entre las personas y la naturaleza.

En los últimos años, las iniciativas de renaturalización de patios escolares han adquirido una presencia creciente. La incorporación de vegetación, la recuperación de superficies permeables, la creación de hábitats y la gestión sostenible del agua de lluvia permiten transformar espacios predominantemente artificializados en entornos más diversos y próximos a los procesos naturales. Estas intervenciones encuentran un marco de actuación en las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), un enfoque orientado a abordar desafíos ambientales y sociales mediante la protección, restauración y gestión de los ecosistemas, aprovechando sus procesos y funciones para generar beneficios tanto para las personas como para la biodiversidad.

Sin embargo, la aplicación de estas soluciones, aun cuando pueda generar múltiples beneficios, no implica por sí misma una transformación integral del funcionamiento del espacio. Su potencial depende también de cómo se relacionan entre sí y de las condiciones físicas, ecológicas y sociales en las que se desarrollan. Desde esta perspectiva, el diseño regenerativo amplía el alcance de estas aproximaciones al desplazar el foco de las soluciones individuales hacia las relaciones de interdependencia entre los sistemas físicos, ecológicos y humanos. No se trata de enfoques contrapuestos, sino de aproximaciones complementarias que, articuladas en una estrategia de conjunto, pueden contribuir a una transformación más profunda del paisaje.

Esta perspectiva permite superar una concepción de la naturaleza basada exclusivamente en la incorporación de espacios verdes o elementos aislados. Entender los ecosistemas como infraestructuras supone reconocer que su capacidad para sostener el funcionamiento de los territorios depende de las relaciones entre sus componentes y de los procesos ecológicos que desarrollan conjuntamente. Desde esta visión, el paisaje se entiende como una estructura de relaciones e interdependencias.

En los patios escolares, esta aproximación adquiere especial relevancia. Su condición de espacios cotidianos, intensamente utilizados y vinculados a una comunidad educativa permite integrar los procesos naturales en la experiencia diaria de la infancia. El juego, la exploración y el contacto directo con la naturaleza ofrecen oportunidades para construir vínculos duraderos con el mundo vivo, al tiempo que contribuyen a mejorar las condiciones ambientales y sociales del entorno escolar.

Adoptar un enfoque regenerativo implica partir de las características específicas de cada lugar y reconocer las relaciones entre sus componentes físicos, ecológicos y humanos. Supone también entender el diseño como un proceso abierto, que requiere adaptación, mantenimiento y cuidado para acompañar la evolución de los sistemas a lo largo del tiempo.

En este contexto, la gestión integrada del agua de lluvia adquiere un papel especialmente relevante como elemento capaz de orientar y activar procesos de transformación. Su integración en la estrategia de diseño permite conectar las condiciones físicas del espacio con sus oportunidades ecológicas y funcionales, abriendo posibilidades que trascienden la resolución de necesidades hidráulicas.

Esta aproximación se analiza a partir del proyecto de transformación del patio escolar del Colegio Internacional Kolbe, en Villanueva de la Cañada (Madrid). La intervención surge ante un problema persistente de acumulación e inundación de agua de lluvia, que requería una respuesta estructural más allá de las soluciones convencionales de drenaje. La estrategia adoptada reorganiza las condiciones topográficas y espaciales del patio mediante un sistema de gestión de escorrentía basado en la infiltración y el almacenamiento en origen, complementado con medidas de seguridad ante episodios de lluvia extrema. Esta actuación constituye el punto de partida de una transformación que aborda conjuntamente las condiciones ambientales, la configuración espacial y las posibilidades de uso del espacio escolar.

A partir de este caso, la comunicación técnica examina las oportunidades que ofrece el diseño regenerativo para transformar los patios escolares y plantea su potencial como espacios de contribución a la infraestructura natural urbana y de acercamiento cotidiano de la infancia a la naturaleza.

2. El agua como principio estructurante y catalizador del diseño regenerativo

El agua constituye uno de los elementos fundamentales para comprender y transformar el funcionamiento de los paisajes urbanos. Sin embargo, su incorporación al diseño suele abordarse desde una perspectiva predominantemente técnica, vinculada a la evacuación de escorrentías, la prevención de inundaciones o el cumplimiento de requisitos de drenaje. Esta aproximación, aunque necesaria, limita las posibilidades de entender el agua como un elemento capaz de estructurar el paisaje y activar procesos de transformación más amplios.

Desde una perspectiva regenerativa, el funcionamiento hídrico debe formar parte del planteamiento inicial del diseño, interviniendo en la configuración de la topografía, la organización espacial, las condiciones del suelo y el desarrollo de la vegetación. El agua deja así de ser una exigencia técnica que el proyecto debe resolver para convertirse en uno de los elementos que contribuyen a definirlo.



Figura 1. Croquis jardín de lluvia.
Fuente: especieclave.eu. / Caroline Heredia A.

Esta aproximación implica reconsiderar el papel de los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS). Más allá de su función hidráulica, constituyen herramientas de diseño del paisaje que permiten integrar la gestión del agua con la recuperación de procesos ecológicos, la creación de hábitats y la generación de espacios para el encuentro, el juego y el aprendizaje. Su potencial no reside únicamente en los dispositivos de infiltración, retención o almacenamiento, sino en su articulación dentro de una estrategia que los integra en el funcionamiento global del espacio.

Desde esta perspectiva, el agua desempeña dos papeles complementarios en el diseño regenerativo.

En primer lugar, constituye un **principio organizador del proyecto**. Comprender cómo circula, se infiltra, se almacena y se distribuye permite interpretar las condiciones físicas y ecológicas del lugar y orientar las decisiones de diseño. La topografía, las pendientes, los puntos bajos, la permeabilidad del suelo y las características de la vegetación dejan de entenderse como variables independientes para formar parte de una misma estrategia. El sistema hidráulico contribuye así a organizar los espacios, establecer conexiones y definir diferentes condiciones ambientales.

Esto implica concebir los SUDS no como una suma de soluciones aisladas de jardines de lluvia, superficies permeables, cunetas vegetadas o áreas de retención, sino como una red de elementos interconectados que distribuye las funciones de gestión del agua a través del paisaje. Cada uno desempeña una función específica, pero su potencial depende de las relaciones que establece con los demás elementos y con las condiciones naturales del lugar.

En segundo lugar, el agua actúa como **catalizador de una transformación más amplia**. La reorganización del funcionamiento hidráulico permite generar condiciones favorables para procesos ecológicos que trascienden la gestión de la escorrentía. La infiltración y la retención de agua favorecen el desarrollo de la vegetación, la recuperación de las condiciones del suelo y la creación de nuevos hábitats. A su vez, la vegetación y la actividad biológica contribuyen a modificar la estructura y porosidad del suelo, favoreciendo la infiltración, regulando la humedad y reforzando la capacidad de regulación hídrica del paisaje.

Estas relaciones de interdependencia son fundamentales para comprender el funcionamiento de los sistemas naturales, cuyo valor reside en los procesos y funciones que sostienen y en las relaciones entre sus componentes. Desde esta perspectiva, los ecosistemas pueden entenderse como infraestructuras vivas, cuya capacidad para mantener sus funciones ecológicas depende de la interacción entre sus elementos y de cómo estos contribuyen al funcionamiento del conjunto. Aplicada al diseño del paisaje, esta visión permite superar una concepción basada en la incorporación de elementos naturales aislados para centrarse en las relaciones que hacen posible el funcionamiento y la evolución de los sistemas ecológicos.

El agua actúa así como punto de conexión entre procesos físicos y biológicos, favoreciendo relaciones de retroalimentación en las que cada componente influye sobre los demás. No se trata de una secuencia lineal de actuaciones, sino de una red dinámica de interdependencias que puede fortalecer progresivamente el funcionamiento ecológico del paisaje. La transformación tampoco se limita a la dimensión ecológica. Cuando la gestión del agua participa en la configuración espacial del proyecto, surgen oportunidades para diversificar los usos, mejorar la accesibilidad, generar nuevos recorridos y crear espacios para el juego, la interacción y el aprendizaje. El agua permite así conectar los procesos ambientales con las actividades humanas, haciendo que una intervención inicialmente motivada por una necesidad hidráulica pueda transformar también la experiencia y el funcionamiento del lugar.

Esta dimensión adquiere especial relevancia en los espacios escolares. La gestión integrada del agua permite superar la configuración convencional de los patios, frecuentemente dominados por superficies impermeables y espacios funcionalmente homogéneos. La combinación de diferentes condiciones de humedad, topografía, vegetación y materiales permite generar ambientes diversos y ampliar las posibilidades de contacto, exploración y relación cotidiana con la naturaleza.

Entender el agua como parte de un sistema dinámico implica, además, reconocer que el proyecto no concluye con su construcción. Las condiciones ecológicas evolucionan, la vegetación se desarrolla, los suelos cambian y los patrones de uso se transforman. El mantenimiento y la gestión adaptativa forman parte, por tanto, del propio proceso de diseño: observar el comportamiento del paisaje, acompañar sus procesos y ajustar su gestión para responder a los cambios a lo largo del tiempo.

En definitiva, el agua no debe entenderse únicamente como un recurso que gestionar o un problema técnico que resolver, sino como un elemento estructurador capaz de orientar el diseño y activar relaciones entre sistemas ecológicos y sociales. Su integración desde las primeras decisiones permite convertir la gestión del drenaje en una oportunidad para reorganizar el paisaje, fortalecer sus procesos naturales y generar nuevas condiciones para que la vida y las actividades humanas puedan desarrollarse conjuntamente.

3. De un problema de inundaciones a una oportunidad de transformación

3.1. Situación de partida

El proyecto de transformación del patio infantil del Colegio Internacional Kolbe surge ante una problemática persistente de inundaciones que comprometía su funcionamiento cotidiano y evidenciaba las limitaciones de su configuración física y del sistema de drenaje. Destinado al ciclo de educación infantil y utilizado por aproximadamente 170 niños y niñas de entre 1 y 6 años, el patio ocupa 986 m² y se desarrolla en dos medios niveles, situados aproximadamente 2,5 metros por debajo de la cota de acceso al colegio.



Figura 2. Acumulación de agua de lluvia en episodios de 10mm durante 10min.
Fuente: especieclave.eu / Colegio Internacional Kolbe

Construido a finales de los años noventa, presentaba una organización fragmentada, con áreas delimitadas por vallas y desniveles, comunicadas mediante una única rampa. Su configuración combinaba grandes superficies de arena, adoquín y tierra, esta última correspondiente a zonas anteriormente ajardinadas o cubiertas de césped. La vegetación era escasa y se concentraba principalmente en estrechas jardineras perimetrales. El arbolado existente estaba compuesto por 27 ejemplares de cinco especies botánicas, mientras que el resto de la vegetación tenía un carácter predominantemente ornamental y disperso.

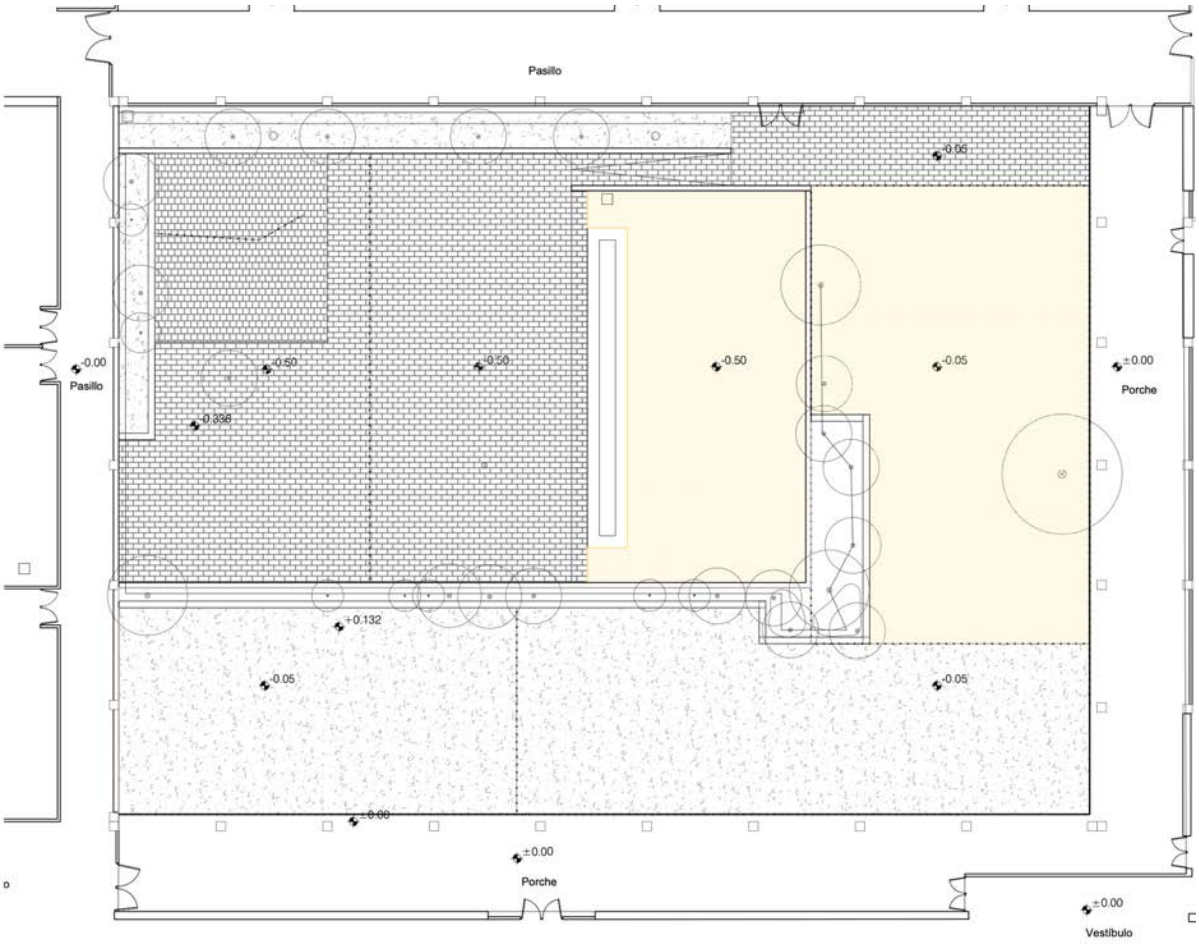


Figura 3. Planta general / situación de partida.
Fuente: especieclave.eu.

Las condiciones topográficas y las características de las superficies dificultaban la gestión del agua de lluvia. Durante los episodios de precipitación, la escorrentía se acumulaba en las zonas de estancia y provocaba inundaciones que podían impedir el uso del patio durante varios días. La visita técnica confirmó las limitaciones del espacio para favorecer la infiltración y el drenaje. Aunque la unidad de bombeo existente estaba operativa, su incorporación a una nueva estrategia requería adaptar las condiciones de evacuación.

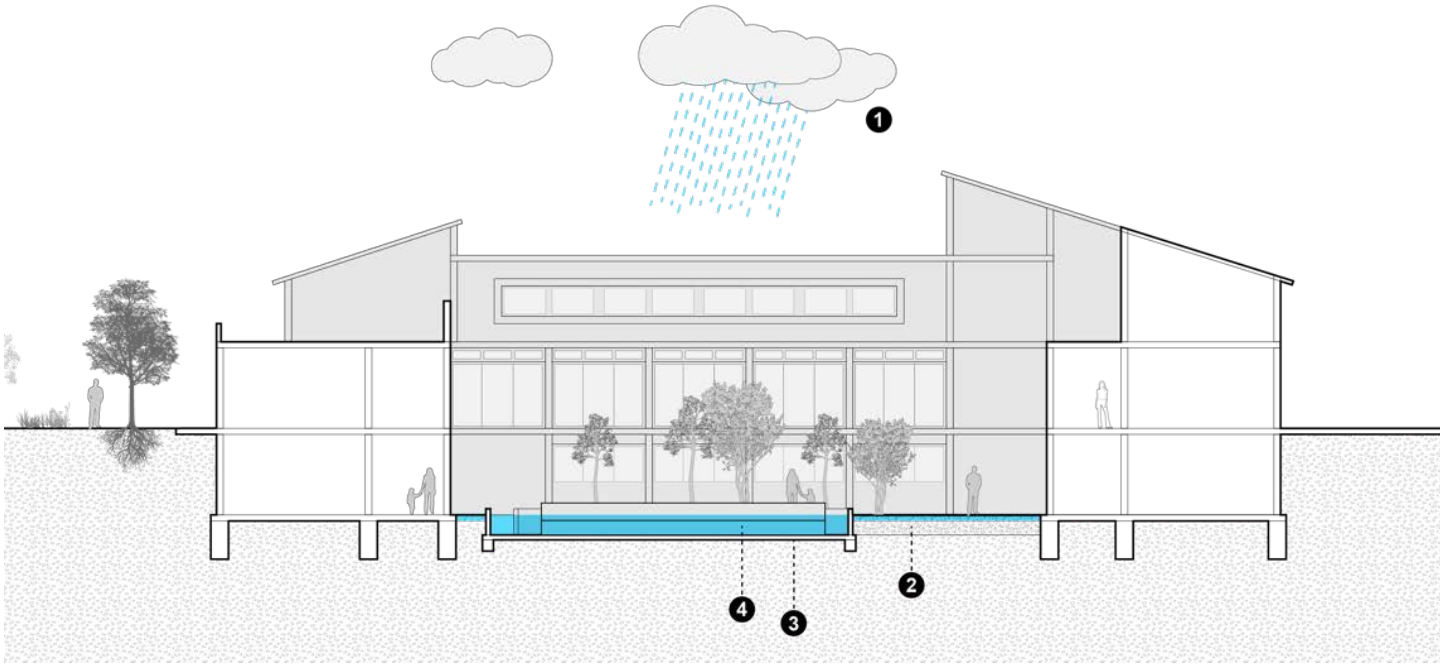


Figura 4. Esquema situación de partida.
Leyenda: (1) Precipitación acumulada +80mm. (2) Suelo natural compactado (semi-permeable). (3) Suelo hormigón (impermeable). (4) Inundación sin capacidad de evacuación.
Fuente: especieclave.eu.

A esta problemática se sumaban limitaciones funcionales y ambientales. La fragmentación espacial, la escasez de superficies vegetadas y la concentración de elementos de juego aislados en unas pocas áreas configuraban un entorno poco diverso, con posibilidades limitadas para el juego y la exploración. La falta de sombra y de variedad de ambientes evidenciaba también la necesidad de mejorar el confort y la experiencia cotidiana de los niños y niñas.

El diagnóstico permitió reconocer que las inundaciones no constituían un problema aislado, sino que estaban vinculadas a unas condiciones físicas y espaciales que limitaban el funcionamiento global del patio. La intervención planteó así la oportunidad de abordar conjuntamente la gestión de las aguas pluviales, el incremento de las superficies vegetadas y las zonas de sombra, la continuidad espacial y la incorporación de nuevas posibilidades de juego y aprendizaje.

El objetivo no era actuar exclusivamente sobre el drenaje, sino aprovechar la necesidad de una transformación estructural para reconsiderar el patio en su conjunto. Mediante la integración de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), se propuso desarrollar una red de drenajes y áreas vegetadas capaz de reorganizar el espacio y generar nuevos ambientes y oportunidades de relación con la naturaleza. El agua se convirtió así en el punto de partida de una transformación ecológica, espacial y funcional.

3.2. La estrategia de diseño: reorganizar el sistema hidráulico

La estrategia de intervención se fundamentó en una reconsideración integral del funcionamiento hidráulico del patio. Frente a una solución basada exclusivamente en evacuar el agua, se propuso un sistema capaz de captar, transportar, infiltrar y almacenar la escorrentía dentro del propio patio infantil, favoreciendo su aprovechamiento por las nuevas áreas vegetadas.

Esto implicó intervenir sobre los niveles del terreno, las pendientes y las características de las superficies. La topografía adquirió un papel fundamental como herramienta para orientar los flujos de agua y reorganizar el espacio entorno al nuevo sistema de gestión de pluviales.

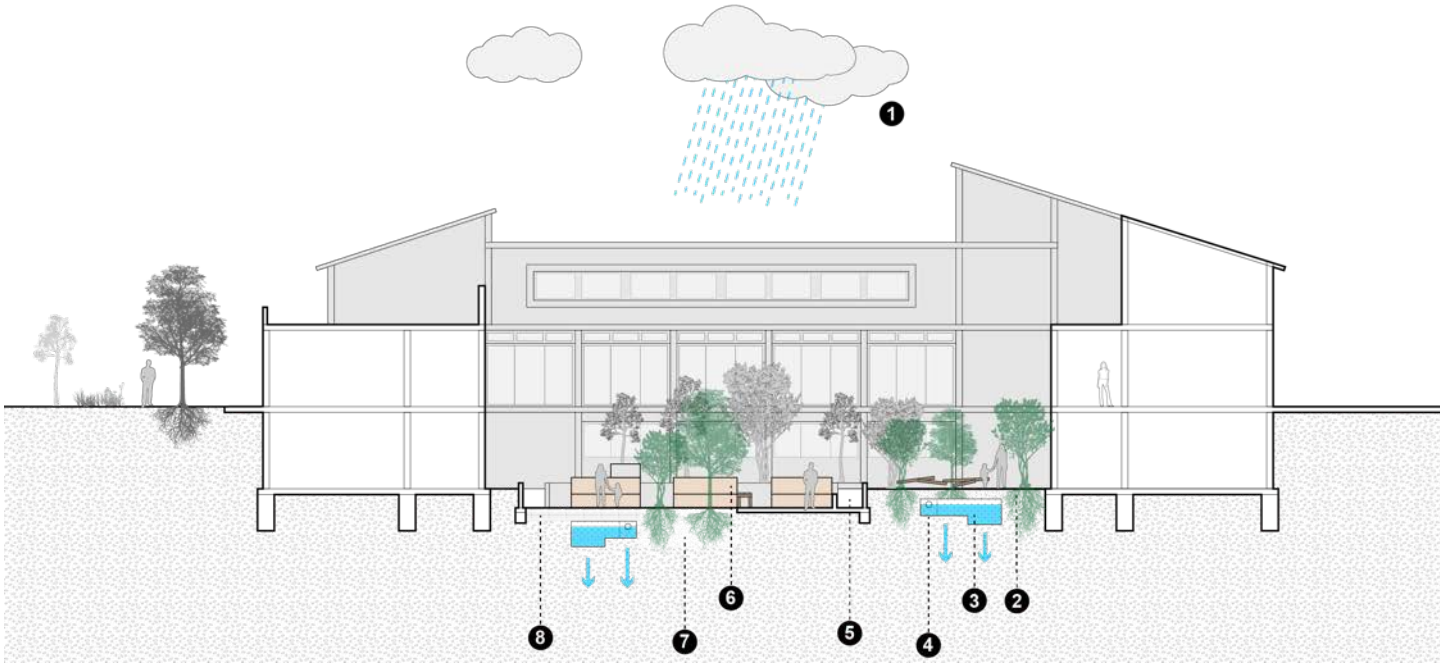


Figura 5. Esquema estrategia de diseño.
Leyenda: (1) Precipitación acumulada +80mm. (2) Suelo natural drenante + nuevo arbolado. (3) Pozo de infiltración. (4) Banda de infiltración y transporte. (5) Nueva rampa accesible. (6) Mobiliario y juegos. (7) Nueva zona vegetal + arbolado. (8) Nuevo arenero.
Fuente: especieclave.eu.

La estrategia se concretó en un sistema mixto de gestión de pluviales, compuesto por zanjas de infiltración, pozos asociados a las áreas de plantación, un depósito permeable enterrado y un sistema de bombeo como medida complementaria de seguridad.

El dimensionamiento hidráulico tomó como referencia una superficie de captación de 819 m², una velocidad de infiltración del terreno de 15 mm/h y un episodio de lluvia de diseño con un periodo de retorno de 25 años y 10 minutos de duración. El volumen de escorrentía estimado fue de 9,98 m³ (9.980 litros).

Para gestionar este volumen, el sistema se organizó mediante cuatro elementos interconectados:

- **Zanjas de transporte e infiltración.** Una red enterrada, rellena de grava y dotada de tubería drenante, recorre las áreas con potencial de infiltración, captando y distribuyendo la escorrentía.
- **Pozos de infiltración.** Situados junto al arbolado existente y las nuevas áreas de plantación, permiten retener agua en el subsuelo y favorecer su disponibilidad para el sistema radicular.
- **Depósito permeable enterrado.** Mediante módulos de infiltración tipo Atlantis, proporciona una capacidad de almacenamiento superior a 7 m³ y permite la infiltración gradual del agua acumulada.
- **Sistema de bombeo de seguridad.** Incorpora un depósito estanco y una bomba automática que permite evacuar los posibles excedentes hacia la red general de saneamiento.

La capacidad conjunta de los elementos específicos del sistema alcanza los 13,32 m³ (13.320 litros), un 33 % superior al volumen de escorrentía estimado para el escenario de diseño. A esta capacidad se suma la contribución de las nuevas superficies permeables y vegetadas, entre ellas los 288 m² de pradera previstos sobre una base de suelo técnico de gravas, que amplían las posibilidades de infiltración y gestión distribuida del agua.

La redundancia constituye un criterio fundamental de la propuesta: la escorrentía se gestiona prioritariamente mediante captación e infiltración local; los excedentes se conducen hacia los pozos y el depósito permeable, mientras que el bombeo actúa como último mecanismo de seguridad ante situaciones excepcionales.

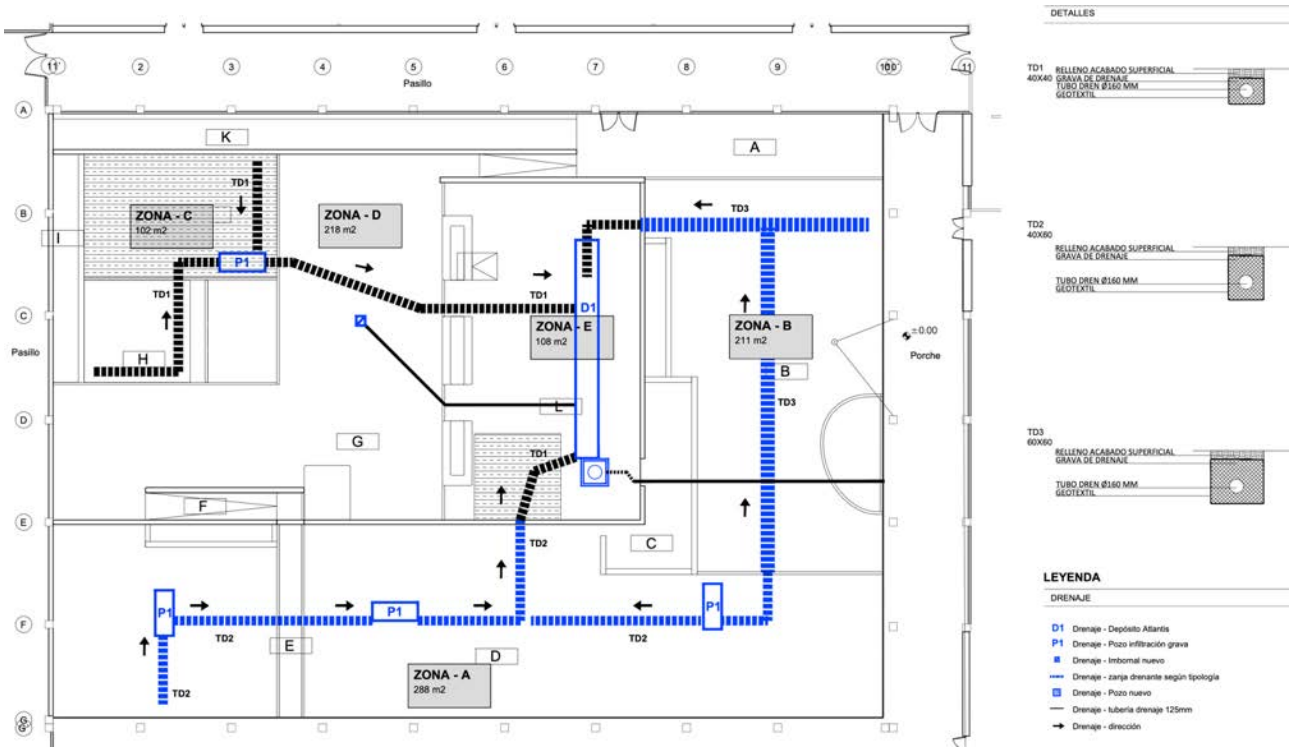


Figura 6. Planta general / Sistema gestión de pluviales.
Fuente: especieclave.eu.

El agua como estructura de organización del paisaje

Más allá de su dimensión hidráulica, el sistema se concibió como estructura generadora de una nueva organización espacial. La circulación e infiltración del agua se relacionaron con la desimpermeabilización de superficies, la creación de áreas vegetadas y la configuración de espacios con diferentes escalas y condiciones ambientales.



Figura 7. Instalación depósito permeable ‘Atlantis’.
Fuente: especieclave.eu.

La propuesta incorporó comunidades vegetales mixtas, tomando como referencia los ecosistemas del entorno. Se plantearon diferentes estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, adaptados a las condiciones de exposición solar, sombra y disponibilidad de agua, organizados en tres comunidades principales: bosque refugio, garriga y matas.

Esta diversificación buscaba generar ambientes diferenciados, desde espacios arbolados y sombreados hasta áreas arbustivas y praderas abiertas. La vegetación pasó así de ocupar principalmente los márgenes del patio a participar activamente en su configuración, contribuyendo a mejorar las condiciones del suelo, ampliar la permeabilidad, regular la radiación solar y favorecer la biodiversidad.

En el caso de la pradera pisable, la propuesta inicial contemplaba una pradera naturalizada. Sin embargo, los condicionantes de la ejecución durante el periodo estival, la inmediatez del encargo y la disponibilidad comercial del material obligaron a adaptar la solución. Finalmente, se ejecutó mediante césped en tepe, manteniendo su función como superficie verde transitable.

De este modo, agua, suelo y vegetación se integraron en una misma infraestructura natural, en la que las soluciones hidráulicas establecían las condiciones para el desarrollo de nuevos procesos ecológicos y la creación de diferentes ambientes.



Figura 8. Planta general / Proyecto.
Fuente: especieclave.eu.

La estrategia incorporó también las necesidades funcionales, pedagógicas y de accesibilidad del centro educativo. La conectividad entre niveles, la creación de espacios de menor escala y la integración del juego con los elementos naturales formaron parte de las decisiones de diseño.

El desarrollo de la intervención estuvo condicionado por un plazo total de once semanas, que comprendió el diagnóstico, el esquema preliminar, el desarrollo del proyecto y la ejecución. Las obras, con una duración de siete semanas, se realizaron durante julio y agosto de 2025, para que el patio estuviera disponible al inicio del curso escolar en septiembre. El presupuesto de ejecución y equipamiento fue de 74.800 € (IVA no incluido).

En Kolbe, la gestión del agua se convirtió así en un principio organizador que articula las decisiones topográficas, ecológicas y espaciales, trascendiendo su función como infraestructura de drenaje.



Figura 9. Inicio trabajos de demolición y desimpermeabilización.
Fuente: especieclave.eu.



Figura 10. Ejecución de sistema de drenaje e infiltración.
Fuente: especieclave.eu.

3.3. De un nuevo sistema hidráulico a la creación de lugar

La reorganización del sistema hídrico permitió abordar una transformación más amplia de las cualidades espaciales, ambientales y funcionales del patio. La intervención aprovechó la nueva configuración del terreno y la integración de la infraestructura natural para generar un paisaje escolar más diverso, conectado y naturalizado.

Uno de los principales cambios fue superar la organización fragmentada del espacio existente, distribuido en áreas diferenciadas de arenero, pradera y pavimentos, con escasas relaciones entre sí. La propuesta aprovechó los diferentes niveles para crear ámbitos de estancia, juego, exploración y contemplación, configurando una secuencia de espacios de distintas escalas y características, capaces de funcionar de manera independiente o como parte de un conjunto continuo.



Figura 11. Ejecución de nueva rampa accesible y plantación de nuevos parterres.
Fuente: especieclave.eu.

La conectividad fue fundamental para articular esta organización. Una nueva rampa, los pavimentos y diferentes elementos de transición permitieron establecer recorridos accesibles entre niveles, facilitando la movilidad de todos los usuarios, incluidos quienes utilizan carritos y otros elementos rodantes. La propia rampa se concibió como espacio de movimiento y juego, mientras que los grandes escalones entre cotas funcionan como gradas y podios para sentarse o desarrollar actividades colectivas. Asimismo, un pequeño puente conecta dos niveles y amplía las posibilidades de tránsito y exploración.

El juego se incorporó como principio transversal del diseño, tanto en la configuración del paisaje como en el equipamiento específico. Se diseñaron y ejecutaron elementos de mobiliario y juego concebidos para los nuevos espacios y adaptados a las diferentes edades y necesidades de la infancia. Además de su función lúdica y pedagógica, estas piezas se relacionan con las características de cada lugar y su entorno natural, estimulando distintas formas de interacción, movimiento y aprendizaje.



Figura 12. Instalación juegos de equilibrio sobre pradera.
Fuente: especieclave.eu.

La diversidad de usos se refleja también en los pequeños recorridos y pasos entre la vegetación, que favorecen el contacto directo con la naturaleza, y en las áreas de estancia vinculadas al nuevo arbolado. Destaca el espacio de bancos alrededor de un grupo de árboles de mayor porte, concebido como lugar de reunión y para actividades colectivas, como los cuentacuentos. La vegetación se convierte así en soporte de experiencias y relaciones sociales, además de cumplir sus funciones ambientales.



Figura 13. Instalación de mobiliario y estructuras de madera.
Fuente: especieclave.eu.

La nueva estructura vegetal parte de la vegetación existente y configura comunidades adaptadas a las condiciones de cada ámbito y a la estrategia de gestión del agua. La diversificación de especies y estratos, junto con el incremento de las superficies vegetadas y del arbolado, genera diferentes condiciones de sombra, refugio y exposición solar. Estas áreas mejoran el confort ambiental, amplían la diversidad biológica y favorecen el desarrollo de hábitats y procesos ecológicos en un espacio sometido a un uso cotidiano intensivo.

Las decisiones de diseño se desarrollaron mediante un proceso de co-diseño con un equipo de profesoras del ciclo infantil, principales usuarias del patio. El trabajo conjunto permitió identificar necesidades pedagógicas y funcionales, revisar referencias de renaturalización, materiales y elementos de juego, y establecer prioridades atendiendo a las limitaciones presupuestarias y temporales. Así, la experiencia cotidiana del centro educativo se incorporó a la definición de las actuaciones complementarias a la infraestructura hidráulica y del equipamiento específico.

La transformación no consistió únicamente en incorporar vegetación o nuevos elementos de juego, sino en establecer relaciones entre ellos y con los procesos naturales. Agua, suelo, vegetación, recorridos y equipamiento forman parte de una misma estructura, en la que las condiciones ecológicas y las actividades humanas se desarrollan conjuntamente.

El resultado es un patio más accesible y conectado, con ambientes diferenciados que amplían las posibilidades de juego, descanso, exploración y aprendizaje. La gestión sostenible del agua mejora su respuesta frente a los episodios de lluvia, mientras que la diversificación vegetal contribuye al confort en diferentes épocas del año.

El patio deja así de ser una superficie exterior destinada exclusivamente al recreo para convertirse en un paisaje escolar capaz de generar nuevas experiencias, relaciones y aprendizajes. En este cambio de cualidades y posibilidades se produce el paso del espacio físico al lugar: un entorno que adquiere nuevos significados a través de la interacción cotidiana entre la infancia, la naturaleza y la comunidad educativa.

3.4. Resultados y aprendizajes: más allá de resolver las inundaciones



Figura 14. Descubriendo las posibilidades del nuevo patio.
Fuente: especieclave.eu.

El proyecto de Kolbe muestra cómo una intervención motivada por una problemática hidráulica puede convertirse en una oportunidad para transformar integralmente un espacio escolar. La experiencia permite identificar cuatro aprendizajes principales:

- **La transformación de un componente puede activar cambios en el conjunto.**

  El agua constituyó el punto de partida de una transformación que alcanzó al conjunto del paisaje escolar. La reorganización de su circulación, infiltración y almacenamiento permitió reconsiderar las condiciones del suelo, ampliar las superficies vegetadas y generar oportunidades para el desarrollo de la biodiversidad. Una necesidad concreta se convirtió así en motor de nuevas relaciones entre los procesos hídricos, ecológicos y espaciales.

- **Diseñar relaciones permite superar la intervención sobre elementos aislados.**

  El potencial regenerativo no reside únicamente en incorporar soluciones como drenajes, superficies permeables o vegetación, sino en integrarlas dentro de una estrategia común. En Kolbe, la gestión del agua articula la topografía, el suelo, las comunidades vegetales y la organización de los espacios, entendiendo el paisaje como un sistema de relaciones en el que las decisiones hidráulicas, ecológicas y espaciales se refuerzan mutuamente. Desde esta perspectiva, el agua puede constituir un principio organizador del diseño incluso en patios donde las inundaciones no representan el problema inicial.

- **La regeneración incorpora la dimensión humana y la creación de lugar.**

  La transformación ecológica adquiere sentido también a través de su relación con las personas y sus actividades cotidianas. Los nuevos ambientes, recorridos, espacios de encuentro y elementos de juego y mobiliario integran la naturaleza en las experiencias de movimiento, exploración, aprendizaje y relación social de la infancia. El codiseño permitió incorporar las necesidades de la comunidad escolar, contribuyendo a construir un lugar con nuevas posibilidades de uso, apropiación y relación con la naturaleza.

- **La regeneración requiere continuidad, cuidado y capacidad de adaptación.**

  La intervención establece unas condiciones iniciales para la evolución del paisaje, pero no determina por sí sola su desarrollo. El establecimiento de la vegetación, la evolución de los suelos, el comportamiento del sistema hídrico y la adaptación de los espacios a las dinámicas de uso requieren seguimiento, mantenimiento y gestión. El funcionamiento regenerativo depende también de la capacidad de acompañar y adaptar los procesos ecológicos y sociales a lo largo del tiempo.

Resultados ambientales y comportamiento del sistema hídrico



Figura 15. Resultado final de la intervención.
Fuente: especieclave.eu.

La intervención produjo cambios significativos en la configuración física y ambiental del patio. La superficie pavimentada se redujo de 335 a 229 m² (31,6 %). De esta última, 178,5 m² (78 %) corresponden a pavimento permeable, frente a la configuración inicial, en la que el adoquín se disponía sobre una base de hormigón que limitaba la infiltración. La superficie de pradera pasó de 265 a 223 m², mientras que el área ocupada por bosquetes y plantaciones arboladas aumentó de 82 a 190 m², un incremento del 132 %.

Estos cambios reflejan una reorganización de las superficies y de la estructura vegetal, que refuerza la relación entre suelo, vegetación y gestión del agua.

Otro resultado especialmente relevante es el comportamiento del sistema de pluviales tras la finalización de las obras, en agosto de 2025. Los registros de AEMET para Villanueva de la Cañada permiten contextualizar su funcionamiento. Durante este periodo se han registrado precipitaciones superiores a las medias mensuales de referencia en noviembre de 2025 (77 mm frente a 66 mm); octubre de 2026 (72 mm frente a 59 mm); enero de 2026 (82,8 mm frente a 42 mm), y febrero de 2026 (92,1 mm frente a 33 mm). A estos registros se suman los 95,4 mm acumulados en noviembre de 2026 hasta la fecha de recopilación de los datos.

Durante estos episodios, el patio ha mantenido un comportamiento satisfactorio, sin nuevas inundaciones. El resultado adquiere especial relevancia si se considera que, antes de la intervención, las acumulaciones de agua podían impedir su uso durante varios días. Aunque los datos mensuales no permiten evaluar por sí solos la respuesta ante intensidades de precipitación concretas, aportan una primera evidencia del funcionamiento del sistema en condiciones reales y ante lluvias superiores a los valores medios habituales.

Una transformación que trasciende la solución técnica

La experiencia de Kolbe muestra cómo la gestión del agua puede actuar simultáneamente como infraestructura y catalizador de una transformación más amplia. Su integración con el suelo, la vegetación y la organización espacial permite superar la resolución de un problema hidráulico y construir un paisaje escolar que incorpora procesos naturales y amplía las posibilidades de relación, uso y experiencia de la comunidad educativa.



Figura 16. Primeras impresiones de las protagonistas de este patio infantil.
Fuente: especieclave.eu.

4. Oportunidades de diseño en los espacios escolares

Los espacios escolares representan una oportunidad especialmente relevante para incorporar los principios del diseño regenerativo en el entorno construido. Más allá de su función educativa y recreativa, los patios, entornos, caminos, pueden contribuir a mejorar las condiciones ambientales mediante la gestión sostenible del agua, la recuperación de los suelos, el incremento de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.

Esta oportunidad adquiere una dimensión particular por su relación directa con la infancia. Son espacios de uso cotidiano donde el contacto con la naturaleza puede formar parte de la experiencia diaria. La presencia de vegetación, agua y suelos vivos permite observar los cambios estacionales, explorar los procesos naturales y desarrollar vínculos con el entorno desde edades tempranas. Estas experiencias favorecen el bienestar y el aprendizaje, y contribuyen a construir una relación más próxima con la naturaleza. Transformar un espacio escolar no consiste únicamente en incorporar vegetación o sustituir pavimentos impermeables por superficies naturales. Implica reconsiderar su configuración y funcionamiento, integrando los procesos ecológicos con las necesidades educativas, funcionales y sociales. La gestión del agua, la mejora de las condiciones del suelo y la diversificación vegetal pueden convertirse así en oportunidades para generar ambientes más saludables, confortables y diversos.

A partir de esta aproximación, los autores identifican una serie de principios de diseño que orientan la transformación de los espacios escolares. No constituyen una metodología cerrada, sino criterios que se interpretan y adaptan a las condiciones y oportunidades de cada lugar:

- **El agua como estructura del paisaje**. Integrar la captación, infiltración, retención y circulación del agua de lluvia en la organización espacial, relacionando la gestión hídrica con la topografía, la vegetación y los usos del patio.
- **Suelos vivos y procesos ecológicos**. Recuperar las condiciones del suelo como soporte de la infiltración, la actividad biológica y el desarrollo de la vegetación.
- **Biodiversidad y diversidad vegetal**. Incorporar comunidades adaptadas a las condiciones locales, diversificar los estratos y generar hábitats que favorezcan los procesos ecológicos y la presencia de fauna.
- **Diversidad espacial y creación de lugar**. Configurar ambientes de diferentes escalas y características que favorezcan el juego, la estancia, el encuentro, la exploración y el aprendizaje.
- **Accesibilidad, inclusión y relaciones sociales**. Integrar las diferentes capacidades y necesidades en la organización del espacio, procurando que todos los niños y niñas puedan participar de las experiencias que ofrece el paisaje.

La diversidad de contextos como oportunidad de diseño

La aplicación de estos principios requiere una aproximación específica a cada lugar. Las condiciones topográficas, climáticas y edáficas, la vegetación existente, la configuración espacial y las dinámicas de la comunidad educativa determinan las oportunidades y limitaciones de cada intervención. Interpretar estas particularidades permite adaptar las decisiones de diseño y evitar la reproducción de soluciones desvinculadas de su contexto.

Los tres proyectos que se presentan a continuación ilustran la aplicación de estos principios en diferentes realidades escolares. Los proyectos 2 y 3 han sido dirigidos por los autores en colaboración con otros profesionales y equipos de trabajo. Cada intervención responde a condiciones específicas y establece relaciones propias entre los procesos naturales, la organización espacial y las actividades de la comunidad educativa.

1. La naturaleza como parte de la experiencia cotidiana

Se transforma un área residual de 600 m² del colegio, afectada por inundaciones recurrentes, en un espacio de huerto escolar. La propuesta incorpora bancales de cultivo y una mesa de trabajo, convirtiendo una zona sin uso en un entorno para el aprendizaje y el contacto cotidiano con la naturaleza. La gestión de las aguas pluviales se resuelve mediante zanjas drenantes de grava que acompañan un nuevo recorrido y conducen el agua hasta un jardín de lluvia situado junto al acceso al colegio. La intervención integra así la mejora del funcionamiento hidráulico con la recuperación del espacio y nuevas oportunidades para cultivar, explorar y relacionarse con los procesos naturales.

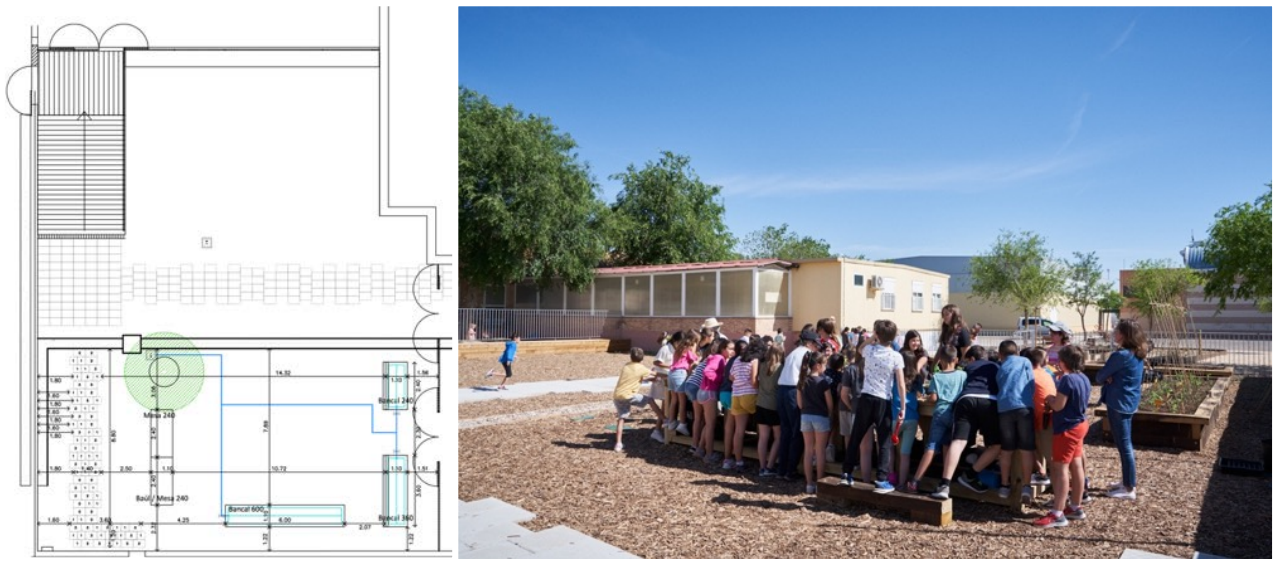


Figura 17. Huerto escolar CEIP Pedro Melendo García, Olías del Rey, Toledo.
Fuente: I rati Proyectos S.L. / especieclave.eu. / Luis Montenegro Lafont

2. El agua y los procesos ecológicos como estructura del paisaje

El proyecto plantea la renaturalización del patio de 10.084 m², utilizando el agua y los procesos ecológicos como principios generadores del paisaje, trasladando la estrategia desarrollada en Kolbe a un contexto de mayor escala. La propuesta reorganiza la topografía mediante elevaciones y depresiones que permiten conducir, acumular, infiltrar y dispersar el agua, estableciendo nuevas relaciones entre topografía, suelo, vegetación y fauna. Esta estructura se complementa con la conservación de fragmentos de las pistas existentes, la creación de praderas y recorridos y la incorporación de vegetación pionera, arbustos y arbolado. Se plantea así una transformación progresiva en la que la gestión del agua activa procesos ecológicos y genera nuevas oportunidades de relación con la naturaleza.

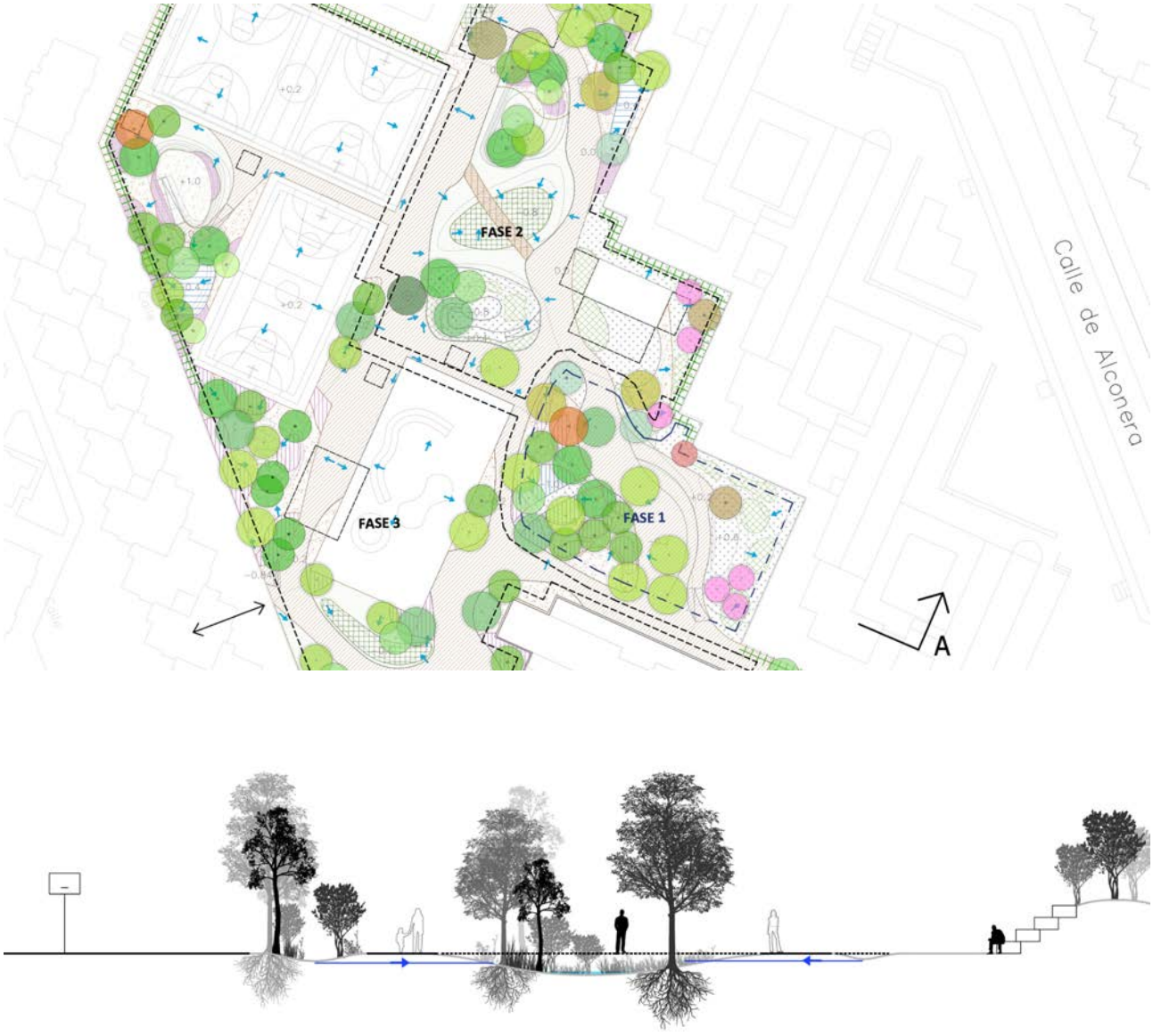


Figura 18. CEIP Ramón María del Valle-Inclán, San Blas, Madrid.
Fuente: Ayuntamiento de Madrid / I rati Proyectos S.L. / especieclave.eu

3. Crear nuevas condiciones regenerativas

Se transforma un antiguo aparcamiento de 5.000 m² próximo al centro educativo en un nuevo entorno escolar naturalizado, conectado con el colegio y el espacio público. La estrategia regenerativa crea nuevas condiciones ecológicas y espaciales mediante bosquetes, áreas vegetadas y espacios de juego, estancia y encuentro. La vegetación actúa como estructura generadora de hábitats, sombra y protección frente a los efectos ambientales urbanos, favoreciendo la biodiversidad y la conectividad ecológica. Se configura así un espacio compartido e inclusivo, donde naturaleza y actividades humanas se integran para dar un nuevo carácter al lugar.



Figura 19. Estado previo & Visualización 3D del proyecto CEIPSO La Luna / RENATURA Rivas, Rivas-Vaciamadrid, Madrid.
Fuente: Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid / I rati Proyectos S.L. / 2382.co / especieclave.eu

Estos proyectos muestran que el diseño regenerativo no responde a una configuración espacial, una escala o un conjunto cerrado de soluciones. Su capacidad transformadora reside en interpretar las condiciones de cada lugar y establecer relaciones entre los procesos naturales y las necesidades de sus usuarios.

La transformación de los espacios escolares permite abordar conjuntamente objetivos ambientales, educativos y sociales. La gestión del agua, la mejora del confort climático y el incremento de la biodiversidad se integran con nuevas oportunidades para el juego, el aprendizaje y la convivencia. Su valor reside en generar espacios que, además de responder a las necesidades de los centros educativos, contribuyan al bienestar y a una relación más próxima y significativa entre la infancia y la naturaleza.

5. Los patios escolares como infraestructura natural urbana

Los patios escolares representan una oportunidad para extender la infraestructura natural al tejido urbano y contribuir a procesos de regeneración de la ciudad. Su valor no reside únicamente en incorporar espacios verdes, sino en su capacidad para recuperar funciones y procesos ecológicos que sostienen el funcionamiento de los sistemas urbanos: regulación hídrica, mejora del suelo, moderación térmica, generación de hábitats y biodiversidad.

Aunque su contribución individual sea limitada, su integración en una red de espacios ecológicos puede reforzar la continuidad de los procesos naturales y la resiliencia urbana frente al cambio climático. En función de su localización y características, los patios pueden complementar parques, jardines, corredores ecológicos y otros espacios naturales, ampliando la disponibilidad de hábitats y favoreciendo la conectividad ecológica. Su potencial, por tanto, trasciende los límites físicos del recinto escolar y debe entenderse desde su relación con la estructura ecológica del territorio.

Esta dimensión ecológica se vincula con otra igualmente relevante: la social. Los centros educativos ofrecen una oportunidad para integrar la naturaleza en la vida cotidiana de las comunidades, favoreciendo el contacto directo de la infancia con los sistemas naturales y contribuyendo a entornos más saludables y habitables. Los patios pueden así convertirse en piezas de una infraestructura natural y social que conecte la regeneración ecológica con el bienestar colectivo y contribuya a una ciudad más resiliente.

6. Conclusiones

El proyecto de Kolbe permite mostrar cómo abordar un problema ambiental específico, como las inundaciones recurrentes, puede convertirse en una oportunidad para transformar integralmente un espacio escolar. La intervención demuestra que la gestión del agua puede trascender su función hidráulica y actuar como motor de una transformación que alcanza las condiciones físicas, ecológicas y sociales del paisaje.

Uno de los principales aprendizajes es el papel del agua como principio organizador y catalizador del diseño. Su gestión orienta las decisiones espaciales y permite establecer nuevas relaciones entre el agua, el suelo, la vegetación, la biodiversidad y las actividades humanas. Esta interdependencia evidencia el carácter sistémico del paisaje: intervenir sobre uno de sus componentes puede transformar el funcionamiento del conjunto y activar procesos que superan el objetivo inicial de la intervención. Desde esta perspectiva, el diseño regenerativo va más allá de incorporar elementos naturales o resolver problemas ambientales de forma aislada. Consiste en diseñar las relaciones y condiciones que permiten que los sistemas ecológicos y humanos funcionen y evolucionen conjuntamente. Para ello, resulta fundamental partir de las dinámicas existentes y de las características específicas de cada lugar, integrando los procesos naturales con las necesidades y experiencias de sus comunidades.

Esta aproximación permite trasladar el enfoque a otros contextos escolares sin reproducir soluciones predeterminadas. Aunque en Kolbe la intervención parte de un problema de inundaciones, la gestión integrada del agua puede constituir también una estrategia proactiva para reorganizar patios donde no existen problemas previos de drenaje. La transferencia reside en la lógica de diseño: interpretar las condiciones y potencialidades de cada lugar para establecer relaciones capaces de fortalecer su funcionamiento ecológico y social. La regeneración requiere, además, continuidad en el tiempo. El diseño establece unas condiciones iniciales, pero la evolución del paisaje depende de su evolución, el manejo y la gestión adaptativa. Estas prácticas permiten acompañar los procesos ecológicos, responder a los cambios y sostener las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida. Por ello, la gestión a largo plazo y la responsabilidad compartida deben formar parte de la concepción misma del proyecto.

Finalmente, los patios escolares ofrecen una oportunidad para conectar la transformación de los espacios cotidianos con la regeneración ecológica a escala urbana. Su potencial no reside únicamente en incrementar la superficie natural, sino en contribuir al funcionamiento como infraestructura mediante la gestión del agua, la mejora de las condiciones del suelo, la creación de hábitats y la conectividad ecológica. Al mismo tiempo, su uso cotidiano permite acercar la naturaleza a la infancia y favorecer vínculos duraderos de conocimiento, pertenencia y cuidado hacia el mundo vivo.

En definitiva, diseñar desde una perspectiva regenerativa significa superar la intervención sobre elementos aislados para trabajar sobre las relaciones que sostienen el funcionamiento de un lugar. Se trata de crear condiciones para que los sistemas naturales y humanos puedan desarrollarse conjuntamente, contribuyendo no solo a transformar los espacios, sino también a fortalecer las relaciones entre naturaleza, sociedad y territorio.

7. Bibliografía

[1] Ajuntament de Barcelona. (2019): *Pla del joc a l'espai públic de Barcelona amb horitzó 2030*. [Mesura de govern / Document estratègic]. Barcelona: Ajuntament de Barcelona. Disponible al repositori BCNROC.

[2] Alméstar, M., y I. García García, (2026): *Patios escolares + naturales: Manual de intervenciones en patios escolares con criterios climáticos*. Ayuntamiento de Madrid. https://doi.org/10.5281/zenodo.19221415

[3] Blanc, N., C. Clauzel, C. About, A.-L. Riché, M. Gippet, y S. Bortolamiol, S. (2025): Schoolyards greening for connecting people and nature: An example of nature-based solutions? *npj Urban Sustainability*, *5*, 64. https://doi.org/10.1038/s42949-025-00252-6

[4] Hawken, P. (2021): *Regeneration: Ending the Climate Crisis in One Generation*. Penguin Books.

[5] Kabisch, N., N. Frantzeskaki, S. Pauleit, S.Naumann, M. Davis, M. Artmann, D. Haase, S. Knapp, H. Korn, J. Stadler, K. Zaunberger y A. Bonn (2022): "Principles for urban nature-based solution" *Ambio* 51. https://doi.org/10.1007/s13280-021-01685-w

[6] Leal Laredo, P., L. Urda Peña, y P. García Serrano, (2018): *Guía de diseño de Entornos Escolares*. Madrid Salud, Ayuntamiento de Madrid. https://estrategiaurbana.madrid.es/wp-content/uploads/2021/03/guia_diseno_entornos_escolares_opt-1.pdf

[7] Mang, P., B. Reed, (2012): "Designing from place: A regenerative framework and methodology" *Building Research & Information,* *40*(1), 23–38. https://doi.org/10.1080/09613218.2012.621341

[8] Silva, J.M.C. y E. Wheeler (2017): "Ecosystems as infrastructure" *Perspectives in Ecology and Conservation*, 15 (1) https://doi.org/10.1016/j.pecon.2016.11.005

CONAMA 2026