



# LIFE Lugo + Biodinámico

En la vanguardia del urbanismo sostenible













# LIFE Lugo + Biodinámico

En la vanguardia del urbanismo sostenible

Impulsado por:



Financiado por:



Socios:



Co-financiado por la Unión Europea a través del Programa LIFE

ISBN: 978-84-09-47501-8  
Depósito Legal: C 2151-2022

**Edita:** Concello de Lugo  
**Coordinador editorial:** Boris Hinojo

**Cita recomendada de capítulos:**

Alonso, J.M.; Pardiñas, L.; Méndez, L.; Martínez, M. & Penedo, S. (2022). El Barrio Multiecológico de Lugo. Un Plan Biodinámico para el futuro urbano sostenible. En B. Hinojo (Coord.) LIFE Lugo + Biodinámico (25-34). Concello de Lugo.

La edición de esta publicación ha sido financiada por el Programa LIFE de la Unión Europea.

El contenido de esta publicación refleja la información aportada por los autores del mismo. La Agencia Ejecutiva Europea de Clima, Infraestructuras y Medio Ambiente (CINEA) y la Comisión Europea no son responsables de ningún uso que se pueda hacer de la información del libro.

**Diseño y maquetación:**  
Galicia Comunicación, G&C

**Fotografías de cubierta:**  
Héctor Santos-Díez

**LIFE Lugo + Biodinámico.**  
**Planificación de un barrio multi-ecológico como modelo de resiliencia urbana.**  
[LIFE14 CCA/ES/000489]

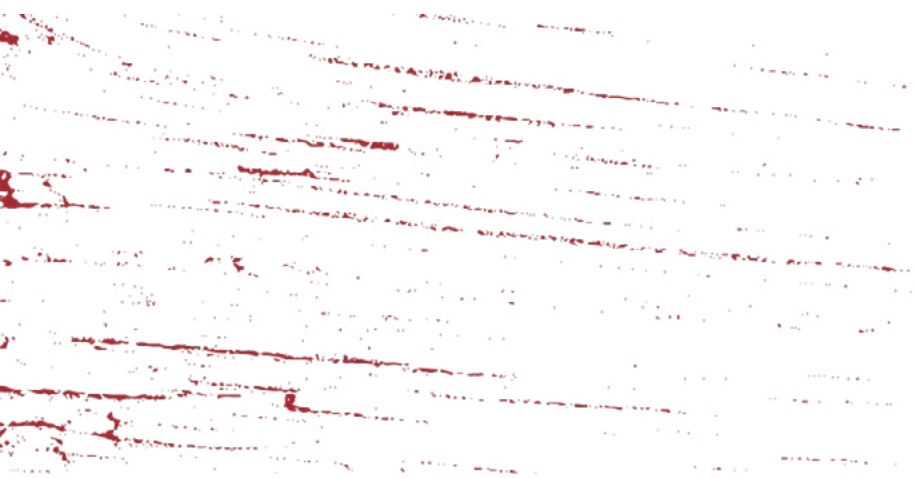
DOI: 10.20868/UPM.book.72518



**LIFE Lugo + Biodinámico** ha tenido un recorrido largo de más de 8 años desde sus inicios como candidatura de proyecto europeo, hasta su cierre oficial en el año 2022. Una senda que continuará en los próximos años, pues los proyectos LIFE van más allá de su propio desarrollo, siendo la semilla de cambios positivos y duraderos en el largo plazo.

Queremos agradecer a las muchas personas que han conformado el equipo **LIFE Lugo + Biodinámico**, su dedicación, esfuerzo y aportación durante estos años, Almudena, Álvaro, Ana(s), Antía, Antonio(s), Belén(es), Boris, Benigno, Bern, Candela, Cristina, Diego, Dimas, Dani, Esther, Gema, Inma, Jesús, Jorge, Jose(s), José(s), José Luis, Juan Luis, Lara, Laura, Loli, Luis(es), Manuel(es), Marcos, María(s), Mario, Marta, Miguel(es), Natalia, Pablo(s), Paula, Priscilla, Roque, Samuel, Shirley, Sonia, Susana(s), Valentina, Vanesa... entre otras. Así como al resto de personas y entidades vinculadas de alguna manera al desarrollo del proyecto, en sus múltiples actividades de ejecución, difusión o generación de redes.

A todas vosotras, GRACIAS.



## Índice

---

|   |            |
|---|------------|
| <b>Presentación institucional</b>   | <b>9</b>   |
| <b>El Proyecto LIFE Lugo + Biodinámico</b>  | <b>11</b>  |
| <b>Acción por el clima desde el diseño urbano. El catálogo GUD Lugo</b>                       | <b>19</b>  |
| <b>El Barrio Multiecológico de Lugo. Un Plan Biodinámico para el futuro urbano sostenible</b> | <b>31</b>  |
| <b>El Bosque Urbano de Lugo</b>   | <b>43</b>  |
| ▪ Frondosas destinadas a generar madera de calidad  | 49         |
| ▪ Cultivos urbanos para producción de energía local   | 61         |
| ▪ El Souto de As Gándaras   | 67         |
| ▪ El Arboretum de As Gándaras   | 77         |
| ▪ Bosque húmedo   | 95         |
| <b>Huertos urbanos innovadores y agricultura ecológica</b>                                    | <b>101</b> |
| <b>Edificio Impulso Verde: hacia un nuevo modelo urbano y constructivo</b>                    | <b>117</b> |







## Presentación institucional.

Las ciudades de hoy son el patrimonio del mañana, por lo que todos los que tenemos responsabilidades en las transformaciones urbanas y en el cuidado de la ciudadanía debemos dar pasos con valentía y estar a la altura de la gravedad del cambio climático, teniendo en cuenta, además, que somos las ciudades las principales causantes de la crisis medioambiental que sufre el planeta. Crisis que tiene especial repercusión en los modos de vida, en nuestra salud y en el bienestar de nuestras sociedades.

Para Lugo, el verde no es una moda, ni está de moda, es una necesidad de mejorar y dar soluciones a los problemas urbanos, por lo que este Gobierno local tiene la convicción de que la nueva forma de mirar el territorio, en la que trabajamos desde hace 7 años, no es una opción. Debe venir para quedarse.

El **LIFE Lugo + Biodinámico** es ya una realidad, y las actuaciones que hemos implementado -perfectamente explicadas en esta publicación por los técnicos, académicos, investigadores y empresas que han participado en su desarrollo- nos sitúan ya como un ejemplo a la vanguardia en Europa, replicable en otras ciudades de tamaño medio.

Es un ambicioso proyecto que está dando sus frutos, porque el impulso del Concello, en colaboración con las Universidades de Santiago y Politécnica de Madrid y con la Diputación lucense, tiene su réplica ya en los ámbitos privados en el uso de la madera como elemento estructural de la construcción -potenciando el sector forestal gallego, gestionado eso sí, bajo parámetros de sostenibilidad-, o en numerosas obras que, utilizando la solu-

ciones del Catálogo Sostenible de Lugo, se están ejecutando en otras ciudades de Galicia así como de fuera de la comunidad. Mientras que el ejemplo del Impulso Verde ya ha dado la vuelta por todos los continentes.

Pero es más que un proyecto; el LIFE se integra en la estrategia de la segunda gran transformación de Lugo en la que trabajamos desde el mandato pasado desde todas las áreas, en un nuevo modelo urbanístico - buscando la renaturalización y la confortabilidad de los espacios públicos, una construcción respetuosa y una movilidad neutra en carbono -, pero también social y económico. Así, promovemos la mayor inversión municipal de la historia, el fondo inversor Lugo Transforma, para retener y atraer talento, industrias innovadoras y empresas de alto impacto social y ambiental para crear empleo de calidad.

Afrontar estos retos necesita de la implantación de políticas públicas decididas. Y Lugo lo hace, con un inquebrantable compromiso con los más vulnerables, pensando en el presente de nuestros ciudadanos y en el futuro de las generaciones venideras.

**Lara Méndez López**

*Alcaldesa de Lugo*



El Proyecto LIFE Lugo + Biodinámico.





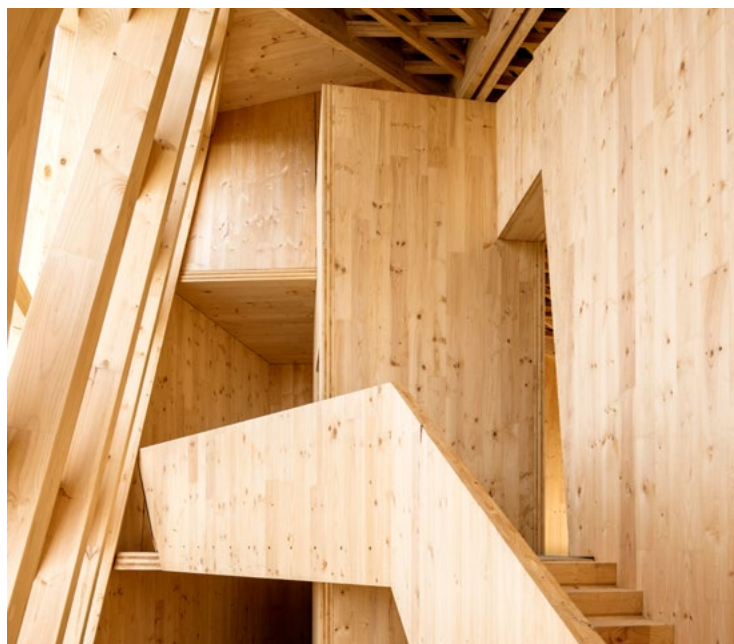


## El cambio climático como gran oportunidad para mejorar nuestros espacios urbanos.

El proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico** surge de la premisa de considerar que el cambio climático puede ser una gran oportunidad para replantearnos nuestras ciudades a través de la mejora de la calidad de sus espacios urbanos.

**LIFE Lugo + Biodinámico** entiende los cambios medioambientales como un punto de inflexión a partir del que **regenerar la ciudad a través de una estrategia de planificación urbana** que permita que la ciudad de Lugo y, por extensión, cualquier otra ciudad europea de tamaño medio, se adapte de forma resiliente al cambio climático.

Para conseguir esta meta, desde el **LIFE Lugo + Biodinámico** se toman como propios los **objetivos medioambientales establecidos por las Naciones Unidas**, en especial aquellos relacionados con la consecución de ciudades resilientes y sostenibles, planteando entre sus acciones el establecimiento de un bosque urbano, el diseño del que será el primer Barrio Multiecológico de España, la construcción del primer edificio público levantado con madera de Galicia y la elaboración de un catálogo de soluciones urbanas sostenibles, exportable a otras ciudades europeas.





Ámbito de actuación del Proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**.



A través de un total de 28 acciones relacionadas entre sí, centradas en el desarrollo y planificación de **medidas vinculadas a la sostenibilidad y la resiliencia climática**, se ha buscado el objetivo de ofrecer respuestas medioambientales para la adaptación de nuestras ciudades. Entre estas acciones se incluyen:

- La elaboración de un **Catálogo de Soluciones de Diseño Urbano** extrapolable a otros contextos.
- La proyección de un nuevo modelo de ciudad europea de tamaño medio a través de la creación del primer **Barrio Multiecológico** de España.
- Creación de un **Bosque Urbano** como apuesta por la biodiversidad, recuperando espacios verdes y desarrollando otros nuevos.
- El desarrollo de zonas de **Agricultura urbana de suelo y altura**, centrado en la creación de unas zonas de huertos urbanos en el barrio como espacios de convivencia y de producción de alimentos.
- El estudio, a través de la propuesta piloto **Impulso Verde**, de medidas constructivas y de planificación urbana para contribuir al secuestro de carbono de forma pasiva.

Todos estos objetivos iniciales han cristalizado en una serie de desarrollos concretos que permiten **situar a Lugo a la vanguardia de las ciudades sostenibles del futuro**, un modelo de adaptación y resiliencia que ha sido capaz de dinamizar e impulsar el sector forestal a nivel local, al fomentar el uso de la madera como elemento estructural en la construcción.





Acciones del Proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**.

## ACCIONES DE PLANIFICACIÓN URBANA



C1

Catálogo de Soluciones  
de Diseño Urbano



C2

Plan Estratégico de infraestructuras Ecológicas:  
Plan Especial Biodinámico



C3

Planificación Detallada de Zonas de Confort  
Climático Residencial (ZCCR)

## ACCIONES DEMOSTRATIVAS



C4

Frondosas



C5

Cultivos  
Energéticos



C6

Plantación de Castaños (Souto)



C7

Restauración de humedal  
As Gándaras - O Ceao



C8

Arboretum

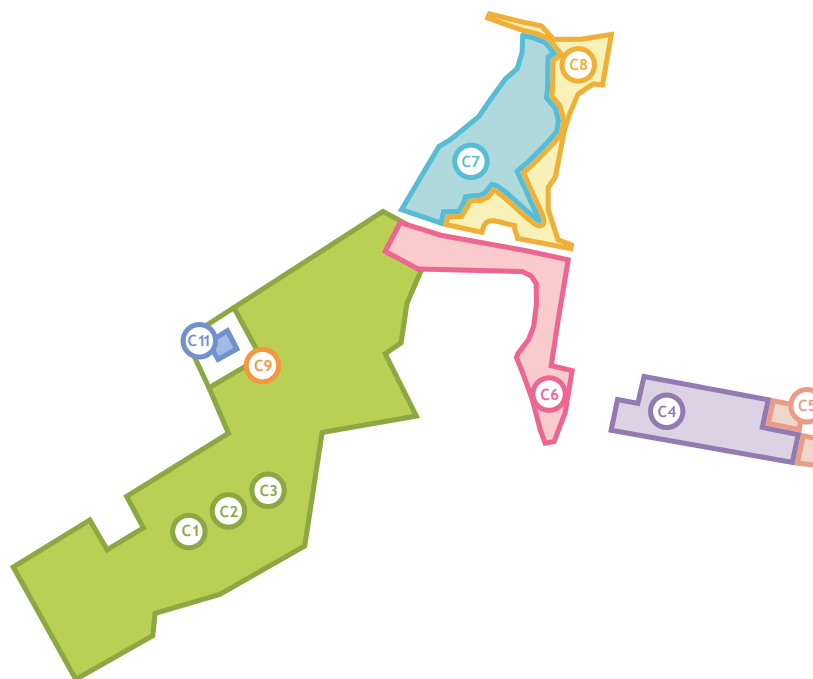
C9

Agricultura  
Urbana



C11

Edificio  
Impulso Verde





Desde la puesta en marcha del proyecto LIFE Lugo + Biodinámico las diferentes iniciativas relacionadas con la recuperación de espacios naturales y el impulso de un nuevo modelo de construcción y planificación urbana **han repercutido positivamente en la ciudad, revirtiendo sus beneficios en la población de Lugo.**

**LIFE Lugo + Biodinámico** ha supuesto un hito en el cambio de paradigma de la ciudad, siendo **uno de los principales pilares de la denominada Segunda Gran Transformación de Lugo**, un nuevo modelo productivo y económico que está estimulando la ciudad y su entorno. Este planteamiento convierte a Lugo en una ciudad capaz de asumir y afrontar desafíos medioambientales a través del fomento de la economía circular, con **una apuesta clara por el desarrollo de la industria forestal sostenible y la creación de empleos verdes.**

Este modelo de desarrollo urbano sostenible ha despertado un gran interés a nivel internacional. Fruto de ello han sido, a lo largo de estos años, las numerosas invitaciones para que diferentes representantes institucionales del Concello de Lugo o de los socios del **LIFE Lugo + Biodinámico** presenten el proyecto en encuentros del calibre de la COP25, la **Cumbre del Cambio Climático de la ONU** celebrada en Madrid en 2019. En ella la alcaldesa Lara Méndez pudo presentar ante delegaciones de diferentes países las acciones con las que **el proyecto ha marcado un antes y un después en la ciudad de Lugo** y cómo gran parte de ellas pueden ser replicadas en otras ciudades de tamaño medio.

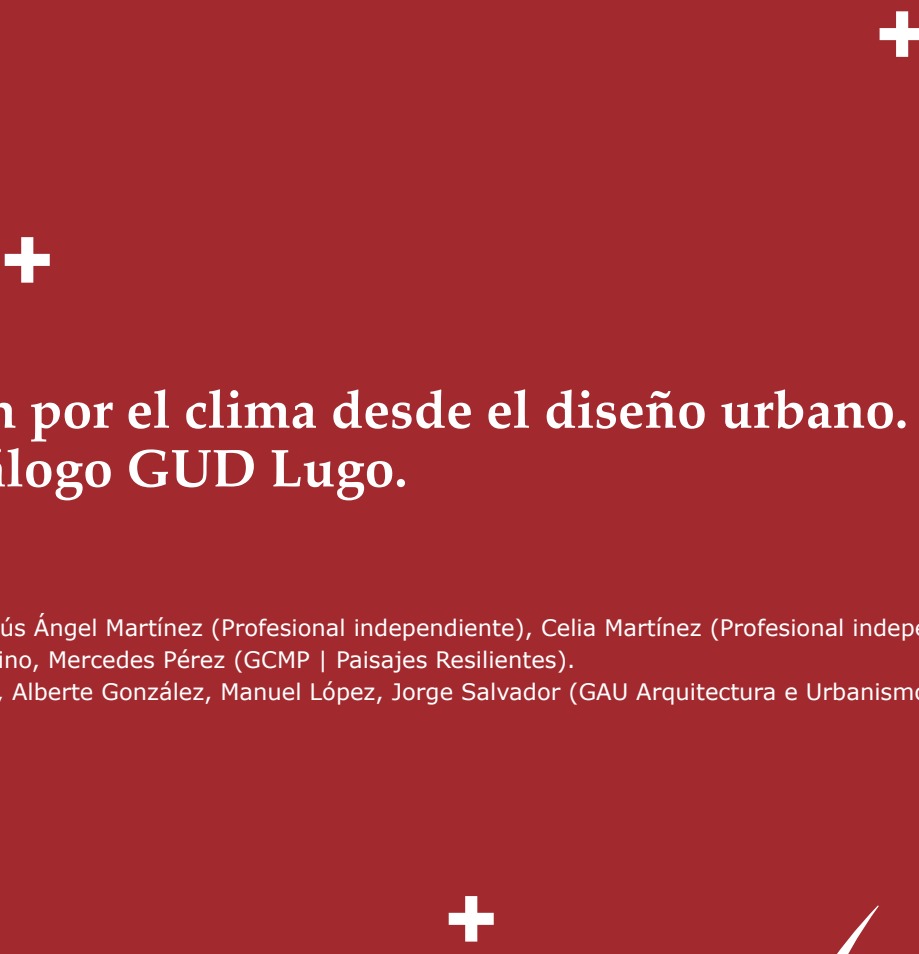
A lo largo del periodo de desarrollo del **LIFE Lugo + Biodinámico** se han establecido contactos para la replicabilidad de sus resultados con otras acciones y propuestas europeas tales como el proyecto LIFE LUNGS de Lisboa, LIFE Wood for Future de Granada, LIFE EcoTimberCell y el EDUSI Muramiñae de Lugo, LIFE ReNaturalNZEB de Mérida, el LIFE Adaptate que engloba seis ciudades europeas (Alfândega da Fé, Smiltene, Lorca, Cartagena, Águilas, Mértola), Heatland LIFE de Murcia, LIFE My building is green (Extremadura-España y Alentejo/Porto – Portugal), LIFE

Shara (España-Portugal), LIFE Emu New (Polonia), LIFE Iris (Austria), LIFE Clinomics (Cataluña), LIFE Drain Rain (Galicia-Murcia) o LIFE CerSUDS (Comunidad Valenciana).

**LIFE Lugo + Biodinámico** está presente además en diferentes redes colaborativas como el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía, la Red Española de Ciudades por el Clima, de Gobiernos locales+Biodiversidad, en el Hub de UrbanByNature de soluciones basadas en la naturaleza dentro del ICLEI – Local Governments for Sustainability y en Mass Madera para para acelerar el uso de la madera maciza industrializada en España.


El proyecto ha obtenido premios y galardones en múltiples certámenes como en el Congreso Mundial de Ingeniería de la Madera (WCTE 2018) gracias a la gridshell de madera desarrollada por PEMADE, en el Congreso Nacional de Arquitectura Avanza y Construcción 4.0 (Rebuild) por el edificio Impulso Verde, o gracias a las actuaciones demostrativas de acción climática y conservación de la naturaleza en las los premios de la FEMP de Ciudades por el Clima y de Gobiernos locales+Biodiversidad.





# Acción por el clima desde el diseño urbano. El catálogo GUD Lugo.

**Autores:** Jesús Ángel Martínez (Profesional independiente), Celia Martínez (Profesional independiente).  
Germán Camino, Mercedes Pérez (GCMP | Paisajes Resilientes).  
Jorge Gómez, Alberte González, Manuel López, Jorge Salvador (GAU Arquitectura e Urbanismo).





TR  
01  
INTEGRACIÓN  
DE SOLUCIONES

AC  
05  
ITINERARIOS  
PEATONALES

AC  
06  
VÍAS CICLISTAS  
EN VÍAS DE  
DISTRIBUCIÓN

AC  
08  
CAMINO  
ESCOLAR /  
CAMINO  
SEGURO



El cambio climático es un fenómeno ineludible: sus efectos ya son evidentes. En nuestro entorno los fenómenos meteorológicos extremos se están produciendo con más frecuencia y los escenarios a futuro prevén más alteraciones, por lo que es imprescindible acometer acciones y modificar las rutinas de desarrollo para hacer frente a las causas y efectos del cambio climático y por lo tanto avanzar hacia un desarrollo sostenible.

La mayoría de la población del planeta vive en las ciudades, con la tendencia de seguir incrementándose en el futuro, por lo que estas adquieren un rol fundamental para atajar los problemas derivados del Cambio Climático.

Este es uno de los motivos principales que llevó al Concello de Lugo a plantear la realización del **Catálogo de Soluciones Urbanas Sostenibles GUD Lugo** dentro del proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**, un instrumento que recoja innovadoras soluciones sostenibles a diferentes escalas de intervención urbana. El objetivo, mejorar la vida de los ciudadanos a través de la acción frente el cambio climático y servir de ejemplo transferible a otras ciudades de la UE.

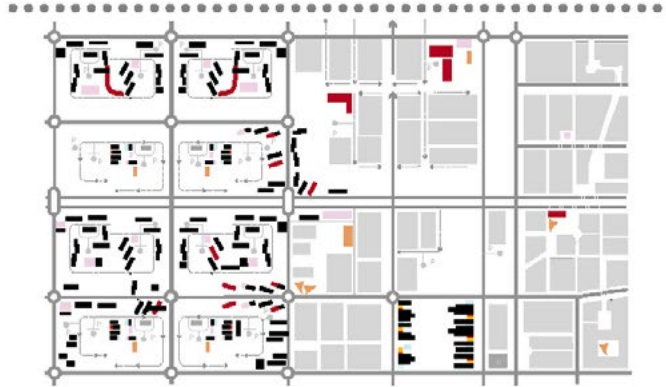
El Catálogo de Soluciones Urbanas Sostenibles GUD Lugo, conjunción de los términos ingleses y su pronunciación: Wood-madera y Good-bueno, incluye medidas sostenibles a diferentes escalas, desde el edificio hasta el conjunto de la ciudad, acercando soluciones también para calles y barrios.

El catálogo, constituido como referente nacional, es un instrumento llave que se alinea totalmente con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas para mejorar la vida de nuestro planeta Tierra, así como el conjunto de las agendas urbanas desarrolladas en los últimos años, desde Hábitat 111 hasta el Pacto de Ámsterdam y el Eje Atlántico.

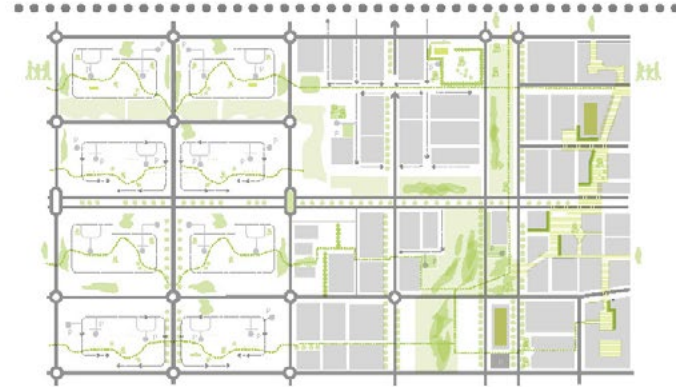
Con este trabajo se trata de ofrecer a los ciudadanos, responsables municipales y a todos los actores implicados a escala local en los procesos urbanísticos y ambientales, un catálogo para la aplicación de soluciones coherentes de lucha contra el cambio climático a diferentes escalas de intervención urbana de la ciudad. Asimismo, se pretende contribuir a que el nivel de concienciación se traduzca a todas nuestras tareas, de manera que se entienda mejor su vinculación directa con todos los aspectos que afectan a la vida del municipio.



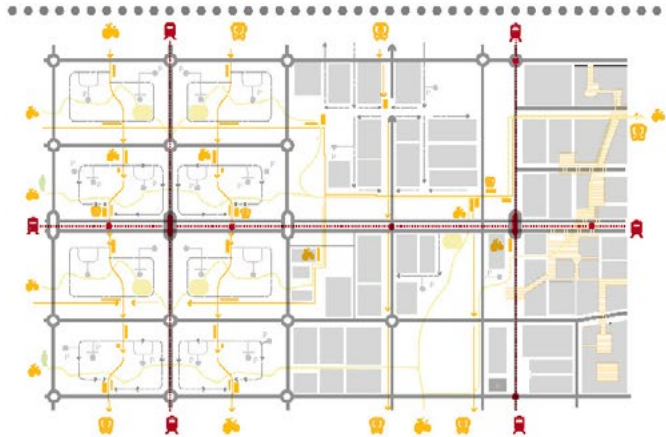
URBANISMO BIOCLIMATICO



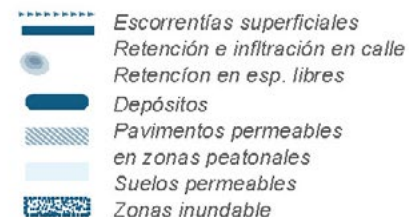
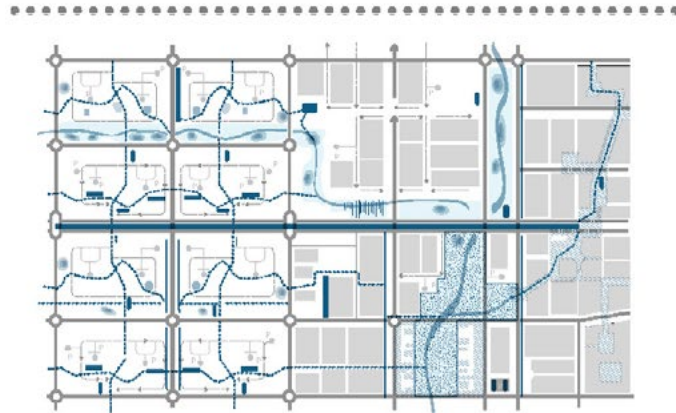
ESPACIOS VERDES ACONDICIONADORES

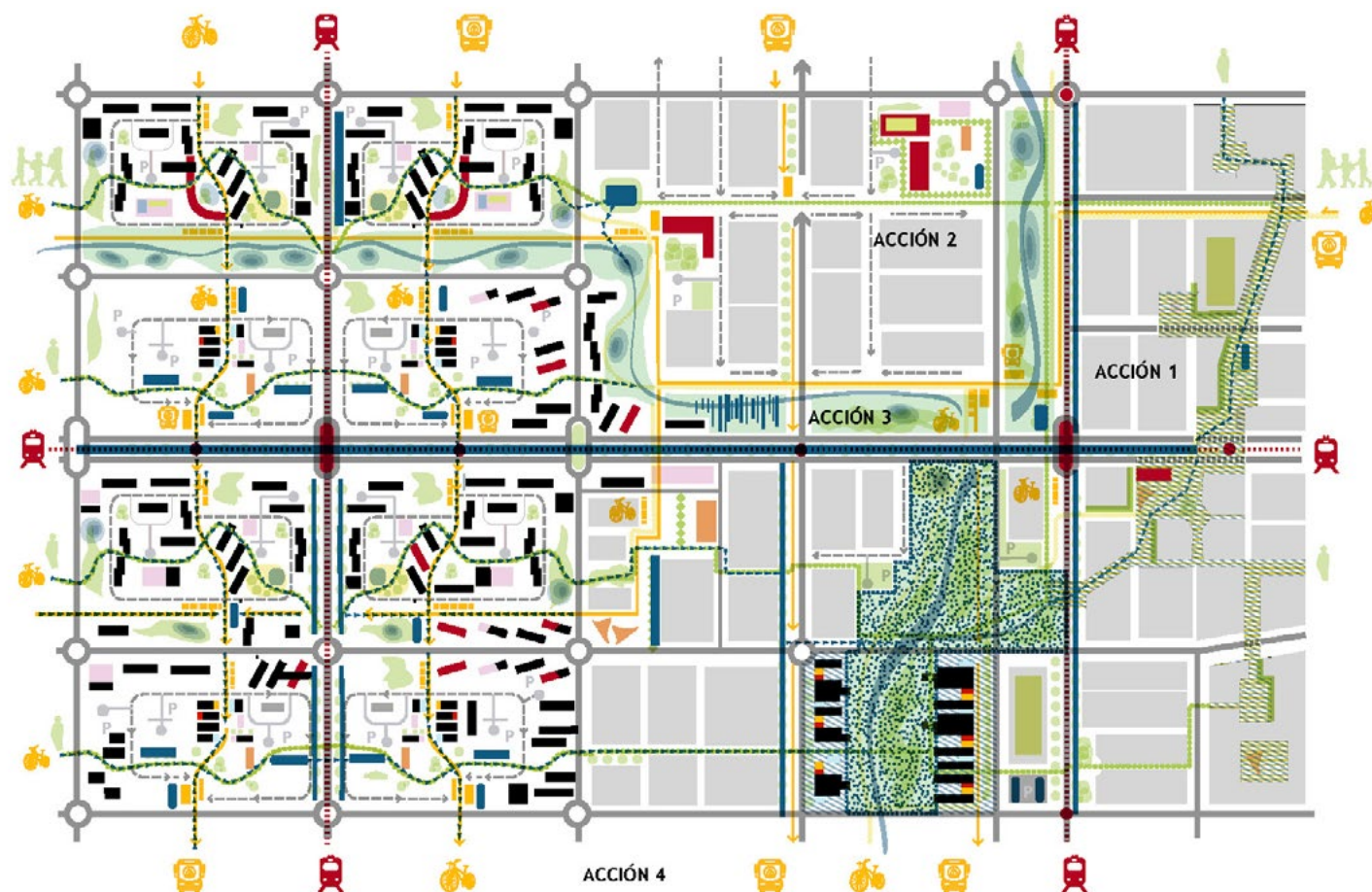


ACCESIBILIDAD



CICLO DEL AGUA





|  |                                     |  |                                       |  |   |  |                                  |
|--|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|---|--|----------------------------------|
|  | Ciudad existente                    |  | Red ciclista                          |  | Escorrentías superficiales                |  | Itinerarios peatonales arbolados |
|  | Orientación de la edificación SE-SO |  | Red de transporte público (Bus-Metro) |  | Retención e infiltración en calle         |  | Calle arbolada                   |
|  | Sombreamiento estacional            |  | Aparcamientos                         |  | Retención en esp. libres                  |  | Fachadas verdes                  |
|  | Redes de calor                      |  | Zonas deportivas                      |  | Depósitos                                 |  | Cierres vegetales                |
|  |                                     |  | Áreas peatonales                      |  | Pavimentos permeables en zonas peatonales |  | Revegetación                     |
|  |                                     |  |                                       |  | Suelos permeables                         |  | Cubiertas vegetales              |
|  |                                     |  |                                       |  | Zona inundables del río                   |  | Bosque urbano                    |

Acción 1: Re-urbanización de zonas históricas. Acción 2: Construcción y re-urbanización de itinerarios peatonales. Caminos escolares seguros.  
 Acción 3: Recuperación de los cauces fluviales como parte del sistema de espacios públicos. Acción 4: Jerarquización del viario existente y diseño de la red de transporte público.



Las premisas establecidas para la redacción de este catálogo determinan que no se aborde la sostenibilidad desde una perspectiva holística. Por eso no se desarrollan específicamente ámbitos que son fundamentales. Uno de ellos es la dimensión social de los asentamientos humanos. Si el factor social no funciona todo lo demás se desmorona, ya que no puede haber ciudades sostenibles si existen bolsas de desempleo y pobreza, masas de población excluidas de los bienes y servicios básicos y conflictividad social derivada de las desigualdades. La integración social es uno de los grandes objetivos de la acción municipal y del planeamiento urbanístico. Y no es un ámbito temático más, sino que es un concepto transversal. Esto hace que exista una profunda imbricación entre los aspectos físicos y sociales y que los objetivos y criterios de sostenibilidad contribuyan también a la cohesión social: el fomento de un modelo urbano integrador y sin excesivas

segregaciones espaciales y funcionales; una movilidad sostenible con orientación igualitaria y sin segregación en función de la posesión o no de un automóvil; un espacio público accesible, sin depender del vehículo privado; la potenciación de mecanismos de intervención en barrios degradados y socialmente vulnerables; la preservación de un medio ambiente en condiciones adecuadas de calidad.

Si bien en el Catálogo GUD-Lugo no se introducen soluciones específicas que aborden el problema de la cohesión social, ya que el encargo prescribe soluciones cuantificables con determinados indicadores, todas las soluciones afectan indirectamente a la mejora de la calidad de vida y el desarrollo de las actividades en el espacio público. Y sí se incluyen acciones de participación pública y de fomento de las intervenciones en los espacios comunitarios.



Otro aspecto que no se aborda específicamente es la rehabilitación. Las soluciones del Catálogo GUD-Lugo pueden aplicarse a la intervención en la ciudad existente o a nuevos desarrollos. Algunos solo se pueden considerar en nuevas extensiones urbanas. Pero desde aquí queremos recordar que es más sostenible la reparación y reutilización de los tejidos existentes que cualquier nueva ocupación de suelo.

El ámbito de trabajo de este proyecto es el escenario de clima cambiante y las consecuencias que se derivan para los entornos urbanos. De esta manera, considerando el cambio climático como un “reto” y la necesidad creciente de regeneración de los entornos urbanos existentes como su “contexto”, este proyecto pretende desarrollar una estrategia de planificación para lograr adaptarse a las consecuencias del Cambio Climático a la escala de vecindario o barrio residencial.

El desarrollo del Catálogo GUD-Lugo pretende definir un panorama completo de medidas de intervención urbana para ser aplicadas en la Estrategia de Adaptación Climática en ámbitos residenciales de escala intermedia.

Este Catálogo Genérico de Soluciones de Diseño Urbano Adaptado es un producto clave del proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**, ajustado y actualizado con el avance progresivo de las diversas actuaciones propuestas. Con este propósito a nivel global se pondrán Soluciones Tipificadas, y que serán integradas y sistematizadas en un nuevo Código de Soluciones de Diseño Urbano.



## El catálogo.

El catálogo se compone de **52** soluciones de diseño urbano sostenible, distribuidas en diferentes áreas temáticas, **agua** (captación, infiltración, almacenaje o depuración de aguas), **espacios verdes, concienciación de los usuarios y acciones de participación** a pequeña escala, estrategias del **urbanismo bioclimático y la movilidad sostenible**, habiendo seleccionada estas temáticas por su relevancia y gran impacto.

Estas soluciones se caracterizan por su multifuncionalidad, es decir, por tener la vocación de proporcionar múltiples beneficios que pueden ir mucho más allá del alcance y objetivo de adaptación al cambio climático para el que han sido diseñadas originalmente y ofrecer varios beneficios colaterales en términos de calidad ambiental (en los vectores del agua, ruido, aire y suelo), salud humana y bienestar, capacidad de regeneración urbana, mejora de las condiciones de habitabilidad, incremento del valor del suelo, creación de empleo, etc. Para desarrollar este documento se ha aprovechado bibliografía extensa que se recoge en el anexo correspondiente. Además, existen otras guías de aplicación de soluciones sostenibles. La particularidad de esta guía se concentra en el esfuerzo por cuantificar las mejoras que se pueden obtener al aplicar las soluciones.

En cada área temática se establecen dos tipologías de soluciones:

**1. ESTRATÉGICAS.** Son pasos previos a llevar a cabo de cara a crear un escenario que permita aplicar el resto de las soluciones. Se trata de soluciones, generalmente a nivel de ciudad, sin las que el resto de las soluciones tendrían un efecto limitado. En general no será posible cuantificar la mejora que supone su aplicación, ya que ésta dependerá en gran medida de las soluciones concretas que se adopten posteriormente.

**2. CONCRETAS.** Son soluciones sostenibles más concretas, a diferentes niveles (ciudad, barrio, calle y edificio), que son susceptibles de aplicarse de forma individual y que en su mayoría permiten una evaluación previa de su influencia en la mejora de los parámetros sostenibles seleccionados.

Se plantea además para cada solución su aplicabilidad según la **escala** de la misma:

- Ciudad
- Barrio
- Calle
- Edificio

Uno de los elementos más importantes de las soluciones es la definición de los **indicadores** y sus **fórmulas de cálculo**. La mayoría de las soluciones incluyen una fórmula para calcular la mejora que supondría su aplicación en términos de emisiones, consumo energético, captación de CO<sub>2</sub>, etc. Esta fórmula es la que se empleará la herramienta de cálculo posteriormente.

Además, se incluye información útil de cada solución, como los **fenómenos** sobre los que actúa, como la calidad del aire, ruido, seguridad vial, consumo energético, salud, etc.; los agentes implicados en su implementación, o el nivel de planeamiento o diseño en el que se pueden aplicar.



## FENÓMENOS SOBRE LOS QUE ACTUA.



CALIDAD DEL AIRE



RUIDO



CLIMA



INUNDACIONES



CALIDAD DEL AGUA



SEGURIDAD VIAL



EROSIÓN



CONSUMO  
ENERGETICO



SALUD



CONCIENCIACIÓN  
CIUDADANA

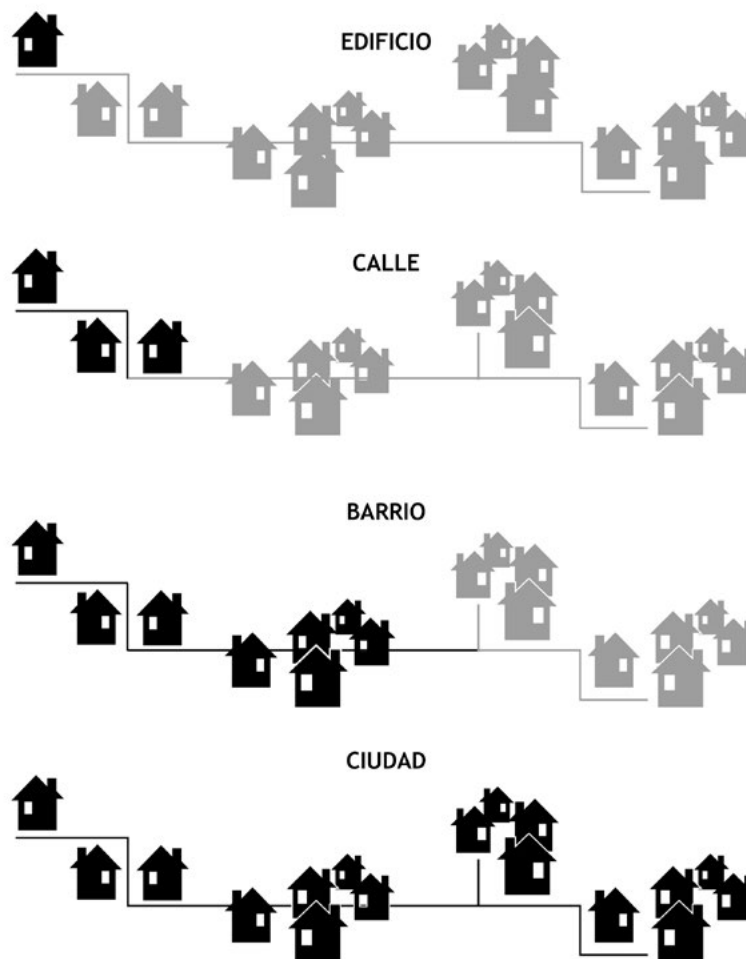


SEGURIDAD



PARTICIPACIÓN  
CIUDADANA

## ESCALAS DE INTERVENCIÓN.



## Una herramienta en línea.

Se ha elaborado una herramienta web desde la que se puede seleccionar diferentes filtros, de modo que sea posible acceder al contenido de las diferentes soluciones, en donde se detalla entre otros datos el objetivo y su aplicación y las opciones para combinar otras soluciones. Para la mayor parte de las soluciones se incluye un indicador y la explicación para medir su efecto.

En la misma aplicación se encuentra el formulario de cálculo en el que se pueden sumar los efectos de diferentes medidas para obtener un resultado cuantificable que nos permite valorar la eficacia de las soluciones.

Este último aspecto es clave en el Catálogo de soluciones de diseño urbano GUD Lugo, pues el **objetivo del catálogo es poder cuantificar la mejoría que supone la aplicación de las soluciones en términos de parámetros comprensibles**, lo que sirve por un lado para evaluar el impacto de las soluciones seleccionadas, pero por otro y no menos importante comunicar a la sociedad de la mejora ambiental de las soluciones urbanas implementadas por la iniciativa municipal, concienciando a la ciudadanía, de modo que puedan demandar ellos mismos este tipo de soluciones en las actuaciones urbanísticas de sus barrios en el futuro.

Este trabajo ha supuesto un esfuerzo por asignar indicadores cuantificables en unidades comprensibles que dan una idea de su impacto, aunque esta valoración directa del impacto en determinadas prescripciones de ámbito general no siempre es posible.

Además de los indicadores cuantificables, en algunas soluciones se añaden otros indicadores recomendados, que en muchas ocasiones se corresponden con los empleados en la mayoría de guías y catálogos de soluciones. Estos indicadores no cuantifican los efectos de la aplicación de las soluciones en términos de emisiones, consumo energético, etc. pero sí son útiles para evaluar la eficacia de las medidas, o el cumplimiento de unos objetivos.



[lugobiodinamico.eu/catalogo](http://lugobiodinamico.eu/catalogo)



## AG CICLO DEL AGUA:

AG 01 RED DE DRENAJE NATURAL

AG 02 CAPTACIÓN DE AGUA EN EDIFICIOS

AG 03 RETENCIÓN DE AGUA EN EDIFICIOS

AG 04 DEPURACIÓN DE AGUA EN EDIFICIOS

AG 05 CAPTACIÓN DE AGUA EN LA CALLE

AG 06 RETENCIÓN DE AGUA EN LA CALLE

AG 07 DEPURACIÓN DE AGUA EN LA CALLE

AG 08 CAPTACIÓN DE AGUA EN ESPACIOS COMUNES

AG 09 RETENCIÓN DE AGUA EN ESPACIOS COMUNES

AG 10 DEPURACIÓN DE AGUA EN ESPACIOS COMUNES

AG 11 CAPTACIÓN DE AGUA EN ESPACIOS NATURALES

AG 12 RETENCIÓN DE AGUA EN ESPACIOS NATURALES

AG 13 DEPURACIÓN DE AGUA EN ESPACIOS NATURALES

## EV ESPACIOS VERDES:

EV 01 SISTEMA PRIMARIO INFRAESTRUCTURA VERDE

EV 02 BOSQUE URBANO

EV 03 CALLE ARBOLADA

EV 04 POCKET GARDEN

EV 05 RE - VEGETACIÓN

EV 06 TALUDES VERDES

EV 07 CIERRES VEGETALES

EV 08 FACHADAS VERDES

EV 09 CUBIERTAS VERDES

## AC ACCESIBILIDAD:

AC 01 JERARQUIZACIÓN VARIA

AC 02 DESARROLLO ORIENTADO AL TRANSPORTE

AC 03 GESTIÓN INTEGRAL DEL TRANSPORTE PÚBLICO

AC 04 GESTIÓN DEL APARCAMIENTO

AC 05 ITINERARIOS PEATONALES

AC 06 VÍAS CICLISTAS EN VÍAS DE DISTRIBUCIÓN

AC 07 GESTIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS

AC 08 CAMINO ESCOLAR / CAMINO SEGURO

AC 09 CIUDAD ACCESIBLE

AC 10 CALLES SALUDABLES

AC 11 INF. CICLISTAS DENTRO DE SUPERMANZANAS

**UB URBANISMO BIOCLIMÁTICO:**

**UB  
01** DENSIDAD  
TIPOLOGÍA

**UB  
02** ORIENTACIÓN  
DE LA EDIFI-  
CACIÓN

**UB  
03** SOLEAMIENTO  
ESPACIOS  
LIBRES

**UB  
04** SOMBREADO  
ESTACIONAL  
DE ESPACIOS  
LIBRES

**UB  
05** SISTEMAS  
COOPERATI-  
VOS DE  
ENERGÍA

**UB  
06** MATERIALES  
POR ALBEDO  
PERMEABILIDAD  
Y RUGOSIDAD

**EC ECONOMÍA CIRCULAR:**

**EC  
01** HUERTOS UR-  
BANOS

**EC  
02** RE• APROVE-  
CHAMIENTO  
DE RESIDUOS  
VERDES

**EC  
03** PAVIMENTO  
DE MATERIAL  
RECICLADO

**EC  
04** BICICLETAS Y  
VMP COMPAR-  
TIDAS

**EC  
05** AUTOMÓVILES  
COMPARTIDOS

**PC PARTICIPACIÓN PÚBLICA:**

**PC  
01** PARTICIPA-  
CIÓN PÚBLICA  
PROCESOS  
URBANOS

**PC  
02** ACCIONES  
PUNTUALES DE  
CONCIENCIA-  
CIÓN

**PC  
03** NATURALI-  
ZACIÓN DE  
ESPACIOS CO-  
MUNITARIOS

**TR TRANSVERSALES:**

**TR  
01** INTEGRACIÓN  
DE SOLUCIONES

**TR  
02** EFICIENCIA  
ENERGÉTICA

**TR  
03** HERRAMIENTA  
DE AYUDA A  
LA TOMA DE  
DECISIONES

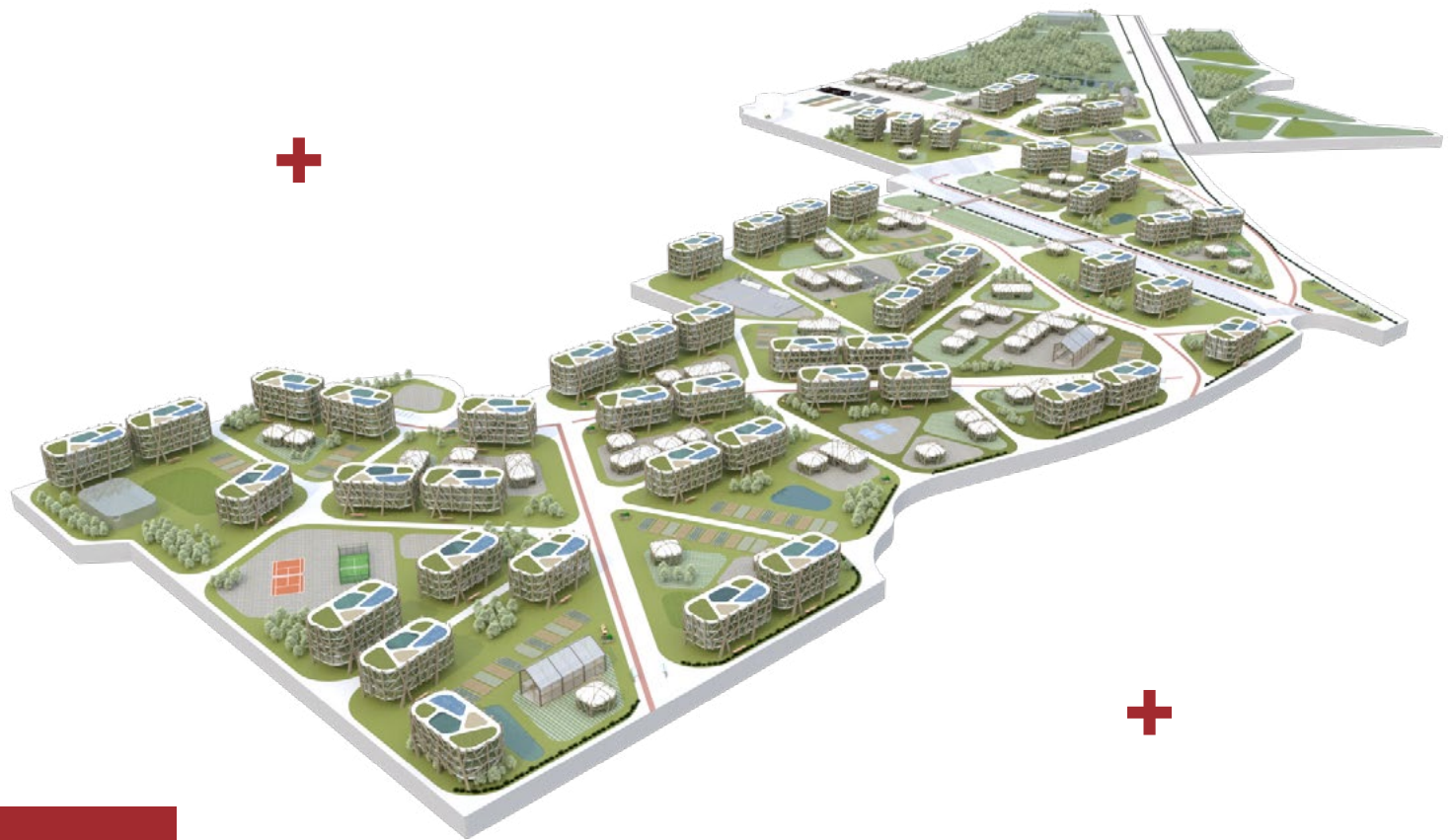
**TR  
04** MÉTODOS DE  
MONITORIZA-  
CIÓN



# El Barrio Multiecológico de Lugo. Un Plan Biodinámico para el futuro urbano sostenible.

**Autores:** José María Alonso, Lorena Pardiñas (Avento-Proyfe, arquitectos redactores).  
Lara Méndez, María Martínez, Susana Penedo (Concello de Lugo).





## Introducción.

Antes de que el virus de la COVID-19 transformase los hábitos de vida de millones de ciudadanos, el Concello de Lugo trabajaba ya en una estrategia de ciudad verde y sostenible, con proyectos y acciones adaptadas a la lucha contra el cambio climático.

Con esta estrategia quiere transformar la urbe lucense y mejorar la calidad de vida de sus vecinos, pero también asentará bases que podrán ser replicables en las ciudades sostenibles del futuro.

Estas pautas configuran el **LIFE Lugo + Biodinámico**, programa que, liderado por la alcaldesa Lara Méndez, cuenta con la contribución de fondos del Programa LIFE de la Unión Europea y de la Diputación de Lugo, así como el apoyo investigador de la Universidad de Santiago de Compostela a través del Campus Terra y de la Universidad Politécnica de Madrid. El objetivo es diseñar ciudades con capacidad para afrontar los desafíos medioambientales, no solo en su configuración sino también a través del uso de los recursos naturales propios para potenciar la economía forestal y circular.

**LIFE Lugo + Biodinámico** es, a día de hoy, uno de los pilares principales en los que se sustenta el nuevo modelo de ciudad impulsado por el gobierno municipal de Lara Méndez Lugo, que une de forma indisoluble el desarrollo urbanístico y la sostenibilidad económica. El objetivo final de esta estrategia de planificación urbana es lograr una adaptación efectiva al cambio climático a escala de vecindario y barrio residencial, visualizando el mismo más que como una amenaza como una oportunidad para la mejora de la calidad de los espacios de las ciudades.

Este proyecto de cambio se basará en gran parte en el uso de los recursos naturales disponibles en el diseño del nuevo urbanismo, como puede ser el uso de la madera como elemento estructural de las viviendas. De esta manera, Lugo quiere impulsar también un nuevo modelo productivo basado en el desarrollo de todo el potencial forestal, apostando firmemente por una economía sostenible y la generación de empleos verdes.

Una de las propuestas más ambiciosas del **LIFE Lugo + Biodinámico** es el **desarrollo del Barrio Multiecológico**, que se levantará en la zona de A Garaballa. Este espacio, el primero que se construirá en España desde cero con planteamientos sostenibles tanto desde el punto de vista urbanístico como edificatorio y de uso de los espacios, adquiere aún más relevancia tras la pandemia.

El confinamiento ha impulsado una necesaria y profunda reflexión social sobre el diseño de nuestros edificios y la configuración de nuestras ciudades. Durante el tiempo de la COVID-19 y la 'nueva normalidad', los ciudadanos, reclusos en sus pisos de metros ajustados, intentaban compaginar su vida familiar y el teletrabajo en los mismos espacios, sin terrazas y con pocas zonas verdes próximas, mientras que las ciudades ganaban a marchas forzadas espacios públicos para poder guardar las distancias de seguridad entre el vecindario.

Estos déficits serían menores en este nuevo barrio ya que incorpora medidas y soluciones que habrían hecho más llevadero el confinamiento, y valga como ejemplo que la superficie que destinará al espacio público por habitante es muy superior respecto a los desarrollos convencionales. Así, de los 200.000 m<sup>2</sup> proyectados en su construcción, 147.000 m<sup>2</sup> corresponden a zonas verdes y públicas, multiplicando por cinco los contemplados en el **PXOM de Lugo**, mientras que se duplican los fijados para equipamientos.



En él se impulsa un modelo de vivienda flexible, de manera que se pueda adaptar fácilmente a las necesidades espaciales, dimensionales y de equipamiento de los usuarios durante la vida útil de la misma. Este modelo así planteado vería aumentada su vida útil gracias a su capacidad de adaptación a unos requisitos habitacionales que se prevén en continua evolución, retrasando así su obsolescencia técnica, espacial o funcional.

Del mismo modo se vería reducido su impacto ambiental frente a un modelo de vivienda rígido que requiere mayores actuaciones de adaptación o sustitución. Por último, contribuiría al disfrute de mayores periodos en las viviendas en condiciones de confort y adecuación a las demandas espaciales de las personas que las habitan.





## El Plan Biodinámico. Diseñando el barrio multiecológico como modelo de resiliencia urbana al cambio climático.

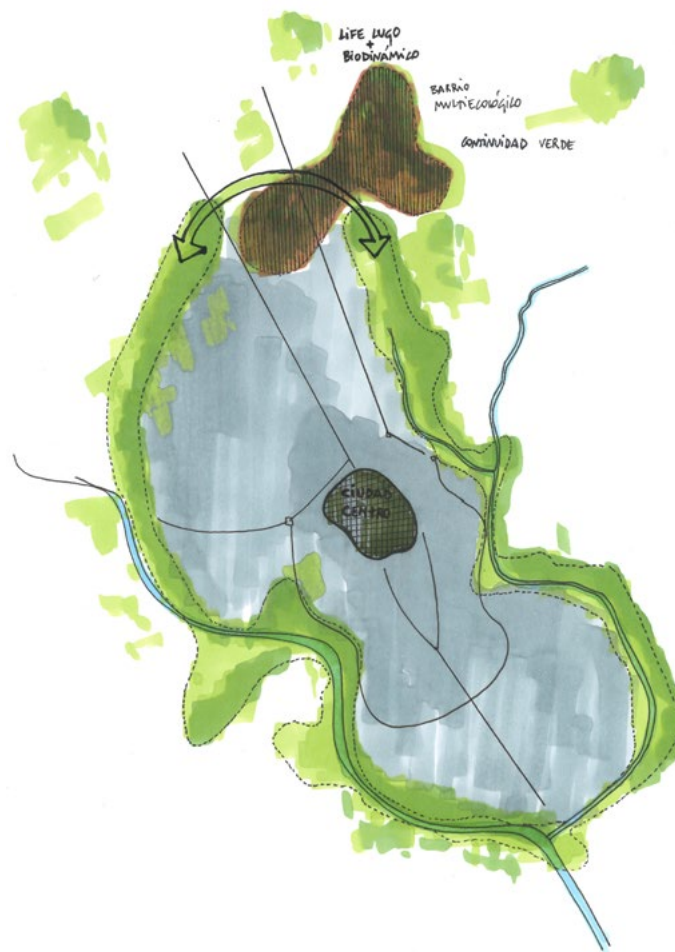
El futuro barrio multiecológico de Lugo se sitúa en el barrio de A Garaballa de Lugo, en el área norte de la ciudad. Este barrio forma parte del denominado Cinturón Verde (Parque Lineal) de Lugo que envuelve toda la ciudad, desde el Oeste al Noroeste, siguiendo los cursos fluviales del Miño, Rato y Fervedoira.

El diseño de este barrio tiene en cuenta esta singularidad, de modo que pueda servir para completar del cinturón verde de la ciudad.

El **Plan Biodinámico** es el instrumento elaborado en el marco del proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico** para la planificación del barrio multiecológico. Prácticamente 30 ha de superficie que incluyen dos sectores urbanísticos definidos en el **PXOM de Lugo** y denominados por sus códigos S-1.R y S-9.R.

Los criterios que han marcado todo el diseño han sido los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Marco Europeo de Referencia para las ciudades sostenibles (RFSC) en sus cinco dimensiones: espacial, gobernanza, social, económica y ambiental.

La ordenación propuesta se adapta al terreno natural, sin variar la topografía existente utilizando de forma racional el territorio y los recursos naturales. Se garantiza, por tanto, la compatibilidad entre crecimiento, desarrollo y progreso económico y la preservación del medio ambiente y de los valores paisajísticos, culturales, históricos y etnográficos de esta zona de Lugo, a fin de garantizar la calidad de vida de la población actual y de las generaciones futuras.





El barrio se ha concebido como un sistema urbano autárquico para minimizar la presión sobre el sellado de la tierra, la agricultura y la biodiversidad. Se persigue alcanzar el máximo nivel de autosuficiencia para obtener un sistema neutro en carbono apostando por la generación de energía renovable.

En esa misma línea, se vincula el desarrollo urbano al ciclo del agua en su expresión local (captación de agua de lluvia, reutilización de agua utilizada...). Se busca la máxima autosuficiencia hídrica que combine también las medidas de captación con las medidas de ahorro y eficiencia.

Para la confortabilidad y seguridad de los ciudadanos se han controlado las variables del entorno como elementos clave de la habitabilidad: temperatura, sombras, paisaje sonoro, volumen verde, diversidad urbana o inmisión contaminante.

Se fomenta la protección de la atmósfera y el uso de materiales, productos y tecnologías limpias que reduzcan las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero del sector de la construcción, así como de materiales reutilizados y reciclados que contribuyan a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

Se busca que el barrio que proporcione bienestar a los residentes, facilite la vida, mejore la salud, con amplias zonas verdes, sendas para pasear y moverse y que integre la naturaleza. Una aldea en la ciudad. Un barrio como ejemplo del urbanismo sostenible de adaptación al cambio climático que genere ciudades más resilientes ante la situación ambiental actual y prevista en el futuro.

Lugo convertido como ejemplo demostrativo de ciudades sostenibles del futuro para ser replicable en otras ciudades de la Unión Europea de tamaño medio.

## Una Aldea Urbana como modelo de futuro.

En la organización de los espacios de este Barrio Multiecológico se ha buscado crear una 'aldea urbana', que proporcione al vecindario vivienda, transporte, instalaciones y servicios recreativos y comunitarios, espacios públicos y pequeños comercios, creando un abanico amplio de usos en el barrio, a una distancia que permita no tener que coger vehículos de motor para trasladarse hasta ellos. Para facilitar la diversidad y la cohesión comunitaria, estos servicios e instalaciones atenderán las necesidades de grupos sociales diferentes con distintos intereses y demandas.

El concepto de aldea urbana se adelanta así a un hecho constatado durante la pandemia: se han reactivado las áreas rurales donde la presión residencial es menor que en la ciudad. Se propone una edificación capaz de acoger la complejidad urbana, generando modelos de edificación que favorezcan la mezcla de usos complementarios. De tal manera que se pueda destinar una de las plantas del edificio a zonas de espacios comunitarios para que los distintos miembros de la comunidad puedan utilizarlo como lugar para el teletrabajo.





## Corazón de barrio.

Para las dotaciones públicas la idea es crear un “corazón de barrio” habilitando espacios municipales para que acojan iniciativas de aprendizaje y que generen actividades innovadoras fomentando y fortaleciendo los servicios públicos, sus recursos y mejorar su gestión.

Se trata de generar una red de dotaciones públicas que garanticen la cobertura de necesidades y el acceso a los servicios de toda una población, que ejerzan de soporte social en donde la participación y la actividad en espacios públicos hagan un barrio más vivo. En este sentido se contemplan lugares para actividades de formación, espacios públicos participativos, centro de día, biblioteca, un centro social, que no sólo sirva al barrio sino de ámbito mayor, zonas deportivas intercaladas con zonas verdes, un mercado local de productos tradicionales, en definitiva, plazas públicas y calles con vida.

El conjunto de áreas verdes formará parte del eje de la vida social y de convivencia, lugares para la biodiversidad, con especies nativas adaptadas a la dinámica del clima de Lugo, y lugares que apoyen la cultura, en donde se puedan celebrar eventos artísticos.

En total se contemplan 5 veces más de superficie de áreas verdes que en el caso de una ordenación urbanística convencional, así como el doble de áreas de servicio, creando un gran y fuerte corazón en el barrio.







## **Habitabilidad sostenible y eficiente para todos.**

El uso principal del barrio en los dos sectores es el residencial. Este uso se distribuye estratégicamente para que se mezclen con los otros usos previstos en el barrio.

Se concibe la habitabilidad del barrio de un modo integrador, no excluyente, para que toda la sociedad pueda acceder a espacios vivenciales de calidad sin depender de sus ingresos, para lo que más del 40% será vivienda protegida.

El modelo elegido es el de vivienda protegida flexible: con capacidad de adaptarse a las necesidades espaciales, dimensionales y de equipamiento de los usuarios. De este modo se alarga la vida útil de las viviendas, al mismo tiempo que se priorizan edificios intergeneracionales donde alberguen usuarios de todas las edades.

Ante el monofuncionalismo tendencial actual, se propone una edificación capaz de acoger la complejidad urbana, generando modelos de edificación que favorezcan la mezcla de usos complementarios.

La ordenación propuesta posibilita desarrollar distintas tipologías edificatorias obteniendo viviendas flexibles, versátiles...

Se reduce en general el consumo de materiales en la edificación, al incrementar el uso de materiales renovables, y/o con menor consumo energético en su fabricación y puesta en obra, y/o reciclados o reutilizados. Se pone en primer plano el uso de un recurso natural, renovable y local como la madera, un producto generador de bioeconomía, en el que el edificio Impulso Verde es el exponente y ejemplo demostrativo de utilización eficiente de los recursos naturales propios unida a la eficiencia energética y confort en la edificación. Se promueve la mejora de la calidad de aire interno de las viviendas mediante la aplicación del estándar de construcción Passivhaus.

Se reduce el consumo de agua en la edificación y se fomenta el reciclaje y uso selectivo de la misma: Se emplearán, por ejemplo, equipos ahorradores de agua (reductores de caudal y/o difusores en grifos y duchas), sanitarios y electrodomésticos con un mínimo de eficiencia en el consumo de agua...

Se incorporan sistemas separativos de recogida de aguas pluviales en los edificios.

**El barrio persigue alcanzar el máximo nivel de autosuficiencia, para obtener así un sistema neutro en carbono.**

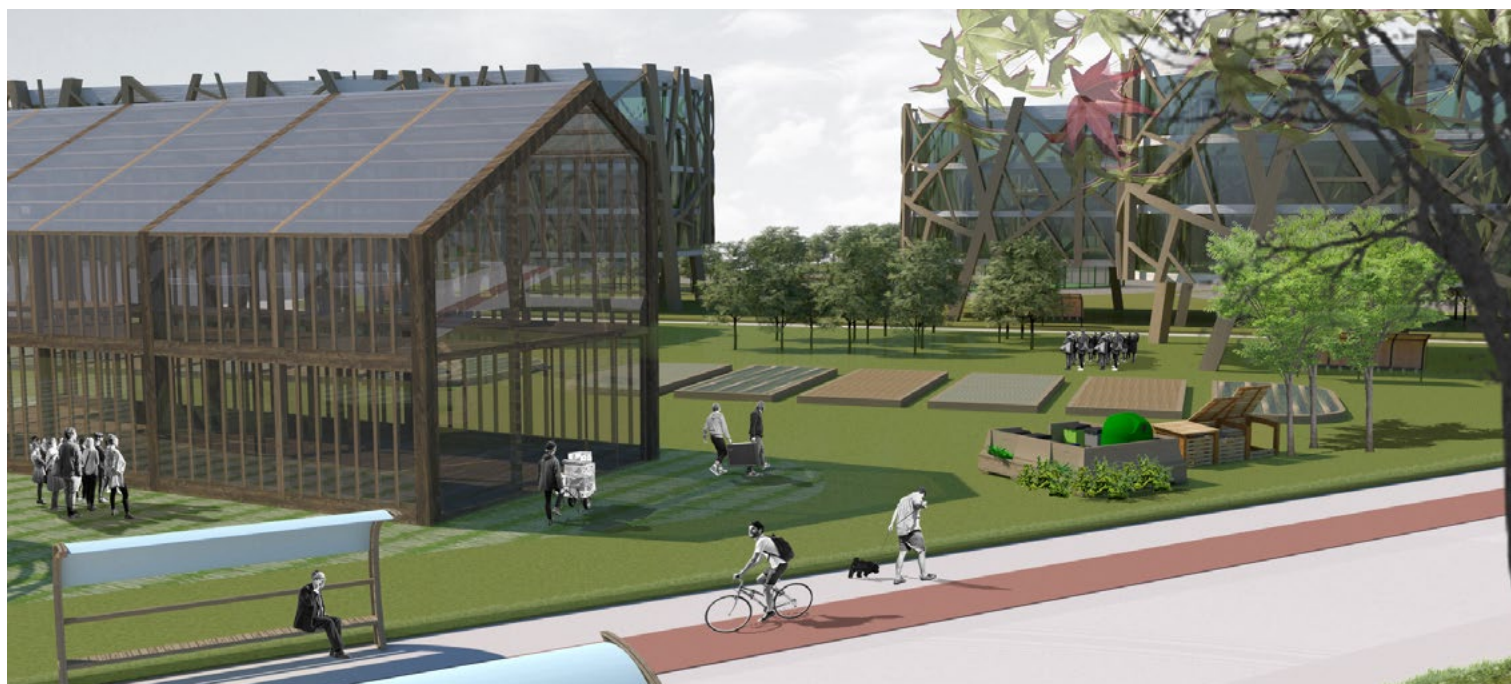
## Movilidad para la mejora del día a día.

Se fomenta la movilidad alternativa y sostenible, con la previsión a lo largo de todo el barrio de carriles bici y senderos para fomentar los desplazamientos a pie y en bicicleta. Se disponen además de zonas seguras para el estacionamiento de las bicicletas.

Las sendas peatonales discurren por la red de corredores verdes y espacios naturalizados con especies autóctonas para mejorar tanto la calidad como la integración paisajística de la actuación en su entorno.

Se prioriza al peatón y la bicicleta con zonas de calmado de tráfico y zona restringida de automóviles privados, así como se pone a disposición un entramado de transporte público urbano mediante bus con paradas que garanticen el acceso de todos al servicio.

Se favorece la seguridad mediante la mezcla de usos en las diferentes zonas del barrio, recorridos bien iluminados con una intensidad lumínica que permita reconocer a las personas a una cierta distancia, sin rincones ni recodos; visibles y reconocibles antes de iniciar el recorrido por ellos.



## Un barrio autosuficiente.

El diseño del barrio multiecológico busca incrementar la autosuficiencia de las áreas urbanas en cuanto a la energía, agua e incluso la alimentación. Un barrio más sostenible que trate de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al mismo tiempo que soporta unos espacios para una vida saludable.



Se pretende:

- Depender menos de recursos y ser más eficiente en su aprovechamiento.
- Alcanzar una neutralidad en carbono del barrio.
- Reducción de necesidades de energía y demanda de agua.
- Revalorizar residuos.
- Promover la producción de alimentación que sirva a su vez como elemento socializador de los residentes del barrio.

Se conseguirá a través de diferentes soluciones, entre ellas:

- Calefacción de barrio (District Heating): que usará energías renovables para satisfacer la demanda de viviendas y oficinas.
- Criterios bioclimáticos para la construcción del barrio y los edificios, aprovechando las condiciones ambientales y que suponga una mejor eficiencia energética. También eliminar las islas de calor y generar espacios públicos agradables. Controlar aspectos claves de habitabilidad exterior como temperatura, sombras, paisaje sonoro, volumen verde, diversidad urbana o inmisión contaminante.
- Sistemas de drenaje de agua natural, permitiendo que los acuíferos se rellenen naturalmente y reduciendo la necesidad de depuración transporte de aguas en el barrio. Colectores de agua asociados a los edificios, materiales que permitan la infiltración natural del agua en el suelo (pavimentos filtrantes). Equipos ahorradores de agua (reductores de caudal y/o difusores en grifos y duchas), sanitarios y electrodomésticos con mínimo de eficiencia de consumo de agua. Sistema separativo de recogida de aguas pluviales en los edificios.
- Huertos urbanos o edificios aeropónicos con el que producir cultivos con un 95% menos de agua que en cultivos convencionales y con menos superficie.
- Incrementar el uso de materiales renovables en edificación, que requieran menos energía en su fabricación y puesta en obra, y que sean reciclables, como la madera.

*Ilustraciones e infografías:  
Patricia Pisón (Arquitecta Avento-Proyfe)*



El Bosque Urbano de Lugo.

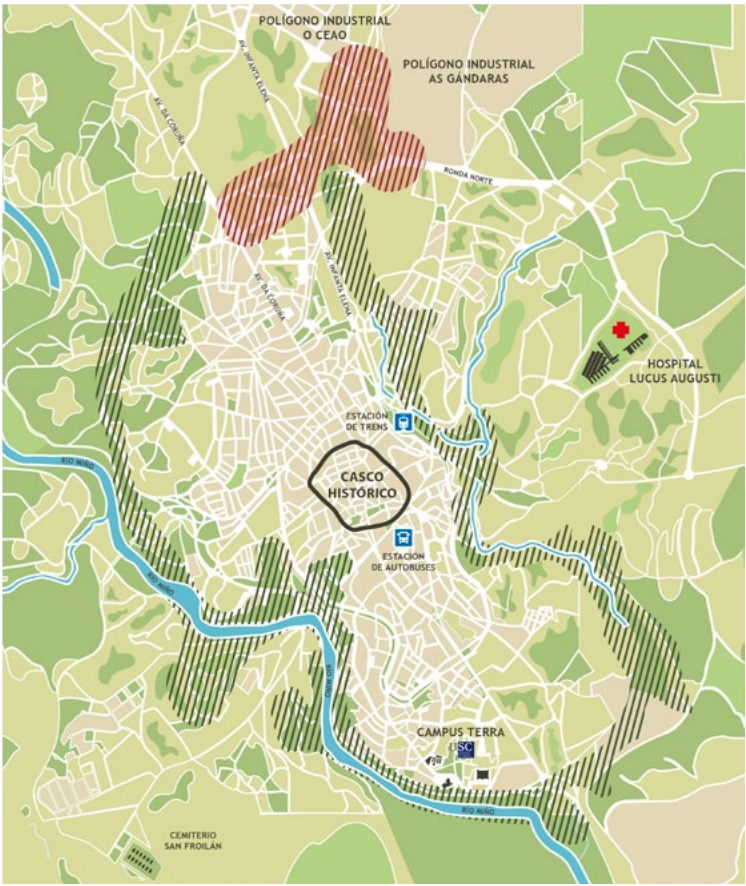








El proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico** ha implementado una serie de acciones con el objetivo de hacer realidad un **Bosque Urbano de 19,7 hectáreas**, ubicado entre los dos polígonos industriales de la ciudad (O Ceao y As Gándaras), que ayuda a completar el cinturón verde que abraza Lugo.



- Ámbito de actuación **LIFE Lugo + Biodinámico**
- Cinturón Verde
- Muralla Romana de Lugo



Mediante el desarrollo de diferentes actuaciones demostrativas destinadas a combatir el cambio climático se han **incorporado al patrimonio de la ciudad 15.000 plantas, arbustos y árboles**, una medida que supone una mejora de la calidad del aire, fomenta la absorción de CO<sub>2</sub> y ayuda a la recuperación de especies autóctonas y el desarrollo de otras foráneas para la investigación.

En concreto, se han generado las siguientes zonas verdes destinadas a potenciar los ecosistemas urbanos para un desarrollo sostenible:

- Frondosas autóctonas como modelo de cultivo demostrativo para la obtención de madera de calidad para transformaciones industriales.
- Plantaciones de especies energéticas para alimentar calderas de biomasa individuales o comunitarias de los barrios.
- Un *souto* con castaños de variedades gallegas que se convertirá en un reservorio de recursos autóctonos.
- Un Arboretum que replica 8 bosques gallegos y una zona de matorral y de plantas aromáticas y medicinales, que servirá para divulgar nuestra riqueza natural y la conciencia ambiental.
- Recuperación del ecosistema del humedal de As Gándaras, un bosque autóctono de ribera de 6 hectáreas que cuenta con 3 hábitats considerados de interés comunitario.









- Frondosas destinadas a generar madera de calidad.

**Autores:** Cristina Eimil, Esther Fernández, Antonio Rigueiro, Guillermo Riesco, Roque Rodríguez (Campus Terra de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela).

## Nuestras frondosas. Opción de producción de madera de calidad.

Galicia es un territorio encuadrado en el noroeste peninsular, con una relevante diversidad de especies forestales, muchas de ellas empleadas históricamente para múltiples utilidades. Las frondosas autóctonas han sido fuente de materia prima en muchas actividades como la ebanistería, tonelería, la construcción, la carpintería de ribera o la construcción naval.

Actualmente, la superficie forestal productiva en Galicia está dominada por especies exóticas, principalmente el eucalipto y el pino americano. No obstante, nuestro territorio dispone de múltiples especies susceptibles de aprovechamiento económico, que pueden generar una madera de altísima calidad y usos de gran valor añadido.

En el proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico** hemos querido potenciar las especies de frondosas autóctonas y su aprovechamiento económico, dándoles un espacio en el denominado bosque urbano de la ciudad de Lugo, ubicado en las Gándaras, en donde, a modo de área demostrativa la ciudadanía compruebe y constate el crecimiento y el cuidado de las especies forestales autóctonas, es decir una silvicultura orientada a la producción de madera de calidad.

Es necesario destacar que las especies de frondosas autóctonas no sólo son fuente de riqueza económica, sino que también aportan muchos otros servicios ambientales, en mayor medida que plantaciones de especies exóticas, mejorando el suelo, albergando una rica biodiversidad, aportando mayor belleza al paisaje, secuestrando carbono o dando lugar a productos de utilidad, tanto madereros como no madereros.

## Silvicultura de frondosas autóctonas en el medio urbano.

**En el polígono industrial de As Gándaras** (Lugo), se establece en el año 2018 una experiencia demostrativa de las posibilidades de la silvicultura de cuatro especies de frondosas caducifolias autóctonas gallegas con potencial productor de madera de calidad: roble (*Quercus robur*), cerezo (*Prunus avium*), fresno (*Fraxinus excelsior*) y arce (*Acer pseudoplatanus*). Esta experiencia ocupa una superficie de 4,1 hectáreas (41.000 m<sup>2</sup>) y la densidad de plantación es de 1.100 árboles por hectárea.

Las condiciones de la parcela que finalmente se asignó a esta actividad no son desde luego las mejores para la plantación de frondosas, por ser muy expuesta a vientos, con suelo muy seco en verano y encharcadizo en invierno, lo que condicionó directamente la intensidad de los trabajos de instalación y mantenimiento, que finalmente resultaron exitosos.



### La planta y el origen genético.

La calidad de la planta empleada determina el éxito posterior de la plantación. Una planta de mala calidad aumentará el porcentaje de mortalidad de las plantas y el crecimiento de las que sobrevivan puede ser menor.

Las plantaciones de frondosas caducifolias se llevan a cabo cuando la planta está en parada vegetativa (cando las hojas caen al suelo) y, por lo general, se emplea planta a raíz desnuda. En este caso, se seleccionaron viveros que disponían de plantas a raíz desnuda con antelación suficiente como para conseguir planta grande (de 1 a 1,5 m y con buen desarrollo del sistema radical) para plantar en 2018.

En cuanto al origen de la planta, se buscó expresamente en los viveros material de origen local y de buena calidad genética, obteniéndose el material que se presenta en la tabla 1. El hecho de obtener algunos materiales de gran interés, por corresponder a colecciones de árboles seleccionados o a material procedente de selección de rodales, implica que un uso futuro posible de la plantación es la propia selección progresiva de árboles y obtención de semilla de buena calidad genética.

Procedencia de la planta empleada en As Gándaras

| ESPECIE | REGIÓN DE PROCEDENCIA                   |
|---------|---|
| Roble   | Rodal selecto ES01-Galicia              |
| Cerezo  | Galicia: Montañas-Mesetas Interiores    |
| Fresno  | Selección árboles plus Xunta de Galicia |
| Arce    | Galicia: Montañas-Mesetas Interiores    |



## Las especies.

- **Roble**

Carballo común. *Quercus robur* L. English oak



Especie muy característica del paisaje gallego, de crecimiento lento en los primeros años y algo más rápido y sostenido posteriormente. Hojas simples, alternas, caedizas, de limbo lobulado y envés glabro (sin pilosidad). Soporta bajas temperaturas en invierno y las heladas tardías llegando hasta los 1500-1700 m de altitud.

Puede alcanzar los 30-35 m de altura siendo árboles longevos que pueden llegar a vivir 500-600 años o incluso superar los 1000 años.

El comportamiento en la parcela resultó muy favorable (Figura 1), con porcentajes de mortalidad muy reducidos y buen desarrollo tanto en altura como en ramas laterales, lo que aporta espesura y protección frente a viento para el resto de especies. Fue la que mejor toleró el encharcamiento invernal.



Figura 1. Aspecto otoñal de *carballo* (izquierda) al lado de *pradairo* que todavía mantiene hojas verdes, ambos con altura superior a 3 m, a borde del camino principal. Noviembre de 2022.



- **Fresno**

Freixo. *Fraxinus excelsior* L. Common ash



Árbol de crecimiento rápido que puede alcanzar los 30-35 m de altura y los 150-200 años de vida. Hojas compuestas imparipinnadas, opuestas, caedizas, con 9-13 folíolos sentados y de borde finamente aserrado.

Requiere veranos húmedos, necesitando aporte de agua abundante y continuado en el tiempo, siendo especie propia de bosques ripícolas. No soporta períodos de suelo seco. Especie no especialmente sensible al frío pero sí a las heladas tardías.

Ha presentado buen comportamiento en la parcela de ensayo (Figura 2), siendo muy favorecido por la enmienda con cenizas de biomasa. Mostró sin embargo sensibilidad a vientos secos y a vientos invernales, por lo que su desarrollo se ve favorecido por el acompañamiento lateral de los robles.



Figura 2. Grupo de fresnos con muy buen desarrollo (alturas de 2,5 m) en otoño de 2022. Uno de los ejemplares ha brotado desde la base.

- **Cerezo**

Cerdeira. *Prunus avium* L. Wild cherry



Árbol de crecimiento inicial rápido, que puede alcanzar los 25-30 m de altura. Soporta fríos invernales, pero es sensible a las heladas tardías, lo que limita la altitud máxima a la que puede llegar (1100-1200 m). Hojas simples, alternas, caedizas, agrupadas en fascículos al final de las ramillas o bien dispersas, con borde doblemente aserrado.

Su interés forestal radica en su valor paisajístico, derivado sobre todo de su floración, que se produce antes de que las hojas broten, del color de sus hojas en otoño y por la posibilidad de producir madera de excelente calidad. Frutos en cerezas silvestres que sirven de alimento a las aves.

El cerezo es la especie que más problemas de establecimiento presentó en la parcela, sufriendo por efecto del frío y encharcamiento, lo que obligó a muchas reposiciones de planta muerta. Las plantas que se han establecido muestran sin embargo muy buenos desarrollos (Figura 3).



Figura 3. *Cerdeira* con muy buen desarrollo en mezcla con el resto de especies hacia el talud sur de la plantación en noviembre de 2022. Se aprecia la tendencia a la ramificación en verticilos.

- **Arce**

Pradairo. *Acer pseudoplatanus* L. Maple



Especie de crecimiento rápido en los primeros años, más lento posteriormente. De hojas simples, opuestas, caedizas, penta-lobuladas y de bordo dentado.

Puede alcanzar los 25-30 m de altura y vivir hasta los 150-200 años. Resistente al frío y a las heladas (que sin embargo provocan horquillas cuando afectan a la yema terminal), llegando hasta los 1300 m de altitud en Galicia.

El pradairo, al igual que el carballo, ha tenido muy buena adaptación a la parcela, soportando bien el frío, aunque peor el encharcamiento. El desarrollo ha sido muy bueno, correspondiendo los árboles de mayor altura a esta especie (Figura 4). Resultó muy favorecida por la enmienda con cenizas.



Figura 4. espectacular pradairo de 3,5 m de altura y diámetro normal de 5 cm en noviembre de 2022.

## Densidad de plantación.

La densidad inicial de plantación (número de plantas por unidad de superficie) define la inversión inicial y el esfuerzo de mantenimiento posterior de la plantación. Así, densidades iniciales bajas disminuyen los gastos iniciales de plantación (menor número de árboles por superficie) pero incrementan los gastos de mantenimiento posteriores (desbroces y podas). Por el contrario, densidades iniciales elevadas suponen una inversión inicial mayor pero que se ve compensada por una menor necesidad de mantenimiento posterior (desbroces y podas).

En el roble, el cerezo, el fresno y el arce, como en el resto de frondosas caducifolias, es importante mantener elevadas densidades en los primeros años de la plantación para favorecer la competencia lateral y la formación de fustes rectos.

## Los cuidados culturales en las frondosas.

La clave del éxito de las plantaciones de frondosas es la consecución de una cadena de intervenciones que permitan su implantación en la parcela. Los eslabones de la cadena son: elección del material genético – elección del tipo de planta – desbroce de la parcela – preparación del suelo – plantación – fertilización de implantación – colocación de tutores – control de competencia de la vegetación – riegos – sustitución de planta muerta.

Algunos de estos trabajos deben repetirse varias veces cada año por lo menos durante los primeros 5 años. La instalación de una plantación de frondosas es, por lo tanto, un objetivo complejo que supone una continuidad en los trabajos.

En el caso de la plantación de As Gándaras, la secuencia de trabajos fue: instalación del cercado – cultivo y recría de planta de las cuatro especies de procedencia gallega – traslado y aviverado de planta sobrante – desbroce de toda la superficie – preparación de agujeros de 60x60x60 cm con aporte de tierra vegetal adicional – plantación – colocación de dos tutores de 2 m por planta – abonado con abono complejo – cava manual alrededor de las plantas – desbroce mecanizado por calles – riego manual – sustitución de marras – aporte de cenizas de biomasa – instalación de riego por goteo – desbroces adicionales.



## La silvicultura y los tratamientos silvícolas.

La silvicultura abarca las técnicas que se aplican a las masas forestales para obtener de ellas una producción continua y sostenible de bienes y servicios. Los tratamientos a aplicar en la plantación de As Gándaras dependerán de los objetivos finales que se asignen a la zona, ya que la misma se abrirá al uso público, siendo por tanto posible una gestión más propensa a la apertura del dosel de copas.

Para obtener una madera de calidad, destinada a producir chapa o tablero, los árboles deben alcanzar una altura elevada, con un fuste recto sin ramas y sin nudos (ver Figura 5), de diámetro importante, con forma cilíndrica y una copa reducida. Esto se consigue con la aplicación de una silvicultura adecuada consistente en la realización de podas, clareos y claras que permitan obtener madera de calidad cuando las especies lleguen al momento de corta (edad y tamaño óptimo para el aprovechamiento de la especie) que en el cerezo es a los 40-60 años, en el fresno a los 60 años, en el arce a los 60-80 años y en el roble entre los 100-120 años. Este objetivo solo es posible en parcelas que cumplan unos requisitos mínimos de calidad de la estación, entendida como las condiciones de suelo, topografía y clima.



Figura 5. La silvicultura aplicada hasta la fecha ha consistido en el mantenimiento del vigor del arbolado, buscando que progresivamente la plantación entre en espesura y se produzca autoprotección frente al viento, momento en el que podrían iniciarse las podas.

## La madera.

### • Roble



Es una madera dura y pesada, con un veteado muy característico ya que presenta anillos de crecimiento y radios leñosos multiseñalados muy visibles. La franja de albura es estrecha en los árboles adultos y el duramen es de color miel oscuro, muy resistente a la pudrición. Resiste la humedad y la inmersión permanente o intermitente. Sufre notables contracciones y grandes deformaciones durante el secado, acompañadas de fendas radiales. Su resistencia mecánica es muy buena, tanto a esfuerzos estáticos como dinámicos. Su dureza dificulta su aserrado y rebanado pero se pule bien.

Los usos que se le han atribuido son muy amplios en función de la rectitud de las trozas y su nudosidad. Desde leñas, que son de excelente calidad, al carboneo o al aserrado para producción de parquet y tarima, revestimientos exteriores e interiores, muebles, puertas o ventanas. Se ha empleado de forma muy relevante en construcción naval y para traviesas de ferrocarril. La madera de mejor calidad se emplea para ebanistería, producción de duelas para barricas de vino o whisky o para chapa plana decorativa, alcanzado precios muy elevados en el mercado.

### • Arce



La madera del arce es muy clara, tanto la albura como el duramen. Es dimensionalmente estable ante los cambios de humedad por lo que es fácil de secar, aunque puede oscurecer durante el proceso. Es fácil de trabajar (aserrado, cepillado, atornillado, encolado, etc.). Es semipesada, homogénea, dura y presenta buena resistencia mecánica. El grano es muy fino y la fibra es recta o algo ondulada. Es sensible a los hongos pero es fácilmente impregnable con agentes preservantes.

Se usa como leña, con propiedades similares a la madera de haya. Uso tradicional para producir zuecos. Las piezas de mayor dimensión se usan en ebanistería, carpintería, suelos, frisos y tornería, así como para fabricar muebles curvados e instrumentos musicales.

- **Fresno**



La madera del fresno destaca por su flexibilidad, densidad y tenacidad. Es pesada, dura y presenta muy buena resistencia mecánica. De color blanco o algo rosada, con veteado de pardo en el duramen, pero en general sin diferenciación de duramen. Tiene poros en anillo. Carece de durabilidad natural. Su aspecto similar al de la madera de castaño hace que se emplee de forma combinada con dicha especie en mobiliario.

Muy buena como combustible y carbón. Uso tradicional de varas en cestería y madera en elementos agrícolas que requieren resistencia, resiliencia y flexibilidad: ejes de carros, mangos de herramientas, utensilios agrarios. Se emplea en la fabricación de todo tipo de objetos que precisen ser curvados y resistentes además de suelos, muebles e instrumentos musicales. También en tarimas o en tornería.

- **Cerezo**



La madera del cerezo es excepcional, con densidad intermedia entre las frondosas, semi-dura y pulimentable, de fácil aserrado y con colorido amarillento en la albura, rojizo en el duramen, que está bien diferenciado. La madera del cerezo presenta una densidad intermedia entre las maderas de frondosas españolas. Durabilidad natural intermedia. Extraordinaria estabilidad dimensional.

Es madera fácil de mecanizar por aserrado o por rebanado para obtención de chapa plana. Apreciada en ebanistería de lujo, construcciones interiores, tornería y marquetería. Se emplea habitualmente para muebles y también en usos tradicionales como cestería, instrumentos musicales, tallas o juguetes. Se ha empleado además para fabricar toneles y pavimentos de madera.

*Además de producir madera de calidad, producto neutro en emisiones de carbono, estas especies proporcionan leña, setas, contribuyen a disminuir el CO<sub>2</sub> atmosférico e incrementan la biodiversidad.*





- Cultivos urbanos para producción de energía local.

**Autores:** Esther Fernández, Cristina Eimil, Roque Rodríguez (Campus Terra de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela).

## Cultivos urbanos para producción de energía local.

Una de las principales preocupaciones del siglo XXI es la obtención de energía a través de fuentes renovables, aspecto acentuado con la crisis energética del año 2022. La energía es un recurso básico para el desarrollo social, económico y ambiental.

Entre las diferentes fuentes de energía renovables se encuentran los biocombustibles, productos generados a través de biomasa o materia viva, que sirven de alternativa a combustibles fósiles para la producción de energía y así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Uno de los aspectos más relevantes de los cultivos energéticos o cultivos de plantas orientadas a la generación de biocombustibles es que estos cultivos se desarrollen de manera sostenible y ordenada, de modo que se seleccionen las áreas idóneas para el establecimiento. Otro aspecto importante es la selección de las especies vegetales a emplear, deben ser de alta eficiencia, rebrotadoras y adaptadas a las condiciones ambientales del lugar. Por último, la proximidad al lugar en donde los biocombustibles serán empleados es otro de los factores clave en los cultivos energéticos, con el fin de alcanzar una elevada eficiencia en la cadena de valor de la energía.

En este sentido **LIFE Lugo + Biodinámico** plantea demostrar cómo los cultivos energéticos en entornos urbanos pueden proveer de biocombustibles en forma de astillas a la ciudad para la generación de calor en instalaciones municipales como la del edificio Impulso Verde o la red de calor del parque de A Milagrosa en Lugo, que ya nutre de calor a 8 instalaciones municipales.

## Biocombustibles de elevada eficiencia energética en entornos urbanos.

En el polígono industrial de As Gándaras (Lugo), se establece en el año 2017 una parcela demostración de la capacidad que el medio urbano puede tener para producir, de forma eficiente, parte de los biocombustibles que utiliza, sobre todo para uso térmico (calefacción y agua caliente sanitaria-ACS). La superficie de la parcela es de 1 ha.

La producción de energía renovable a través de los cultivos energéticos gestionados de manera sostenible puede tener las siguientes ventajas medioambientales que contribuyen a disminuir el efecto invernadero:

- Disminución de las emisiones de azufre.
- Disminución de partículas en suspensión (polvo).
- Emisiones neutras de CO<sub>2</sub> sin contribuir al efecto invernadero.
- Las emisiones producidas con la combustión corresponde a C fijado en la planta en años muy recientes.

## Especies seleccionadas.

- ***Miscanthus x giganteus***

Gramínea perenne de crecimiento rápido que puede llegar a alcanzar los 4 m de altura. Especie no invasiva ya que no produce semillas viables y su propagación es sólo vegetativa.

*Miscanthus x giganteus* presenta bajas necesidades de agua y fertilización y una capacidad alta para fijar CO<sub>2</sub>.

*Miscanthus x giganteus* se usa en la fabricación de papel, materiales de construcción, como fijadora de nitrógeno, en la recuperación de medios alterados por contaminantes, pero su uso principal es la producción de energía, teniendo un poder calorífico de 17 MJ kg<sup>-1</sup>– 20 MJ kg<sup>-1</sup>.

El establecimiento de *Miscanthus* en la parcela de ensayo ha sido progresivo, de forma que cada año la altura de las cañas resultaba mayor (ver Figura 1). Esta especie herbácea tiene la ventaja de dar lugar a un posible aprovechamiento anual de la caña una vez que la parte aérea se agosta.



Figura 1. Aspecto de los brotes ya agostado de *Miscanthus* en octubre de 2022.



Rizoma *Miscanthus x giganteus*.

- ***Populus spp.***

Árboles de tronco recto y con facilidad para reproducirse por estacas. Su rápido crecimiento y su alta tasa de transpiración hacen que sean una de las especies arbóreas más eficaces en la fijación de carbono atmosférico.

Las plantaciones de chopo para fines energéticos son realizadas a alta densidad y partiendo de estaquilla pequeña, con el objetivo de disminuir el coste de plantación e incrementar la biomasa que puede cosecharse en rotaciones de 3 a 4 años.

Los cultivos energéticos de chopo se cosechan en parada vegetativa, cuando las hojas ya cayeron al suelo, lo que proporciona una astilla de excelente calidad, con reducido contenido en cenizas. Toda la parte aérea de la planga en parada vegetativa se cosecha y se astilla.



Estaca de chopo.



Agromo de chopo.



## Los materiales vegetales empleados.

En el caso de *Miscanthus*, se empleó el clon Picoplant, constituido por rizomas recogidos en la parcela experimental de la USC de Meixónfrío.

En el caso de los chopos, se emplearon los clones Trichobel (*Populus trichocarpa*) y el clon Raspalje (*Populus deltoides* x *trichocarpa*), ambos resistentes a suelos ácidos. El primero de ambos clones es el que ha presentado una mejor adaptación y crecimiento en la parcela de As Gándaras (Figura 2).



Figura 2. Filas de chopo Trichobel espaciadas 3 m y unos 0,8 m a lo largo de cada fila.



## ▪ El Souto de As Gándaras.

3,6 hectáreas de variedades gallegas de castaña

**Autores:** Juan Luis Fernández, Antonio Rigueiro, Esther Núñez y Pablo Fraga  
(Campus Terra de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela).

## Los Soutos.

Los **Soutos**, bosques de castaños (*Castanea sativa*) de origen antrópico (creados por el ser humano) fueron muy importantes en Galicia en el pasado. Ya desde la Edad Media, los Soutos representaron un elemento básico del paisaje y la economía de muchas áreas rurales, proporcionando madera y frutos (las castañas) de gran calidad.

Sin embargo, a partir del siglo XVIII, los **Soutos** experimentaron una progresiva regresión, principalmente con la expansión de la patata y el maíz, que fueron sustituyendo a la castaña como base de la alimentación. Esta regresión se agravó con la aparición, a mediados del siglo XIX, de la enfermedad de la *tinta*, que provocó la muerte de muchos castaños, especialmente en zonas costeras. Ya en el siglo XX, apareció una nueva enfermedad, el *chancro*, que agravó aún más la situación. Todos estos problemas, unidos a la despoblación y el envejecimiento en las zonas rurales, hicieron que gran parte de los **Soutos** acabaran siendo abandonados.

Afortunadamente, gracias al descubrimiento de que hibridando nuestro castaño con castaños asiáticos (japoneses -*C. crenata*-, o chinos -*C. mollissima*-), que son resistentes a la tinta, se podían obtener **híbridos resistentes**, algunos de los cuales, además, eran compatibles con nuestras **variedades tradicionales**, se ha podido abordar, en las últimas décadas, el establecimiento de nuevas plantaciones, especialmente en zonas de alto riesgo de infección.



Parcela grande del Souto de As Gándaras (septiembre de 2022).  
Castaño injertado de la variedad Ventura.





Flores masculinas de la variedad Negral (Souto de As Gándaras, 2020), en las que se aprecian sus largos estambres.



Parcela grande del Souto de As Gándaras (septiembre de 2022). Los árboles están separados 10 metros unos de otros.



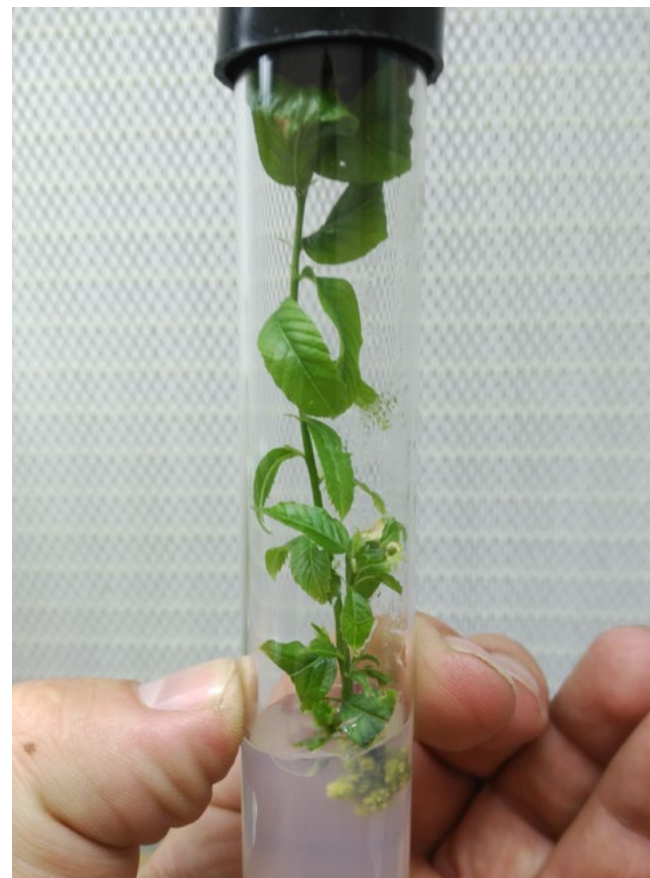
Una mantis religiosa sobre la hoja de un castaño (Souto de As Gándaras).

## Variedades gallegas tradicionales de castaña.

En Galicia disponemos de un gran número de variedades tradicionales (Tabla 1), seleccionadas por la calidad de sus castañas, que se adaptan a áreas más o menos amplias de nuestra Comunidad, y para algunas de las cuales ya se han realizado estudios de compatibilidad con híbridos resistentes a la tinta.

Estas variedades se han mantenido durante siglos gracias a la práctica de **injerto**, lo que ha permitido preservar la calidad de las castañas generación tras generación.

La **castaña gallega** es un producto rentable, de reconocido prestigio, con bajos costos de producción, compatible con otras producciones (setas, pequeños frutos, miel...), y que puede ser gestionado como un **cultivo ecológico tradicional**, lo que hace que los Soutos (recuperados o nuevos) representen de nuevo un recurso económico, medioambiental y paisajístico de máximo interés, especialmente en áreas deprimidas del interior.



Una plantita cultivada in vitro a partir de un ejemplar de la variedad Branca del Souto de As Gándaras.

| VARIEDAD   | Calibre | Época de<br>brotación | Época de<br>fructificación | Zonas de uso tradicional  |
|--|---------|-----------------------|----------------------------|---|
| <br><b>Negral</b>     | Medio   | Media                 | Temprana                   | Valdeorras (O Barco, Carballeda e Rubiá)                                  |
| <br><b>Ventura</b>    | Pequeño | Media                 | Temprana                   | Sueste de Ourense (A Gudiña e A Mezquita)                                 |
| <br><b>Garrida</b>    | Grande  | Tardía                | Tardía                     | Chantada e Taboada  |
| <br><b>De Parede</b> | Pequeño | Media                 | Media                      | Montaña oriental de Lugo (Os Ancares, Folgoso do Courel) e Mariña de Lugo |
| <br><b>Branca</b>   | Medio   | Media                 | Tardía                     | Valdeorras (A Rúa e Larouco); Terra de Castro Caldelas e Quiroga          |

Fuente: J. Fernández-López et al. (2014). Guía de cultivo do castiñeiro para a produción de castaña. Xunta de Galicia. Consellería do Medio Rural e do Mar. ISBN: 978-84-453-5160-4

Tabla 1. Principales características de las variedades de castaña establecidas en el Souto de As Gándaras.



## El Souto de castaños de As Gándaras.

El Souto de Castaños de As Gándaras, fruto de una de las acciones desarrolladas en el marco del proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**, pretende servir como representación de este ecosistema arbolado, que en el pasado fue tan abundante (sin ir más lejos, la zona en donde se ubica se conoce con el nombre de Souto!).

En el Souto de As Gándaras podremos encontrar cinco diferentes variedades tradicionales de castaña (Negral, De Parede, Branca, Garrida y Ventura), injertadas sobre patrones híbridos resistentes a la *tinta*, lo que protegerá a los castaños del ataque de esta enfermedad, pues estamos en una zona de riesgo de infección. En la Tabla 1 se pueden ver algunas características de estas variedades.

A diferencia de los castaños silvestres (no injertados), las variedades tradicionales no suelen producir mucho polen. Pero la variedad Negral está entre las pocas que produce gran cantidad (Figura). Por eso, el hecho de que esté presente en nuestro Souto permitirá asegurar una buena polinización y fructificación, pues la presencia de castaños silvestres en el entorno del Souto es escasa. Una cuarta parte de los árboles del Souto están injertados con esta variedad, y se han intercalado regularmente, en líneas a lo largo de toda la superficie, para que la polinización sea lo más homogénea posible.

Al visitante del Souto puede llamarle la atención la disposición de los árboles, que están plantados de forma regular, a 10 metros unos de otros. Esta disposición es la típica de un Souto de nueva implantación, en el que prima el desarrollo de las copas de los castaños, que se podarán para favorecer la aireación y la entrada de luz, mejorando así la producción y la recolección.



Castana de la variedad Ventura (Souto de As Gándaras, 2021).





Castañas de la variedad Garrida (Souto de As Gándaras, 2021).



Castañas de la variedad Negral (Souto de as Gándaras 2021).



Erizo con castañas de la variedad Negral (Souto de As Gándaras, 2021).

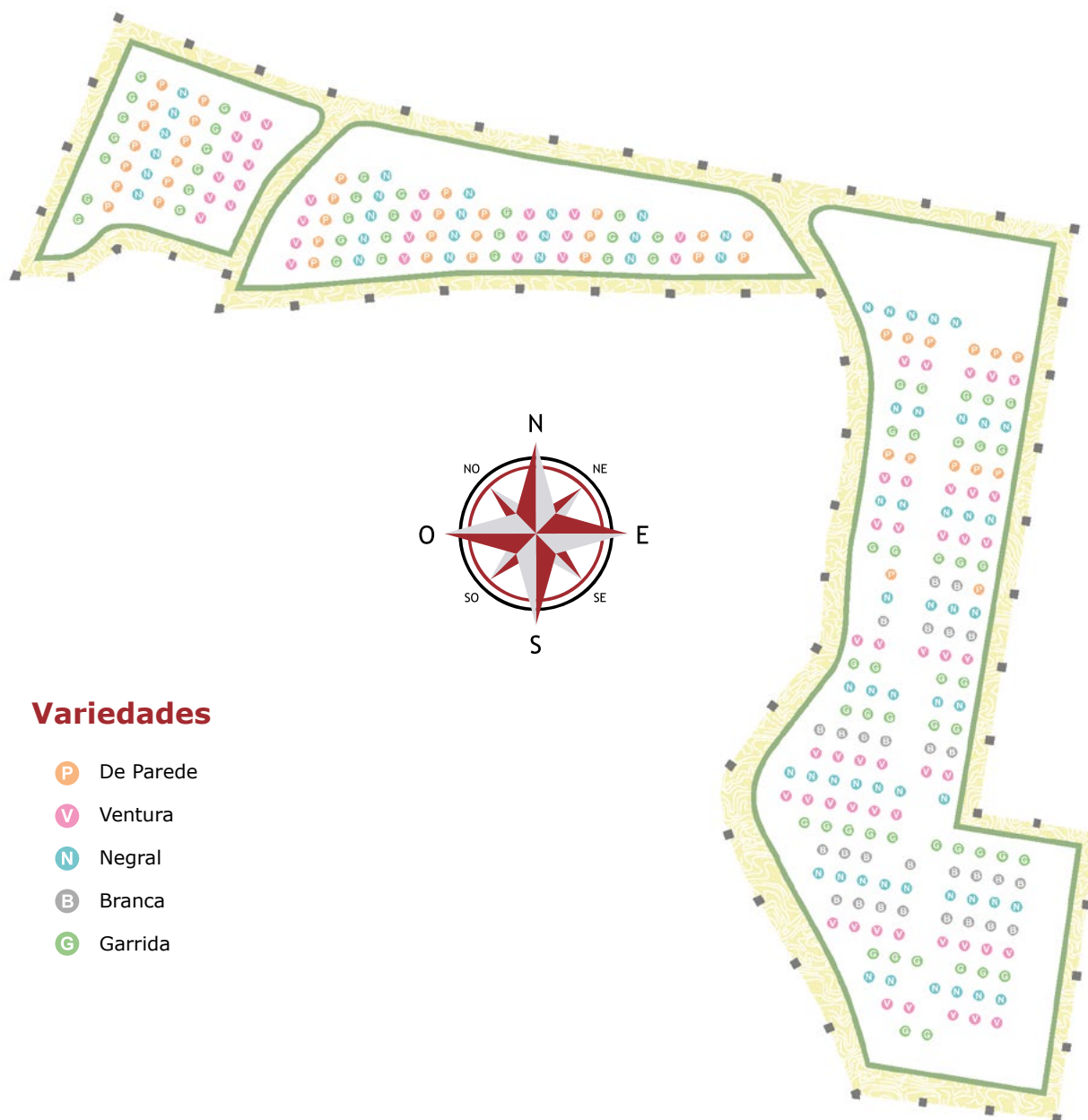


Parcela grande del Souto de As Gándaras (septiembre de 2022).

En definitiva, el Souto de As Gándaras, integrado en el entorno urbano y creado para disfrute público, no sólo servirá como un excelente reservorio de recursos autóctonos, sino que además será objeto de uso didáctico, mediante la realización de charlas dirigidas a la ciudadanía en general, visitas de colegios, o prácticas para alumnos en formación o profesionales del sector agroforestal.

Y en poco tiempo, el Souto das Gándaras acabará convirtiéndose, cada otoño, en visita obligada para los y las lucenses amantes de las castañas. ¿Habrá un “Magosto das Gándaras”?





## Variedades

- P De Parede
- V Ventura
- N Negral
- B Branca
- G Garrida





## ▪ El Arboretum de As Gándaras.

Un recorrido por los bosques autóctonos de Galicia

**Autores:** Antonio Rigueiro, Esther Fernández, Juan Luis Fernández, Roque Rodríguez, Cristina Eimil (Campus Terra de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela).

Los bosques son ecosistemas naturales complejos que albergan una importante biodiversidad animal y vegetal. En su estructura podemos diferenciar los estratos arbóreo, arbustivo, subarbustivo, herbáceo y, con frecuencia, uno muscinal. Son utilizados por el ser humano desde tiempos antiguos como fuente de alimento, combustibles, materiales para la construcción, comida para el ganado, aporte de plantas medicinales, zonas de recreo y esparcimiento, etc. En Galicia predominan los bosques caducifolios eurosiberianos (robledales, melojares, hayedos, abedulares, castañares...), pero también tenemos representación, aunque escasa de los bosques esclerófilos mediterráneos (encinares, alcornocales). Estas comu-

nidades arboladas se instalaron en Galicia tras la última glaciación del cuaternario, hace unos 6000 años, en el período neolítico. A veces se diferencia entre bosques naturales, en los que dominan especies arbóreas autóctonas y son de origen natural, sin intervención humana, es decir se rigen por las leyes de la naturaleza, y bosques artificiales, que serían las plantaciones arbóreas de origen antrópico, también llamadas bosques cultivados. Aunque el castaño se considera una especie autóctona, a los "soutos" de castaños, bosques de origen antrópico formados por plantaciones de castaños injertados con variedades productoras de castañas de calidad, se les suele considerar bosques seminaturales.



Un arboretum puede definirse como una plantación de árboles y otras plantas leñosas destinada al disfrute y contemplación, a fines científicos, como pueden ser el estudio de su crecimiento, de su adaptación al clima y al suelo, del secuestro o captura de carbono que realizan y la mitigación del cambio climático o de la mejora de la biodiversidad y del paisaje, y también a fines didácticos, al utilizarse como zona de observación y conocimiento de especies.

A lo largo del año 2018 se estableció en el parque empresarial de As Gándaras un arboretum o fruticetum de 5 ha de extensión, pequeño jardín botánico que incluye todas las especies arbóreas autóctonas en Galicia y una representación de las especies arbustivas más abundantes. A pesar de que la parcela elegida fue objeto de relleno en diferentes zonas (sobre todo en el extremo norte) con materiales procedentes de las obras del parque empresarial, los análisis edáficos realizados mostraron que no había elementos tóxicos ni metales pesados en cantidades importantes que pudieran impedir o dificultar el establecimiento de las más de 70 especies diferentes de árboles y arbustos que se plantaron. En el diseño del arboretum optamos por dividir la parcela en 8 zonas diferentes, en cada una de las cuales se reproduciría un tipo de bosque autóctono de Galicia, exceptuando los seminaturales soutos de castaños a los que se dedica otra acción del proyecto, dejando como estaba una zona situada al norte de la parcela en la cual crecían especies frecuentes en los matorrales seriales (predominando retamas y tojos), debido a que muchas de las especies de avifauna presentes en la zona dependen de este tipo de vegetación.

Posteriormente se decidió incluir en esta acción una colección de plantas medicinales y aromáticas, para la que se reservó un pequeño espacio, quedando finalmente el arboretum formado por rodales que representan 8 bosques autóctonos de Galicia (bosque mediterráneo, rebollar, robledal de roble común, robledal de roble albar, bosque mixto, hayedo, abedular y bosque de ribera), una colección de plantas aromáticas y medicinales (laurel, artemisia, rusco, ruda, romero, lavanda, salvia, tomillo y hierba luisa) y una tesela de matorral.

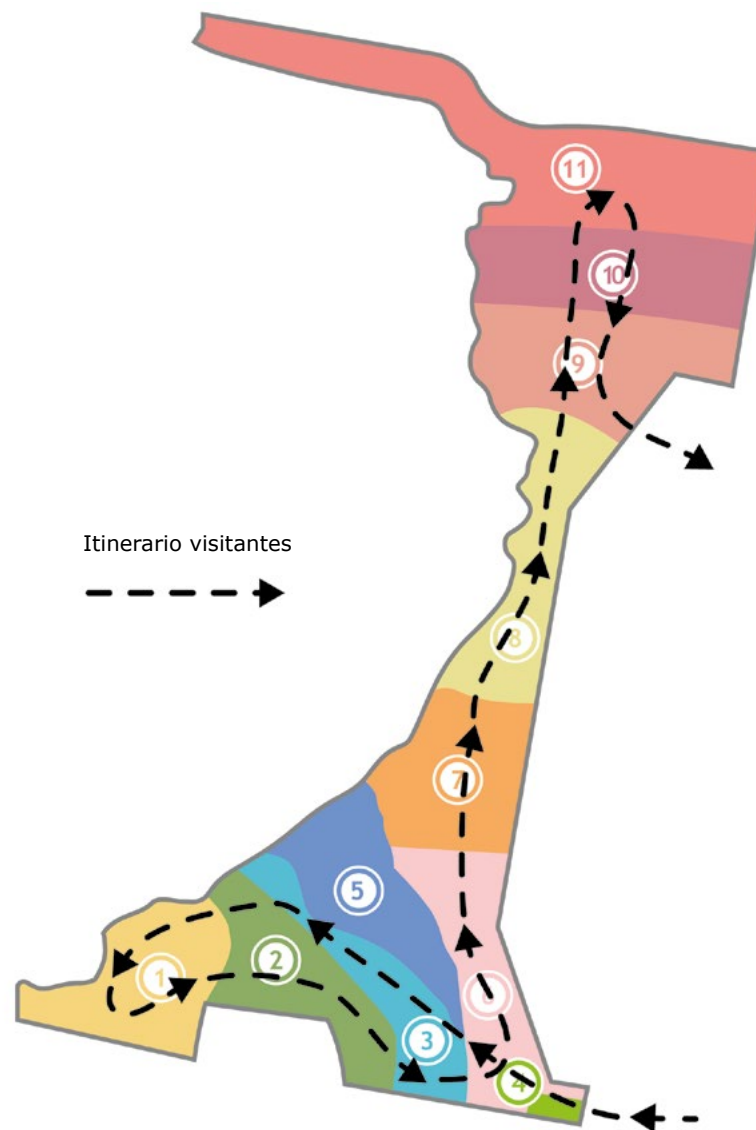
Los futuros visitantes podrán contemplar, además de las plantas aromáticas y medicinales, más de 70 especies arbóreas y arbustivas que están identificadas y se podrá acceder a su descripción mediante códigos QR.

El arboretum será un laboratorio vivo en relación con la evolución del cambio climático, pues permitirá observar el comportamiento de las especies introducidas en relación con los cambios que se vayan produciendo en el clima.

El plano que se presenta a continuación muestra la disposición de las distintas comunidades vegetales y un itinerario para los visitantes.

## Zonificación

- ① Bosque mediterráneo
- ② Rebollar
- ③ Bosque de ribera
- ④ Aromáticas y medicinales
- ⑤ Bosque de ribera autóctono
- ⑥ Robledal de roble común
- ⑦ Robledal de roble albar
- ⑧ Hayedo
- ⑨ Bosque mixto
- ⑩ Abedular
- ⑪ Matorral





Comenzamos nuestro recorrido por la parcela de **plantas medicinales y aromáticas**, de las cuales podemos utilizar sus hojas, flores o rizomas (tallos subterráneos) como condimento, para la desinfección de heridas, como cicatrizantes, etc. y entre las que se encuentran el laurel, la artemisia, el romero, la lavanda, la salvia, la ruda, la hierba luisa, el tomillo y el rusco.



La **salvia** (*Salvia officinalis*) es utilizada como tónico digestivo, para reducir la fiebre, como cicatrizante y antirreumática.



El rizoma del **rusco** (*Ruscus aculeatus*) se utiliza por sus propiedades diuréticas y como tratamiento de las varices y las hemorroides. Sus frutos son tóxicos.



Las hojas del **laurel** (*Laurus nobilis*) tienen propiedades digestivas y también son muy utilizadas como condimento. A sus frutos se les atribuyen propiedades diuréticas, carminativas y emenagogas.

A ambos lados de los ríos, arroyos o humedales, sobre suelos temporal o permanentemente encharcados se encuentran los **Bosques de Ribera**. En el Arboretum podemos contemplar un bosque de ribera natural, que más bien es un bosque aluvial, en el que la cubierta arbolada está dominada por el aliso (*Alnus glutinosa*) y que se ha completado con la plantación de otras especies características de este tipo de bosques, como el sauce común (*Salix atrocinerea*), los álamos (*Populus alba* var. *pyramidalis* y *P. nigra* var. *italica*), el negrillo (*Ulmus minor*), el almez (*Celtis australis*), la madreselva (*Lonicera periclymenum*), el saúco (*Sambucus nigra*), el fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*), etc.



El **aliso** (*Alnus glutinosa*) es una especie de gran interés ecológico, utilizada en la recuperación y protección de bordes de cursos de agua. Sufre desde hace unos lustros una enfermedad mortal (tinta del aliso) que está causando importantes mortandades.



El **álamo negro** (*Populus nigra* var. *italica*) es un árbol de hoja caduca, crecimiento rápido y copa piramidal u ovalada.



El **álamo blanco** (*Populus alba* var. *pyramidalis*) es un cultivar muy utilizado para restaurar zonas degradadas de ribera y como planta ornamental por su esbelto porte y el color de sus hojas (verdes por el haz y blancas por el envés).



La **madera del almez** (*Celtis australis*) es muy apreciada por su ligereza y resistencia y se utiliza para fabricar bastones, toneles, mangos de herramientas, etc. Los frutos, almecinas, son alimento para la fauna silvestre y las hojas se usan como forraje en alimentación animal.



El **negrillo** (*Ulmus minor*) es una especie del área mediterránea y escasa en Galicia, donde se duda de su naturalidad, que ha visto disminuida su área debido a la grafiosis (enfermedad mortal).

Continuamos nuestro recorrido a través del **Bosque Mediterráneo**, frecuente en las cuencas bajas de los ríos Sil y Miño, en el que crecen árboles que presentan adaptaciones a la sequía estival, como raíces muy extendidas o profundas, hojas con frecuencia perennes, pequeñas, duras y protegidas por cera o pelos para evitar la pérdida de humedad. En algunos casos, como la encina o el alcornoque, el envés está tapizado de pelos cortos blancos que, al tapar los estomas, reducen la transpiración. Sobre suelos calcáreos y silíceos se desarrolla la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), especie muy resistente al frío, al calor y a la sequía, mientras que el alcornoque (*Quercus suber*) crece sobre suelos silíceos, soporta peor el frío y requiere más humedad que la encina. Las dos especies son perennifolias, de crecimiento muy lento y muy longevas, y están acompañadas por una gran diversidad de especies, algunas de hoja perenne como el madroño (*Arbutus unedo*), el labiérnago blanco (*Phillyrea angustifolia*), o el labiérnago negro (*Phillyrea latifolia*), y otras de hoja caduca como el cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*) o la cornicabra (*Pistacia terebinthus*).



Las bellotas de la **encina** (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) son de sabor dulce y muy importantes en la alimentación humana y animal desde tiempos antiguos.



Del **alcornoque** (*Quercus suber*) se obtiene el corcho, y sus bellotas, aunque no son comestibles para los humanos por ser amargas, son alimento de muchos animales domésticos (cerdos) y silvestres.





Las hojas y la corteza de los **madroños** (*Arbutus unedo*) se utilizaban para curtir pieles y sus frutos son muy utilizados para comer en fresco, elaborar mermeladas, licores, etc. Su leña es un buen combustible. Se cultiva en parques y jardines.



Las hojas y los frutos del **labiérnago negro** (*Phillyrea latifolia*) fueron utilizados en la medicina popular como astringentes.



El **labiérnago blanco** (*Phillyrea angustifolia*) es una planta melífera y su corteza se utilizó para curtir pieles por su elevado contenido en taninos.



La madera del **cerezo de Santa Lucía** (*Prunus mahaleb*) es de color rosado y olor agradable, sus cerezas son pequeñas y de sabor amargo.

Continuamos nuestro recorrido a través de tres robledales, el primero de ellos, el **Rebollar o Melojar**, es un bosque dominado por el rebollo (*Quercus pyrenaica*), un roble de tamaño mediano que presenta hojas marcescentes (permanecen secas en el árbol desde el otoño hasta la primavera cuando brotan las nuevas) y bellotas amargas, el segundo es el **Robledal de Roble Pedunculado**, cuya especie principal, el roble pedunculado (*Quercus robur*), es muy abundante en Galicia y muy apreciado por sus bellotas, que se utilizan para la alimentación del ganado doméstico y también sirven de alimento para la fauna silvestre, y por su madera, de muy buena calidad, que se caracteriza por su dureza, estabilidad, resistencia y durabilidad, y llegamos al tercero de los robledales, el **Robledal de Roble Albar**, en el que el roble albar (*Quercus petraea*) es la especie principal, sus bellotas amarillas son utilizadas para alimentar el ganado y también sirven de alimento a la fauna silvestre, siendo su madera también de buena calidad, similar a la del roble pedunculado.



El **rebollo o melojo** (*Quercus pyrenaica*) tiene hojas profundamente lobuladas con el envés aterciopelado, recubierto de una densa capa de pelos blancos.



El **roble pedunculado** (*Quercus robur*) presenta hojas con peciolo corto y aurículas en la base y sus frutos, las bellotas se disponen sentadas sobre pedúnculos largos axilares, características que distinguen esta especie del roble albar (*Quercus petraea*).



El **roble albar** (*Quercus petraea*) presenta hojas pecioladas y cuneiformes en su base, características que las diferencian de las del roble pedunculado (*Quercus robur*).

En los robledales también encontramos otras especies, como el arce sicomoro (*Acer pseudoplatanus*), el arraclán (*Frangula alnus*), el castaño (*Castanea sativa*), el avellano (*Corylus avellana*), el cerezo (*Prunus avium*), el cerezo aliso (*Prunus padus*), el peral de monte (*Sorbus torminalis*), el arándano silvestre (*Vaccinium myrtillus*), el brezo blanco (*Erica arborea*), el escaramujo (*Rosa canina*), etc.



El **arándano silvestre** (*Vaccinium myrtillus*) forma parte del sotobosque de robledales, hayedos y abedulares, creciendo incluso en zonas de matorral. Sus frutos, comestibles y de sabor dulce, son de color azul al madurar y son un alimento importante para la fauna silvestre.



El **arraclán** (*Frangula alnus*) es un arbusto o pequeño árbol de hoja caduca, frutos tóxicos, y madera de color amarillo que se usa para fabricar piezas pequeñas. Sus ramas, muy flexibles, se emplean para hacer cestos y su corteza tiene propiedades laxantes.



Del **castaño** (*Castanea sativa*) se aprovecha su fruto, la castaña, como alimento, la madera por ser de excelente calidad, las hojas para obtener tintes y el polen de sus flores masculinas es aprovechado por las abejas.



El **escaramujo** (*Rosa canina*) es un arbusto con numerosos tallos provistos de espinas curvadas. Los pétalos de sus flores y los frutos tienen propiedades medicinales (fuente de vitamina C, remedio astringente y ayudan a prevenir infecciones urinarias).



Dejamos atrás los robledales y nos adentramos en el **Hayedo**, un bosque caducifolio más frecuente en zonas altas (por encima de los 1000 m de latitud), aunque desciende a cotas más bajas, y suele aparecer en localizaciones donde son frecuentes las nieblas y por lo tanto la humedad ambiental es elevada. Son bosques sombríos y su estrato arbóreo está dominado por el haya (*Fagus sylvatica*), especie que tiene en las montañas orientales de la provincia de Lugo el límite occidental de su área de distribución. En los estratos más bajos podemos encontrar especies como el acebo (*Ilex aquifolium*) o el tejo (*Taxus baccata*), que a veces sobrepasa en altura a las hayas.



La corteza del **haya** (*Fagus sylvatica*) es lisa, de color verdoso inicialmente y con el tiempo gris oscura. Su madera presenta pocos nudos y es muy apreciada en ebanistería, sus frutos (hayucos) sirven de alimento para el ganado doméstico y la fauna silvestre. Se cultiva en parques y jardines.





El **tejo** (*Taxus baccata*) es un árbol dioico (tiene pies macho y pies hembra) de hoja acicular perenne y muy venenoso porque presenta un alcaloide llamado taxina. Las semillas son tóxicas pero aparecen rodeadas de un arilo carnoso de color rojo y sabor dulce que es comestible. Su madera es muy apreciada por su resistencia y durabilidad. Se cultiva en parques y jardines. De la corteza del tronco y ramas se extrae el taxol, con propiedades antitumorales.

En las montañas gallegas más elevadas, como en la Sierra de los Ancares, a partir de los 1000 m de altitud, podemos encontrar un tipo de bosque pluriespecífico no muy extenso, el **Bosque Mixto**, que se caracteriza por presentar una elevada diversidad de especies arbóreas y arbustivas entre las que se encuentran el arce sicomoro (*Acer pseudoplatanus*), el avellano (*Corylus avellana*), el haya (*Fagus sylvatica*), el arraclán (*Frangula alnus*), el fresno real (*Fraxinus excelsior*), el cerezo (*Prunus avium*), el roble albar (*Quercus petraea*), el roble pedunculado (*Quercus robur*), el serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia*), el peral de monte (*Sorbus torminalis*), el tejo (*Taxus baccata*), el olmo montano (*Ulmus glabra*), el abedul (*Betula pubescens*), etc.



El **avellano** (*Corylus avellana*) es un arbusto o árbol de pequeño tamaño y hojas caedizas que florece de diciembre a febrero y fructifica de agosto a septiembre. Su fruto, la avellana, es muy nutritivo por su elevado contenido en grasa, sus hojas y la corteza de tronco y ramas son utilizadas por sus propiedades astringentes, y sus ramas, muy flexibles, se utilizan en cestería. Se cultiva en parques y jardines.



El fruto del **serbal** de los cazadores (*Sorbus aucuparia*), rico en vitamina C, madura desde finales del verano hasta el otoño, permaneciendo en el árbol durante el invierno una vez que caen las hojas, siendo un alimento importante para la fauna silvestre, sobre todo las aves, durante esta estación del año. Se cultiva en parques y jardines.



El último bosque representado en este Arboretum es el **Abedular**, un bosque que podemos encontrar por casi toda Galicia, aunque es más frecuente en las montañas y zonas interiores con clima más continental e inviernos fríos, y menos en las zonas de clima litoral atlántico o con influencia mediterránea. Los abedulares climáticos se sitúan en las montañas más elevadas de Galicia, por encima de los 1000 m de altitud. La especie principal de este bosque es el abedul (*Betula pubescens*), un árbol de hoja caediza que se caracteriza por su crecimiento rápido y la corteza de su tronco y ramas gruesas de color blanco o agrisado, flexible e impermeable, que se desprende fácilmente en tiras.

Las hojas de **abedul** (*Betula pubescens*) son diuréticas y su madera es ligera, fácil de trabajar y muy utilizada para hacer zuecos, madreñas, etc. Su leña es un combustible apreciado. Se cultiva en parques y jardines.

Acompañando al abedul en los abedulares climáticos de alta montaña encontramos otras especies como el arce sicomoro (*Acer pseudoplatanus*), el avellano (*Corylus avellana*), el haya (*Fagus sylvatica*), el manzano silvestre (*Malus sylvestris*), cerezo aliso (*Prunus padus*), el roble pedunculado (*Quercus robur*), el sauce cabruno (*Salix caprea*), el serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia*), el brezo blanco (*Erica arborea*), el acebo (*Ilex aquifolium*), etc.



El **arce sicomoro** (*Acer pseudoplatanus*) es un árbol de hojas opuestas y caedizas y corteza del tronco lisa, muy resistente al frío y al viento y muy utilizado como ornamental por la fresca sombra que proporciona su copa.

Finalmente, en las montañas más elevadas de Galicia, en los niveles suprasilvicos, donde las adversas condiciones climáticas impiden el establecimiento de los árboles, podemos encontrar **Matorrales** de enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *alpina*), piornos (*Genista florida*, *Genista obtusiramea*) y escobas o piornos (*Cytisus oromediterraneus*).

Pero son más abundantes otros matorrales que aparecen en zonas más bajas sustituyendo a los bosques cuando estos desaparecen al ser talados o quemados, o cuando se impide su regeneración por la fauna silvestre lignívora o por el pastoreo abusivo. Entre los matorrales de este tipo abundantes en Galicia podemos citar los brezales, los tojales, los retamares y piornales y los jarales. Estas formaciones vegetales constituyen un importante hábitat para pequeños mamíferos, reptiles y aves.



El **brezo ceniciento** (*Erica cinerea*) es un pequeño arbusto siempre verde que se utilizaba como cama para el ganado. De sus flores se obtiene una miel muy apreciada. Se cultiva como planta ornamental.



El **tojo arnal** (*Ulex europaeus*) es un arbusto pinchudo que contiene una sustancia tóxica llamada citisina, pero sus flores tienen propiedades medicinales y se utilizan en infusión. En el pasado se cultivaba para alimento del ganado equino, como combustible y para su uso como cama para el ganado, que después se convertía en estiércol, principal fuente de materia orgánica y nutrientes para las tierras de cultivo.



La **urce blanca** (*Erica arborea*) se utilizaba antiguamente para hacer escobas. Sus cepas son utilizadas para fabricar pipas de fumar y también son un excelente combustible. De sus flores se obtiene miel de excelente calidad.







- Bosque húmedo.

**Autores:** Antonio Rigueiro, Esther Fernández, Juan Luis Fernández, Roque Rodríguez, Cristina Eimil (Campus Terra de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela).

### El humedal de As Gándaras - O Ceao.

Entre el parque industrial O Ceao y el parque empresarial de As Gándaras se conserva un humedal de 6 ha ligado al nacimiento del río Rato, con su correspondiente bosque húmedo que es necesario recuperar, conservar y poner en valor. En el bosque dominan el aliso (*Alnus glutinosa*) y el sauce común (*Salix atrocinerea*). El Ayuntamiento de Lugo se propone conservar el patrimonio natural de este espacio buscando su aprovechamiento social a través de la figura de Espacio Natural de Interés Local (ENIL) que ha solicitado a la Xunta de Galicia, aunque la respuesta fue, en principio, negativa. Se ha redactado el Plan de Conservación del «Humedal de As Gándaras-O Ceao», que será el instrumento de planificación que regule el régimen de usos y actividades permitidas y las limitaciones que se consideran necesarias para la conservación de este espacio, lo que contribuirá a mejorar y poner en valor su patrimonio natural e incrementará su potencialidad para el desarrollo de actividades de educación ambiental y de uso social.

**El Plan de Conservación será el instrumento de planificación que regule el régimen de usos y actividades permitidas en este espacio.**





Los bosques de ribera y los bosques húmedos en general tienen una gran importancia paisajística y ecológica, ya que regulan la temperatura de las aguas, aportan alimento a la fauna acuática y anfibia, sujetan los márgenes de los cursos de agua impidiendo que se desmoronen con las crecidas o avenidas, los sistemas radiculares forman recovecos que son refugio para la fauna acuática y anfibia, mejoran la textura del paisaje, son corredores ecológicos para la fauna y para la vegetación hidrófila y actúan como filtros

verdes impidiendo que lleguen a los cauces partículas sólidas y disueltas que favorecen la eutrofización de las aguas y la consiguiente reducción de oxígeno que afecta negativamente a la fauna.

Una gran parte de la superficie de este espacio se encuentra permanentemente inundada, alcanzando el nivel del agua una mayor o menor altura según la estación del año, pero sin llegar a secarse en ningún momento. Esta presencia constante de agua crea las







condiciones ambientales necesarias para que se desarrolle en la zona un ecosistema mixto acuático-terrestre, lo que el Convenio RAMSAR define como un Humedal Higrófilo.

Entre los valores naturales presentes en este espacio destacamos la presencia de tres hábitats naturales de interés comunitario del Anexo I de la *Directiva 92/43/UE relativa a la conservación de hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres*, conocida como "Directiva Hábitats":

- **Hábitat Prioritario 91E0\*** Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (Sauceda de *Salix atrocinerea*).
- **Hábitat 9230** Robledales galaico-portugueses de *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*.
- **Hábitat 6510** Prados de siega de baja altitud (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*).

A pesar de que son necesarias actuaciones de mejora de conservación en algunas zonas del humedal, tal y como se indica en el plan de conservación del mismo, es importante señalar que los hábitats identificados presentan valores ecológicos, paisajísticos y educativos de importancia de cara a su aprovechamiento social y ambiental.

En el humedal se identificaron 140 especies de flora vascular, 27 de aves, 8 de anfibios, 5 de reptiles, 22 de mamíferos y 65 de macromicobiota, 28 de estas especies están protegidas.





Bosque húmedo









# Huertos urbanos innovadores y agricultura ecológica.



**Autores:** Priscilla Caballero-Castro, María Teresa Gómez-Villarino, Luis Ruiz-García  
(ItDUPM. Universidad Politécnica de Madrid).





## Introducción.

**LIFE Lugo + Biodinámico** incluye el desarrollo de actividades relacionadas con huertos urbanos y agricultura ecológica. Éstas se enmarcan dentro de la acción denominada "Agricultura urbana de suelo y altura". Dentro de esta acción se crearán 1,2 hectáreas de espacios ajardinados, diseñados con armonía y belleza como ejemplo de biodiversidad, donde adquieren especial protagonismo huertos ecológicos comunitarios articulados en favor de un objetivo fundamental: propiciar la dinamización social y aprovechar su capacidad terapéutica y didáctica.

Para ello, un equipo de la Universidad Politécnica de Madrid, encabezado por el profesor Luis Ruiz García, desarrolló un proyecto completo para la adecuación de tres parcelas. Para la realización de dicho proyecto también se contó con la colaboración del Concello de Lugo, impulsor del proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**, así como el Campus Terra de la Universidad de Santiago de Compostela. Y para el proyecto de ejecución de la edificación auxiliar en madera se ha contado con la colaboración del estudio de arquitectura Ezcurra y Ouzande.

Para la agricultura urbana de suelo se proponen varias zonas de huertos ajardinados y para la agricultura en altura se proponen cultivos verticales en diferentes formatos.

A fecha de cierre de esta publicación, el proyecto está pendiente de ser ejecutado.

## Objetivo del proyecto.

El objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de los residentes a través de la creación de un espacio de convivencia y de producción de alimentos, que a su vez supondrá efectos positivos a nivel ecológico, una mejora en la estructura espacial urbana y la concienciación de las futuras generaciones en las prácticas ecológicas.

El proyecto de los huertos urbanos de **LIFE Lugo + Biodinámico** se desarrolla en tres parcelas heterogéneas próximas al centro comercial As Termas, específicamente entre las calles Av. Infanta Elena, Rúa Veiga Grande y Av. Paulo Fabio Máximo.

**PARCELA 1**

Ubicación: Próxima a futuro Edificio  
"Impulso Verde"

Coordenadas (x,y) UTM ETRS89 Zona 29  
(128136, 4774969)

Área: 5.398,31 m<sup>2</sup>

**PARCELA 2**

Ubicación: Entre supermercado LIDL y  
rotonda de Av. Infanta Elena

Coordenadas (x,y) UTM ETRS89 Zona 29  
(127987, 4774971)

Área: 1.940,57 m<sup>2</sup>

**PARCELA 3**

Ubicación: A un costado de la Escuela  
Infantil Galiña Azul

Coordenadas (x,y) UTM ETRS89 Zona 29  
(1279936, 9779765)

Área: 5.271,26 m<sup>2</sup>

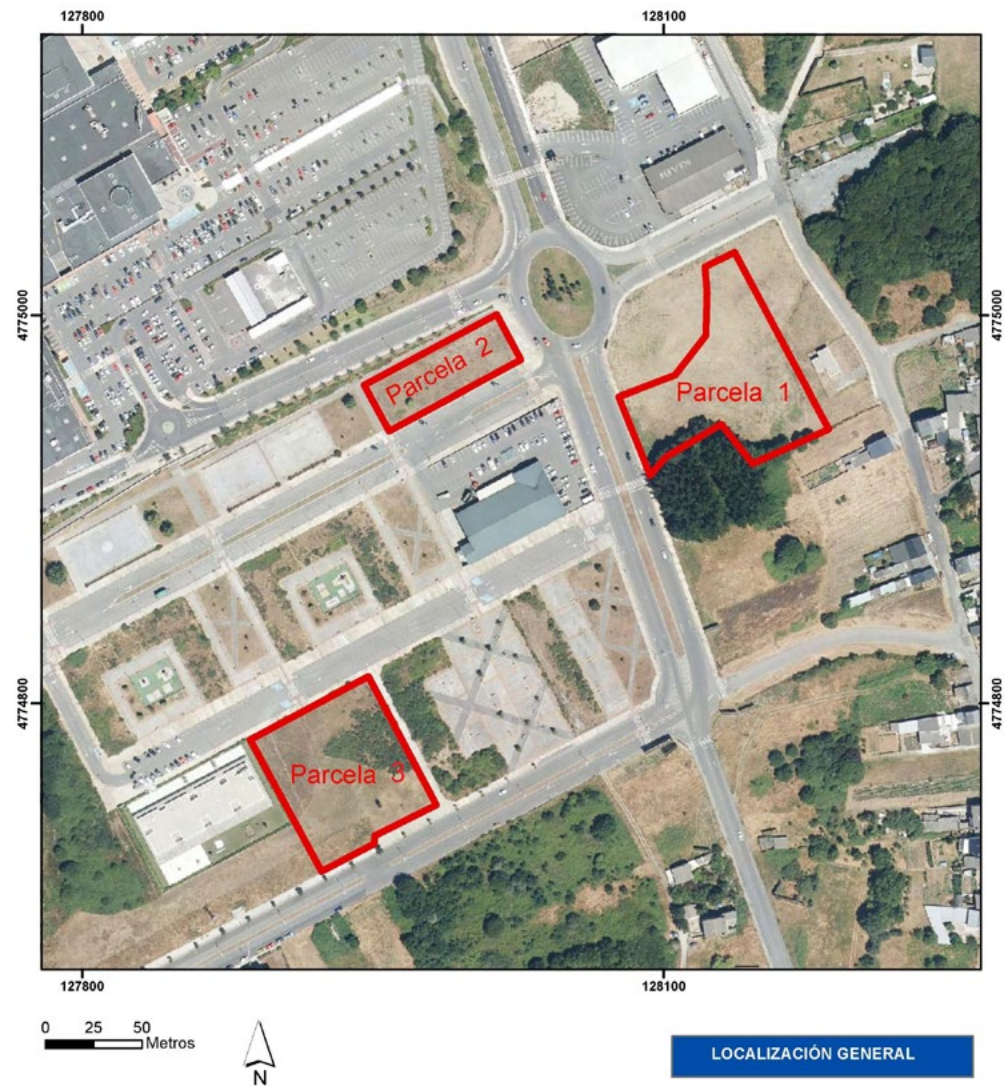


Tabla 1. Localización, superficie e imagen de las tres parcelas asignadas al proyecto de huertos urbano.





Estado de la parcela 1 previo proyecto.



Estado de la parcela 2 previo proyecto.



Estado de la parcela 3 previo proyecto.

## Descripción de la propuesta de diseño.

### ■ Descripción del diseño

El proyecto crea un espacio de cultivo con un valor agregado: que sea estéticamente placentero y apto para el uso de diversos perfiles. Así, se diseña un espacio de armonía y belleza que cuenta con áreas de cultivo que permitan la conexión con la naturaleza y, fomentar el respeto y el cuidado por el medio ambiente, áreas ajardinadas que fomentan la biodiversidad y estimulan los sentidos y áreas estanciales donde sea agradable socializar e incluso pasar largas jornadas.

Se propone la construcción de un edificio de servicio en la parcela 3 para que complementen y hagan más cómoda la realización de las tareas hortícolas. El objetivo principal es permitir albergar almacenes para herramientas y aseos. Además, las fachadas pueden ser aprovechadas para las prácticas de agricultura en altura. Esta edificación se complementará con el edificio Impulso Verde que permite la realización de jornadas de formación. En este libro no se detalla la edificación a nivel de proyecto, pero se toma en consideración para la distribución de usos en las parcelas.

Todas las parcelas que integran el proyecto cuentan con una serie de elementos comunes:

- **Zonas de huertos:** con el objeto de hacer un proyecto inclusivo, atractivo para cualquier edad, desde niños hasta mayores, se han analizado posibles usuarios considerando la proximidad al proyecto. En base a ello, se han generado temáticas y usos propios en que, aunque abiertas a todo tipo de público, contarán con elementos singulares que la hagan más atractiva al usuario objeto.

### ● Tabla 2. Tipología de huertos y usuario objetivo:

| TIPO HUERTO    | USUARIO OBJETIVO  |
|----------------|---|
| H. Ciudadano   | Cualquier persona mayor de edad residente de Lugo   |
| H. Mayores     | Centros de residencias para mayores   |
| H. Terapéutico | Centros de Rehabilitación de Lugo como el Centro de Daño Cerebral de la Cruz Roja         |
| H. Familiar    | Familias residentes de Lugo   |
| H. Escolar     | Escuelas y colegios de Lugo como el Colegio Público de Albeiros o la Escola A Galiña Azul |
| H. Didáctico   | Usuarios de los huertos y/o para talleres educativo                                       |

- **Zonas ajardinadas:** se ha hecho una selección de especies de aromáticas, arbustivas, tapizantes y herbáceas, basada en sus diversas características de interés paisajístico (forma, textura, color, fragancia, atraen polinizadores, etc.) y en su capacidad de adaptación al entorno físico. Para aprovechar al máximo los recursos del sitio, como la tierra que resultó tener niveles adecuados de materia orgánica para el desarrollo de plantas, se ha optado por hacer los jardines a ras de suelo, evitando así introducir nuevos materiales a la zona para este apartado.
- **Zonas estanciales:** espacios próximos a los cultivos, proyectados bajo la sombra de los árboles y dotados de mobiliario como bancos, mesas de pícnic, etc. para facilitar el descanso y la convivencia de los usuarios.

- **Zonas intersticiales:** espacios libres entre las áreas que componen la propuesta, que servirán para la circulación de los usuarios y para las actividades asociadas al cultivo.

Además, cada parcela cuenta con sus propios elementos singulares, que se detallan en los epígrafes siguientes.

### Parcela de huertos 1

Se trata de la parcela con mayor visibilidad (colinda con la avenida Infanta Elena y con el Edificio Impulso Verde) y de mayor tamaño. En ella se han proyectado:

- **Tipología de huertos:**
  - **Huerto Ciudadano:** el objeto del huerto ciudadano es compartir trabajo, aprendizaje y experiencias con gente de la comunidad mayor de edad y residentes en Lugo. Por ello los bancales, a ras de suelo, se proyectan grandes y se acompañan de espalderas que permiten diversificar el cultivo.
  - **Huerto Terapéutico:** el objeto del huerto terapéutico es contribuir a la mejora de la salud mental y física. Por ello su público objetivo será por ejemplo pacientes del Centro de Daño Cerebral de la Cruz Roja de Lugo. Dada la tipología de usuarios se han proyectado bancales elevados, que facilitaran la realización de las tareas hortícolas.
  - **Huerto para Mayores:** el objeto de este tipo de huerto es funcionar como terapia para tratar determinadas dolencias y enfermedades mentales en personas de la tercera edad. Al igual que en el caso anterior dada la tipología de usuarios, personas de edad avanzada, se

han diseñado bancales elevados, que facilitarán la realización de las tareas hortícolas desde una postura más cómoda.

- **Elementos singulares:**

- **Hotel de insectos:** el principal beneficio es que aumentarán la biodiversidad. La fauna es importante para mantener el equilibrio en los cultivos, pues muchas veces los insectos mantienen las plagas al margen. Estos hoteles además de ser refugio ayudan también para su reproducción.
- **Jardines de lluvia naturales:** aprovechan la escorrentía para dar lugar a espacios delimitados para el crecimiento de plantas tolerantes al encharcamiento. Su ubicación parte de la zona de vaguada existente.
- **Jardines de lluvia artificiales:** espacios preparados para aprovechar el agua de lluvia de las cubiertas del edificio, para el desarrollo de especies tolerantes al encharcamiento.





Huertos urbanos y edificio de servicio en parcela 3. Imagen: Ezcurra y Ouzande.



## Parcela de huertos 2

Parcela con alta visibilidad (colinda con la Av. Infanta Elena y con el supermercado Lidl). En ella se han proyectado:

- **Tipología de huertos:**

- **Huerto Ciudadano:** el objeto del huerto ciudadano es compartir trabajo, aprendizaje y experiencias con gente de la comunidad mayor de edad y residentes en Lugo. Por ello los bancales, a ras de suelo, se proyectan grandes y se acompañan de espalderas que permiten diversificar el cultivo.

- **Elementos singulares:**

- **Cultivos verticales de fresas:** diseño vertical que potencia la visibilidad del cultivo.

## Parcela de huertos 3

Por su ubicación junto a la Escuela Infantil A Galiña Azul se ha destinado a ella, niños como usuarios principales. Se tienen consideraciones especiales como, número reducido de accesos (dos) y, mobiliario y juegos específicamente para niños. Se ha dejado una zona libre, para elementos efímeros o para eventos que requieran montar toldos, hacer juegos o dinámicas, etc. Se proyecta, además, un jardín de lluvia preparado en la parte posterior del edificio.

Esta parcela contará con:

- **Tipología de huertos:**

- **Huerto Escolar:** el objeto del huerto ciudadano es compartir trabajo, aprendizaje y experiencias con gente de la comunidad mayor de edad y residentes en Lugo. Por ello los bancales, a ras de suelo, se proyectan grandes y se acompañan de espalderas que permiten diversificar el cultivo.
- **Huerto Familiar:** destinado al uso por familias con niños. Se prevé que su uso mayoritariamente sea los fines de semana, por lo que no supondrá solapes de horario con el uso de los huertos escolares.
- **Huerto Didáctico:** el huerto didáctico tiene como objeto educar a los usuarios de las parcelas sobre el establecimiento o mantenimiento del huerto, o para la realización de talleres afines.

- **Elementos singulares:**

- **Zona estancial para niños:** área de pícnic limitada por montículos y jardineras, de manera que sea fácil mantener a los niños vigilados.
- **Pérgola de calabazas:** estructura metálica en acceso principal con cultivos de calabaza pequeña.
- **Jardines verticales:** se propone vegetar la fachada principal del edificio a fin de crear ecosistemas verticales con una selección variada de especies.
- **Fachada vegetal:** se propone vegetar con planta trepadora, la fachada lateral del edificio.
- **Jardines de lluvia artificiales:** espacios preparados para aprovechar el agua de lluvia de las cubiertas del edificio, para el desarrollo de especies tolerantes al encharcamiento.



Detalle de macizo de arbustivas y viales. Imagen: Ezcurra y Ouzande.

## ■ Elementos del diseño

Uno de los principales condicionantes del diseño ha sido ser lo menos invasivos con el entorno y, mejorar la calidad de vida de sus usuarios a través de la integración y convivencia.

El diseño de los huertos incluye elementos en común como (materiales, vegetación, etc.) y objetos singulares que harán fácil su identificación y apropiación por parte de sus usuarios. La variedad en la forma de presentación de los cultivos será clave para la parte educativa del proyecto.

## Pavimentos y caminos

Bajo este epígrafe se han considerado:

- Caminos propiamente dichos, de zahorra artificial color albero y delimitados por pletinas metálicas, que distribuyen la circulación entre espacios trazando ejes desde los principales accesos hasta la parte central de las parcelas, enlazando los diferentes elementos que componen la propuesta.
- Zonas intersticiales, superficies libres con acabado de tierra compactada, que quedan entre caminos, zonas ajardinadas, zonas estanciales y de cultivo.

La selección de los materiales se ha basado en sus características de permeabilidad y bajo impacto ecológico, económicos y de necesidades mantenimiento.

## Bancales de cultivo

Se proponen dos tipos de bancales, unos a ras de suelo y otros elevados, formados por traviesas de madera de 20 x 15 cm.

- La agricultura en suelo se desarrollará en bancales que variarán sus dimensiones según el espacio disponible, separados entre sí 1,95 metros, de manera que faciliten el paso de los usuarios y de cualquier equipo o herramienta de cultivo. Los bancales están organizados en líneas rectas para facilitar las labores de replanteo, riego y plantación. Por razones de funcionalidad los bancales de los huertos ciudadanos deben tener una superficie aproximada a 30 m<sup>2</sup>, de manera que se permitirá el trabajo simultáneo entre varias personas.
- Los bancales elevados se han destinado principalmente a la parcela 1, coincidiendo con los huertos terapéuticos y de mayores, buscando una postura de trabajo más cómoda para las labores de cultivo. También hay bancales elevados en la parcela 3, para solventar la presencia de escombros en la zona en que fueron detectados. Para no cultivar directamente entre los escombros, se construirán bancales elevados rellenos de tierra vegetal, de esta forma, el sistema radicular de los cultivos hortícolas, se podrá desarrollar adecuadamente. Los criterios de diseño seguidos son:
  - Altura de 45 cm, que corresponde a la de un asiento común, lo que permite sentarse en los bordes mientras se cultiva. Esta altura no aplica para los bancales elevados de la parcela 3, diseñados para corregir las características del suelo, y que sólo se elevarán 30 cm.
  - Ancho interno no superior a 1,20 m, de manera que se asegure el alcance al centro del bancal.
  - Largo no superior a los 5,20 m, de tal manera que se evite que quieran cortar camino atravesándolos, lo que sería común en tramos más largos.

## Agricultura en altura

Se han propuesto dos formas de cultivar en altura:

- **Cultivos en espalderas:** ubicados en todas las parcelas paralelamente a los bancales de cultivo, dejando una separación suficiente entre bancal y espaldera, para el paso de los usuarios y de las herramientas de cultivo. Consisten en elementos compuestos de postes de madera en extremos y tensores de cable de acero galvanizado en la parte central, que en conjunto sirven como estructura de soporte para el cultivo. La altura será de 1,5 metros, el largo variará según el tamaño del bancal que acompañan. Las espalderas ayudarán a dar uniformidad y orden a los cultivos, funcionando como pantalla vegetal.
- **Cultivos en vertical:** se basa en una estructura metálica columnar de 2m de alto, que servirá de apoyo para sujetar las macetas que contendrán las plantas, inicialmente fresas. Cada conjunto columnar estará compuesto de 84 macetas y contará con: sistema de fertirrigación por goteo, electroválvula, regulador de presión, mecanismo de dosificación de nutrientes, programador y dispositivo de recirculación de agua.

## Ajardinamiento

Se han propuesto espacios ajardinados en torno a los caminos y entre ellos, con el fin de hacer un recorrido atractivo para los usuarios. De formas orgánicas, rompen con la simetría de la distribución de los bancales de cultivo, y dan lugar a un equilibrio y armonía en el conjunto.

El ajardinamiento se ha hecho a través de tres componentes:

- Macizos y tapizantes, delimitadas por bordillos metálicos de acero corten. Los macizos, de vivaces y arbustos, busca pluralidad de color, textura y aromas e incluyen plantas de uso medicinal o atrayentes de polinizadores. Las tapizantes, de bajo mantenimiento y perennes, darán color durante el invierno.
- Arbolado, se proponen especies arbóreas frutales como delimitadores de espacio y generadores de sombra, creando áreas estanciales al aire libre. Las especies seleccionadas tienen como características: fruto comestible, follaje otoñal, corteza vistosa, contribuyen a la biodiversidad, se adaptan a las condiciones climáticas de la zona.
- Trepadoras, seleccionadas para cubrir las pérgolas, tanto por el resguardo como por su floración vistosa, se ha seleccionado la *Wisteria sinensis*.

## Jardines de lluvia

La vaguada cartografiada en la parcela 1 ha servido de referente al diseño de jardines de lluvia. Se han clasificado en dos grupos.

- Jardines de lluvia naturales, que se ubica en la vaguada de la parcela 1 donde preexiste, ampliándolo.
- Jardines de lluvia preparados, que pretenden aprovechar el agua de lluvia de las cubiertas de los edificios.

Se han asignado plantas muy adaptables, tolerantes al encharcamiento como lo son las *Typhas* y el *Sparganium erectum*.





*Typha glauca*. Imagen: Wikimedia.



*Spargarium erectum*. Imagen: Wikimedia.

### Mobiliario y señalización

El mobiliario se ha seleccionado pensando en su funcionalidad y durabilidad.

- Bancos, creando con ellos estancias informales bajo los árboles, a los bordes de los caminos y cerca de las áreas de cultivo. Se han dispuesto dos tipos de bancos de hormigón: bancos cubos de uso individual y bancos con respaldo con capacidad para 3 personas.
- Mesas de madera tipo pícnic en todas las parcelas. En la parcela 3, que alberga los huertos escolares y familiares, se incluyen mesas pícnic en formato pequeño para niños.
- Juegos de columpios, de dos plazas con asientos estándar y otro juego con asientos mini para los más pequeños, ubicados también en la parcela 3.
- Vallado bajo de madera en todo el perímetro de las parcelas y puertas, que permite delimitar el espacio, sin impedir la visibilidad hacia el interior de la misma, de manera que quienes transiten alrededor puedan sentirse invitados a entrar.
- Aparca bicicletas en cada parcela. La cantidad se ha estimado en función de los usuarios proyectados por cada zona. Los aparca bicicletas se han propuesto para brindar facilidad a los ciclistas y fomentar el uso del carril-bici. Cuanto menos se dependa del uso de automóvil para llegar al proyecto, mejor para el medio ambiente.
- Hotel de insectos en la parcela 1, de madera de 70 x 120 x 45 cm.
- Papeleras de 45 litros de capacidad y hechas a base de lamas de madera tratada.
- Fuente de agua de fundición con pileta y grifo.
- Cartelería: se colocan letreros indicando el tipo de huerto, para que los usuarios se ubiquen con mayor facilidad o, para dar información educativa.

**Las especies se han seleccionado teniendo en cuenta un bajo mantenimiento y su adaptación al clima de Lugo.**





Vista aérea de la zona de huertos. Imagen: Ezcurra y Ouzande.

## ■ Selección de especies vegetales

La selección de especies se ha hecho de manera conjunta con la Universidad de Santiago de Compostela. Los criterios que se han tomado en consideración son:

- Tolerancia a las condiciones de suelo existente.
- Adaptación al clima existente.
- Interés paisajístico: textura, perfume, follaje, corteza, floración, fruto, etc.
- Atracción de polinizadores.
- Bajo mantenimiento.

A fin de fomentar la biodiversidad se ha seleccionado una variedad de arbustos, aromáticas, vivaces y gramíneas, que se distribuyen en composiciones de macizos. Además, se han seleccionado tapizantes, para dar un efecto similar al del césped, pero con un nivel de mantenimiento más bajo.

Para los jardines de lluvia se han especificado juncáceas, que son plantas muy adaptables, que crecen casi en cualquier tipo de sustrato, su germinación se produce en zonas enlodadas húmedas.

En las zonas de cultivo, se han dispuesto árboles frutales entre los bancales y en su perímetro. Producir frutos requiere de mucha energía, por lo cual se han ubicado a pleno sol, a fin de que su producción sea máxima. Se les deberá podar anualmente, de manera que las ramas queden más expuestas al sol y al aire, y se les retirará el exceso de frutos, a fin de lograr una buena cosecha anual.

Se han elegido especies capaces de soportar temperaturas mínimas de -1 y -12°C, correspondiente a la zona de rusticidad 8 y 9 de Lugo, algunas inclusive capaces de soportar temperaturas más extremas.

|                                  | NÚM. | ESPECIE                                  |
|----------------------------------|------|--|
| Árboles                          | 1    | <i>Betula pendula</i> 'Tristis'          |
|                                  | 2    | <i>Castanea sativa</i>                   |
|                                  | 3    | <i>Ginkgo Biloba</i>                     |
|                                  | 4    | <i>Liquidambar styraciflua</i>           |
|                                  | 5    | <i>Malus domestica</i>                   |
|                                  | 6    | <i>Prunus x domestica</i>                |
| Aromáticas                       | 7    | <i>Arthemisia absinthium</i>             |
|                                  | 8    | <i>Coreopsis verticillata</i> 'Moonbeam' |
|                                  | 9    | <i>Equinacea purpurea</i>                |
|                                  | 10   | <i>Hebe odora</i> 'New Zealand Gold'     |
|                                  | 11   | <i>Lavandula angustifolia</i>            |
|                                  | 12   | <i>Lavandula stoechas</i>                |
|                                  | 13   | <i>Salvia guaranitica</i>                |
|                                  | 14   | <i>Salvia officinalis</i>                |
|                                  | 15   | <i>Valeriana officinalis</i>             |
|                                  | 16   | <i>Verbena bonariensis</i>               |
| Tapizantes                       | 17   | <i>Dichondra repens</i>                  |
|                                  | 18   | <i>Ophiopogon japonicus</i>              |
| Trepadoras                       | 19   | <i>Cucurbita</i>                         |
|                                  | 20   | <i>Parthenocissus tricuspidata</i>       |
|                                  | 21   | <i>Wisteria sinensis</i>                 |
| Gramíneas, juncáceas y typhaceas | 22   | <i>Carex oshimensis</i> 'Evergold'       |
|                                  | 23   | <i>Equisetum hyemale</i>                 |
|                                  | 24   | <i>Festuca glauca</i> 'Elijah Blue'      |
|                                  | 25   | <i>Pennisetum alopecuroides</i> 'Hameln' |
|                                  | 26   | <i>Sparganium erectum</i>                |
|                                  | 27   | <i>Stipa tenuissima</i>                  |
|                                  | 28   | <i>Typha angustifolia</i>                |
|                                  | 29   | <i>Typha latifolia</i>                   |

Tabla 3. Listado de especies seleccionadas para el ajardinamiento del proyecto.



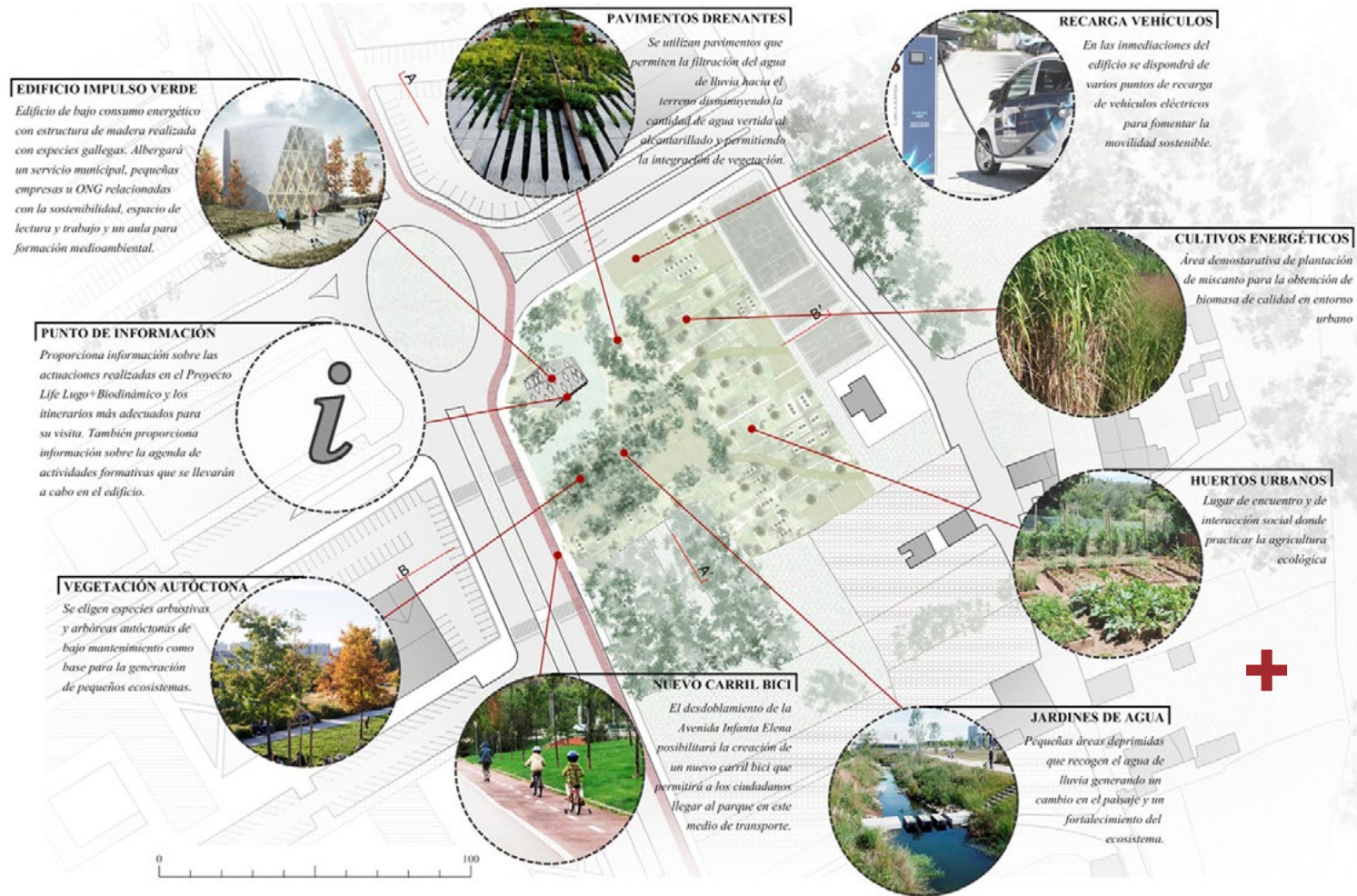


## Edificio Impulso Verde: hacia un nuevo modelo urbano y constructivo.



**Autores:** Antonio J Lara-Bocanegra (Universidad Politécnica de Madrid y PEMADE -Universidad de Santiago de Compostela-), Almudena Majano-Majano (Universidad Politécnica de Madrid), Manuel Guaita (PEMADE -Universidad de Santiago de Compostela-).





Urbanización. Concepto.

## **Edificio Impulso Verde. Demostrador del nuevo modelo urbano.**

La construcción del edificio Impulso Verde y su urbanización tienen como objetivo poner en práctica los principios de diseño propuestos en el Barrio Multiecológico y mostrar el potencial de las posibilidades constructivas de la madera local como producto estructural natural, renovable y altamente tecnificado.

Desde un punto de vista volumétrico, el edificio se concibe como una gran piedra sobre un jardín, un volumen facetado que se convertirá en un nuevo punto de referencia del paisaje urbano de Lugo y del nuevo modelo urbano propuesto.

Impulso Verde se ubica en una parcela municipal de más de 8.000 m<sup>2</sup>, situada en una posición central del ámbito de actuación junto a la Avda. Infanta Elena, uno de los ejes con mayor afluencia de la ciudad. En la parcela se propone un nuevo parque destinado al encuentro social y la educación ambiental, en el que el edificio funcionará como equipamiento municipal, catalizador de actividades relacionadas con el medioambiente y el cambio climático. El parque se trata como un pequeño jardín botánico, en el que se utilizarán especies arbóreas y arbustivas autóctonas y se dispondrán pequeñas zonas inundables como apoyo al fortalecimiento de la biodiversidad. Así mismo, habrá una zona dedicada a cultivos energéticos como muestra de la producción de biomasa utilizada en el edificio. El resto de la parcela estará destinada a huertos urbanos que servirán de espacio de cohesión social. El uso de extensas áreas verdes junto con pavimentos drenantes evitará el efecto de isla de calor.

El edificio se localiza en el ángulo noroeste de la parcela. Esta posición perimetral permite dejar el máximo espacio libre al parque, al tiempo que proporciona buena accesibilidad al edificio y ofrece las mejores vistas desde sus plantas superiores.









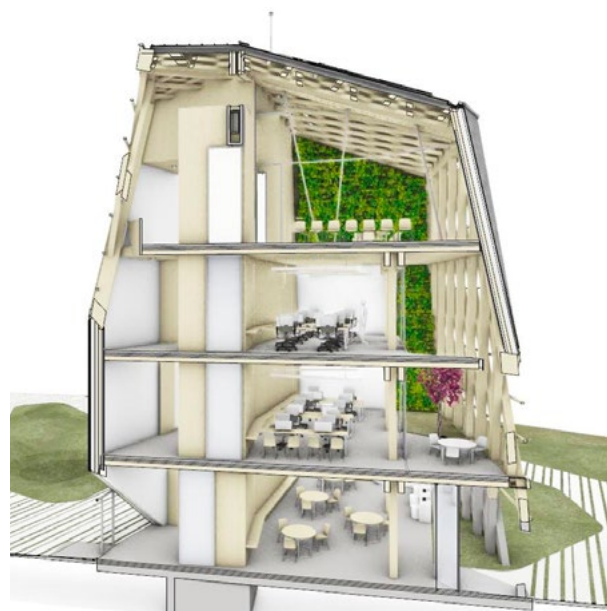
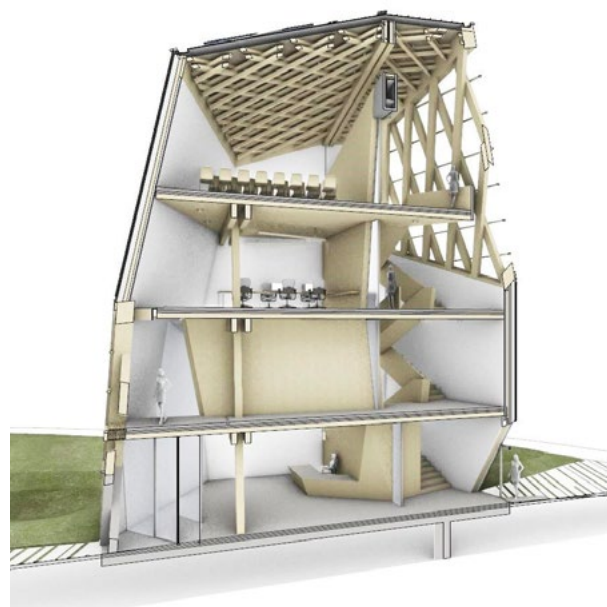
## Un nuevo espacio para la ciudad. Eco-programa.

Impulso Verde se convertirá en un nuevo espacio en la ciudad para actividades relacionadas con el medio ambiente y la lucha contra el cambio climático.

Tiene 18m de altura y 682m<sup>2</sup> de superficie construida distribuida en cuatro niveles con el siguiente programa:

- Planta baja: espacio multiusos para talleres formativos relacionados con el parque, y exposición permanente sobre el jardín educativo y el proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**.
- Planta primera: servicios municipales y galería con jardín vertical.
- Planta segunda: espacio coworking para empresas jóvenes relacionadas con el medioambiente.
- Planta tercera: Aula de formación medioambiental (también puede funcionar como sala de reuniones) y *office-mirador*.

El diseño de Impulso Verde trata de poner en valor la madera local a través de la expresión arquitectónica de la estructura del edificio. Desde el punto de vista espacial, la propuesta tiene como objetivo conectar al usuario con la naturaleza mediante el empleo de la madera como material predominante, y la inserción de una serie de espacios intermedios ajardinados destinados al descanso y la distensión, los cuales constituirán una prolongación del parque exterior en las zonas de actividad.



Sección transversal por accesos.



Vista exterior sur de Impulso Verde tras finalizar el montaje de la estructura.

## Espacios de regulación térmica. Jardines interiores.

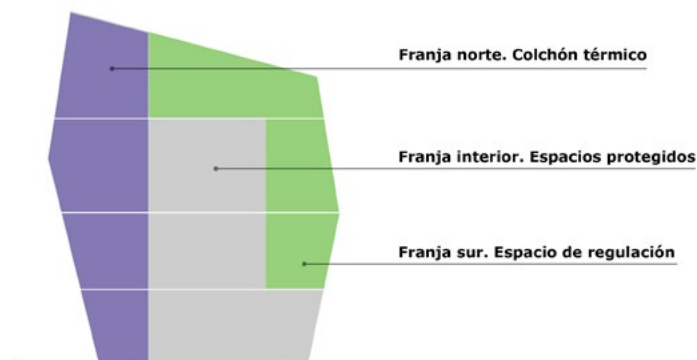
Desde el punto de vista del diseño energético, el programa se ha organizado en sección en tres franjas verticales con el objetivo de reducir los consumos de climatización de los espacios de actividad:

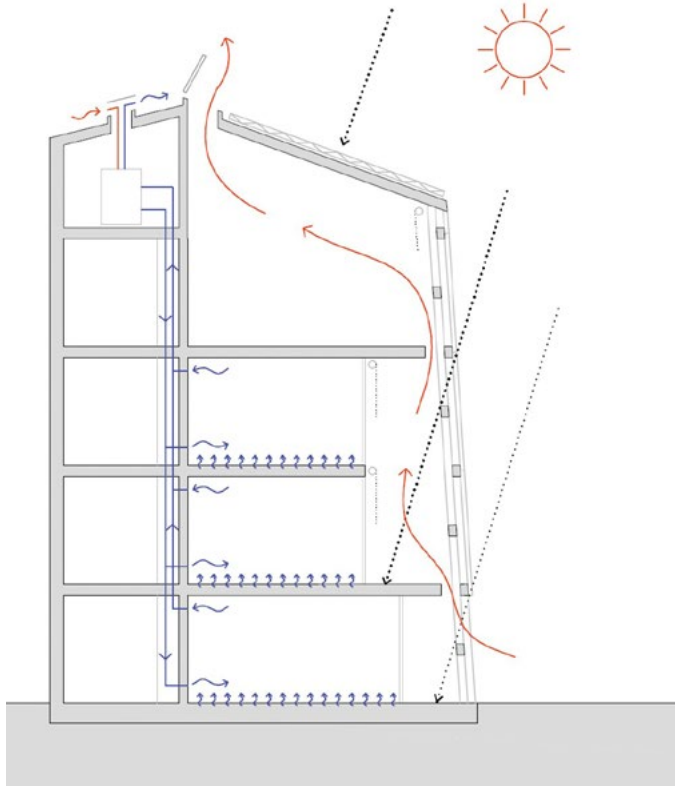
- Franja norte. Actúa como colchón térmico. Resguarda los espacios de actividad de los vientos predominantes del norte. Esta franja está formada por los espacios de servicio, instalaciones y comunicación.
- Franja central. Espacios protegidos. Formada por los espacios de actividad (exposición, oficinas, aula...).
- Franja sur. Espacios intermedios que funcionan como elementos de regulación térmica (galería y office-mirador). En invierno permanecen cerrados actuando como acumuladores de calor, mientras que en verano se abren permitiendo la ventilación por efecto chimenea. Un sistema de rejillas y un gran lucernario practicable en cubierta con accionamiento automático permiten la regulación de estos espacios a las condiciones exteriores e interiores.

Estos espacios, destinados al descanso y la distensión, dispondrán de jardines verticales funcionando como prolongación interior del parque exterior.



Vistas del office-mirador.



**Estrategia de acondicionamiento en verano (día).****Espacios de regulación térmica abiertos**

Extracción del aire caliente por efecto chimenea.

**Edificio cerrado**

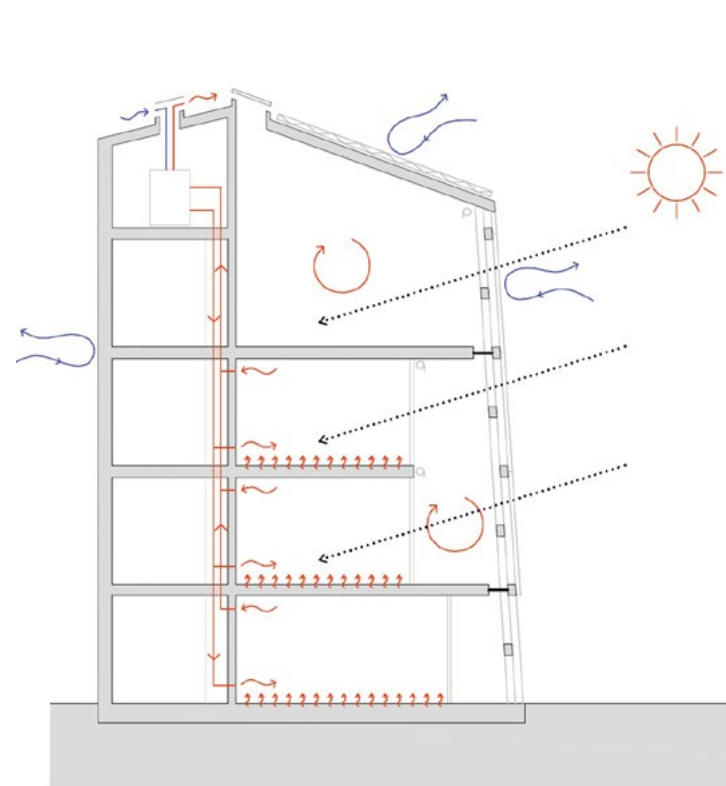
Ventilación mecánica con impulsión de aire con recuperación de calor.

**Protecciones solares**

Aleros y estores motorizados.  
Evitan efecto invernadero en espacios de trabajo.

**Suelo refrigerante**

En días muy cálidos, apoyo de refrigeración por suelo refrigerante.

**Estrategia de acondicionamiento en invierno (día).****Espacios de regulación térmica cerrados**

Colchón térmico y efecto invernadero.

**Edificio cerrado**

Ventilación mecánica con recuperación de calor.

**Protecciones solares**

Aleros y estores motorizados.  
Permiten calentamiento por radiación directa y efecto invernadero de espacios de trabajo y de distensión.

**Suelo radiante**

En épocas muy frías, apoyo de calefacción por suelo radiante.  
Generación por caldera de biomasa local.



## **Alta eficiencia energética. Confort y bienestar.**

La estrategia energética de Impulso Verde complementa la distribución programática en franjas con el aprovechamiento de la luz natural, principios de construcción pasiva y equipos de alta eficiencia. El uso de biomasa para calefacción y ACS y la producción fotovoltaica mediante paneles de alta eficiencia (tecnología half-cell) permitirá alcanzar un balance anual de emisiones de CO<sub>2</sub> casi nulo.

El edificio se ha diseñado de modo que todos los espacios de actividad y circulación dispongan de una adecuada iluminación natural. Ésta se realiza a través de dos celosías estructurales que se acristalan mediante una solución de muro cortina.

En las plantas de oficinas (P1 y P2), la celosía es la piel exterior de una galería a doble altura, a través de la cual se iluminan los espacios de trabajo. Su orientación al sur maximiza la captación solar en invierno mientras que la profundidad de dichos espacios (4,5-5m) garantiza una iluminación natural óptima.

Los aleros protegen los espacios de trabajo de la radiación directa en los momentos de mayor incidencia evitando el efecto invernadero. Un sistema de estores motorizados de alta reflexibilidad colocados por el exterior de las carpinterías de las oficinas, permitirán filtrar la luz y evitar sobrecalentamientos y/o deslumbramientos en los momentos en que los aleros pierdan eficacia.

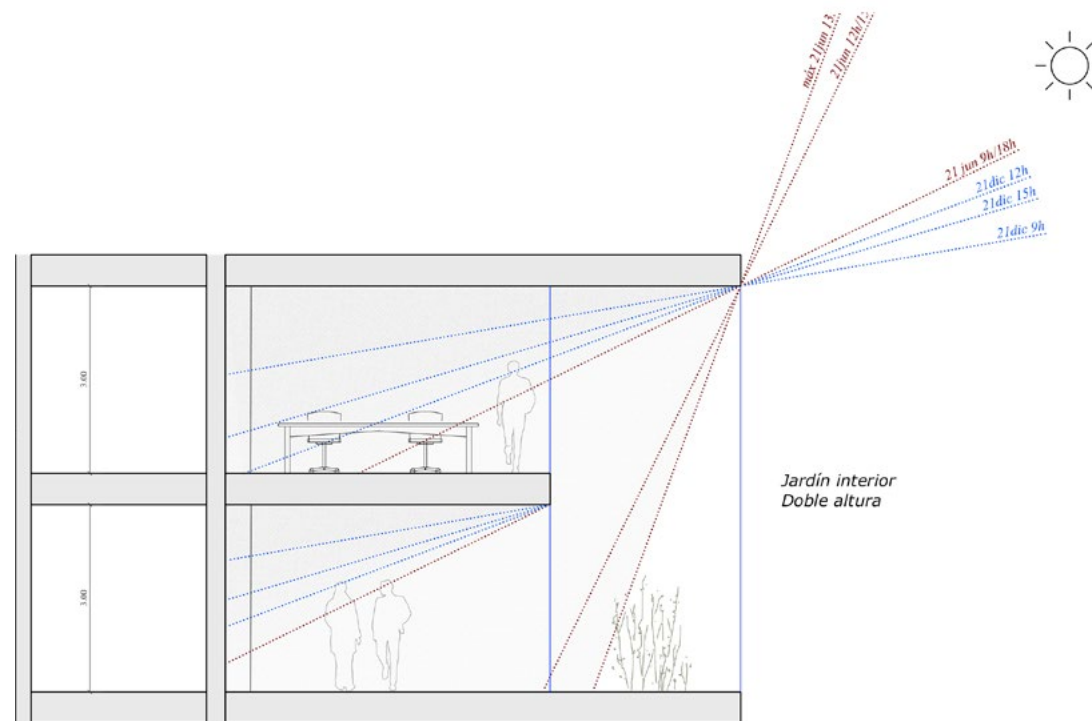


Vistas de la galería durante la construcción.

El edificio cuenta con un sistema de control de iluminación natural (*daylighting*) para la reducción del consumo. Además, en los espacios de oficinas se ha incorporado un sistema DALI con pulsadores manuales inalámbricos con regulación de intensidad. El sistema de ventilación se ha diseñado siguiendo los principios de la construcción pasiva empleando ventilación a baja velocidad mediante recuperador de calor de alta eficiencia y batería de frío-calor, disponiendo de sensores para la medición de la calidad del aire ( $\text{CO}_2$  y COVs) y adaptación de caudales. Para la climatización de los espacios de actividad, en los días en los que sea necesario, se ha dispuesto de un suelo radiante-refrescante ali-

mentado por una caldera de biomasa y una bomba de calor con COV anual  $> 2,5\%$  debido a baja  $t^a$  de impulsión empleada en el suelo refrigerante.

Una batería de sensores para registrar las condiciones ambientales exteriores e interiores de los diferentes espacios junto con un sistema central de gestión y control integral de todos los equipos (climatización, ventilación, iluminación, producción fotovoltaica, elementos de control solar y carpinterías motorizadas) permitirá ajustar el funcionamiento de los diferentes equipos y minimizar los consumos.



Concepto de espacio de trabajo: Iluminación natural + Confort usuario + Vistas a jardín interior.



Imagen del espacio de la oficina y de la galería durante la construcción.

**El proyecto apuesta por aportar valor añadido al sector de la transformación de la madera, clave en la economía de Galicia.**



Fotomontaje de la oficina del servicio municipal y espacio de regulación térmica (galería).





Vista exterior sur de Impulso Verde tras finalizar el montaje de la estructura.



## Madera de proximidad. Productos tecnológicos para uso estructural.

Por su importancia estratégica, el proyecto apuesta por el desarrollo y aportación de valor añadido a un sector clave en el ámbito de la comunidad gallega: el sector de la transformación de la madera. Bajo este objetivo se realiza una apuesta decidida por el uso de madera local a través de su aplicación en productos tecnológicos para uso estructural.

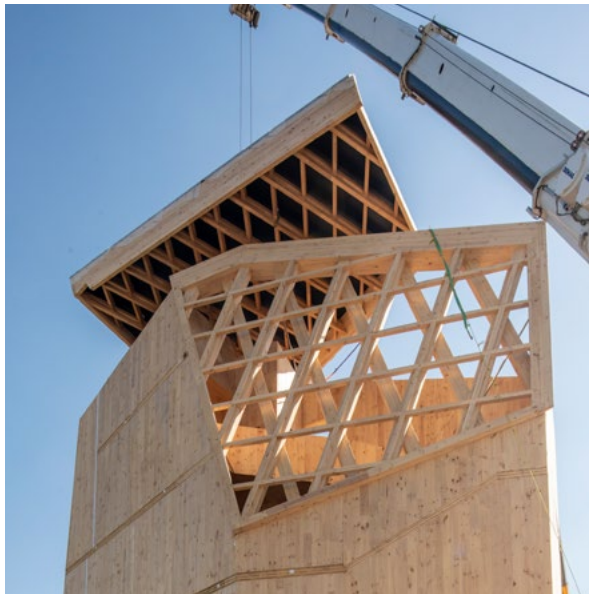
En la construcción del edificio, toda la madera utilizada proviene de la provincia de Lugo. En particular, se han empleado dos de las especies más abundantes en Galicia:

- *Pinus radiata*. Se destina a la fabricación de paneles de madera contralaminada (CLT) que estructuran los forjados y muros del edificio, y en los elementos lineales de madera laminada que conforman el pórtico central y las celosías de fachada.
- *Eucalyptus globulus*. Es una de las tres especies de mayores prestaciones mecánicas con crecimiento en Europa (aproximadamente el doble de resistencia que *Pinus radiata*), pero su uso habitual es la pasta de papel. La Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad Politécnica de Madrid llevan varios años investigando y desarrollando aplicaciones estructurales novedosas con esta especie con el objetivo de dotarla de mayor valor añadido. Para la cubierta del edificio, se ha desarrollado un innovador sistema de celosía estructural de eucalipto laminado.

La madera del edificio supone un secuestro aproximado de 280 t de CO<sub>2</sub>. Teniendo en cuenta este secuestro, junto con las emisiones evitadas al sustituir otros materiales estructurales como el hormigón y el acero, la construcción de Impulso Verde representa un ahorro de 700 t de CO<sub>2</sub> frente a la construcción de un edificio convencional.

El edificio Impulso Verde ha sido el primer edificio público de Galicia construido con madera contralaminada de pino de Galicia, y el primer edificio en España en obtener la certificación de Proyecto Completo FSC®, que acredita que todos los materiales de base forestal del edificio están certificados FSC y provienen de bosques certificados FSC bien manejados y de otras fuentes controladas.





Sup. izq.: Pórtico central durante la instalación de uno de los paneles de forjado; Sup. dcha.: Instalación de ventilación en el muro técnico central;  
Inf. izq.: Elevación de uno de los módulos de cubierta de eucalipto; Inf. dcha.: Ajuste de la cubierta durante el montaje.

## **Prefabricación en madera. Digitalización y personalización.**

El diseño de Impulso Verde trata de otorgar a la madera local un papel protagonista en la expresión arquitectónica del edificio, más allá de su función meramente sustentante.

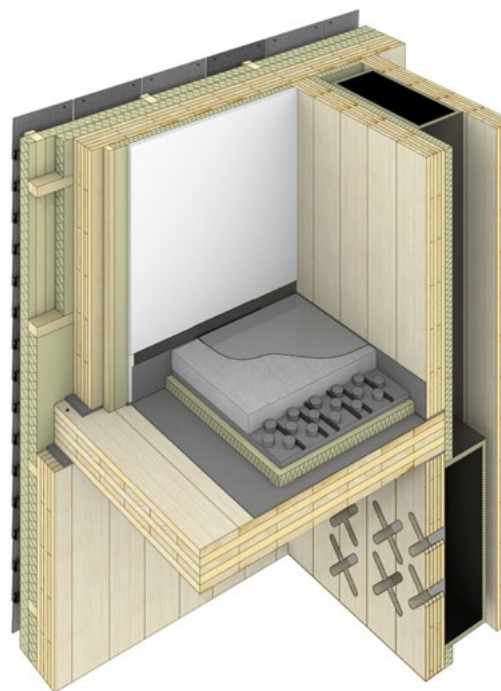
El trazado de todas las instalaciones se ha mantenido oculto con el objetivo de priorizar la presencia de la madera y alejarnos de un aspecto industrial.

El uso de elementos estructurales inclinados y de elementos vistos ha permitido poner de manifiesto el potencial de la prefabricación personalizada que ofrece la construcción con madera gracias a las tecnologías digitales.

Varios modelos 3D del edificio, realizados con herramientas de diseño paramétrico y Modelado de Información para la Construcción (BIM), han permitido verificar todos los encuentros y uniones. La incorporación de la instalación de ventilación en el modelo digital permitió controlar las colisiones con la estructura y ubicar con precisión las tomas de impulsión y retorno, realizadas directamente en los paneles de CLT mediante mecanizados en forma de aspas.

El sistema constructivo propuesto combina muros de carga con pórticos y celosías de gran tamaño, generando un modelo de construcción híbrida que abre nuevas posibilidades en la construcción con madera de media altura. El pórtico central, así como las celosías de cubierta y de fachada norte, fueron montadas fácilmente en el suelo gracias a ensamblajes mecanizados por Control Numérico Computerizado (CNC) y elevadas posteriormente a su posición final mediante una grúa.

El potencial de las herramientas de diseño y fabricación digital han posibilitado una construcción totalmente industrializada, de gran precisión y sencillez constructiva. La totalidad de la estructura de madera ha sido montada en dos meses por un equipo de tres operarios y una grúa.



Detalle del muro técnico con las instalaciones de ventilación y las tomas de ventilación.

## Muro cortina de madera. Innovación y diseño.

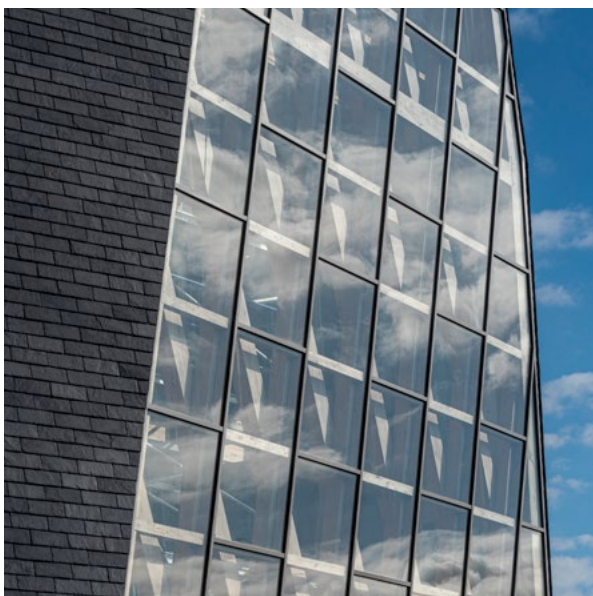
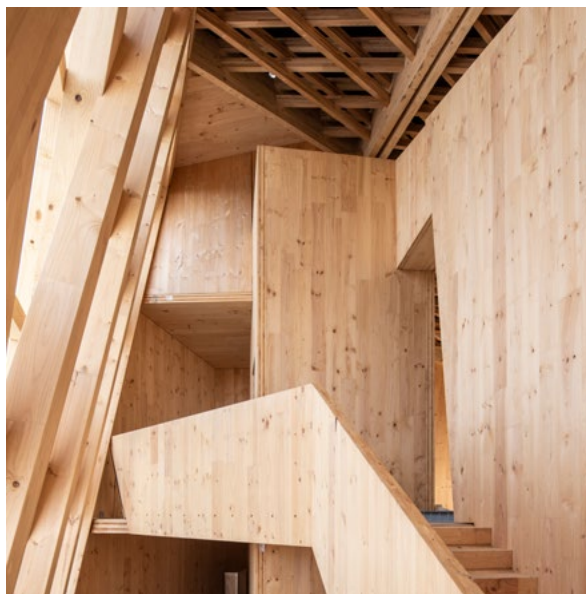
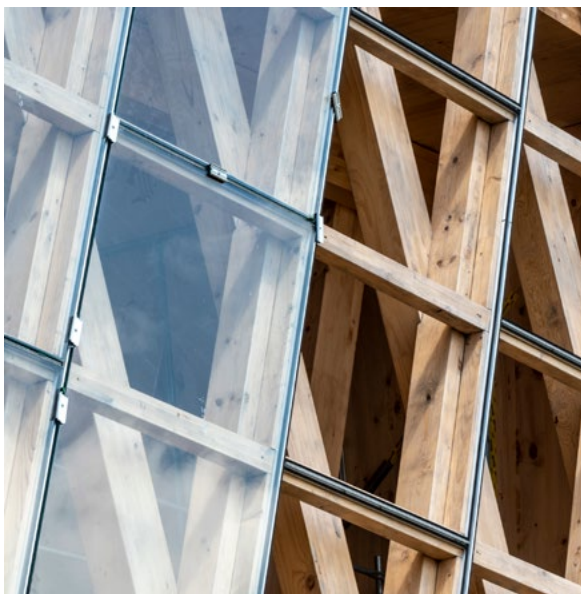
En las zonas donde se requiere iluminación natural se ha diseñado un novedoso sistema de muro cortina cuya estructura principal consiste en dos familias cruzadas de piezas de madera laminada de *Pinus radiata* procedente de Galicia. Un diseño específico de uniones carpinteras mecanizadas por CNC, proporcionan la rigidez estructural necesaria además de permitir un montaje sencillo y preciso.

Sobre la estructura principal se dispone una estructura secundaria también de madera laminada de la misma especie. Sobre esta última se coloca un sistema de muro cortina tipo Stik de bajo perfil y alta estanqueidad al aire. El resultado es un muro cortina prácticamente invisible desde el interior. El tipo de vidrio utilizado se adapta a la orientación y a las necesidades de los espacios que ilumina.



Vista interior de la escalera en planta segunda iluminada a través de la celosía.





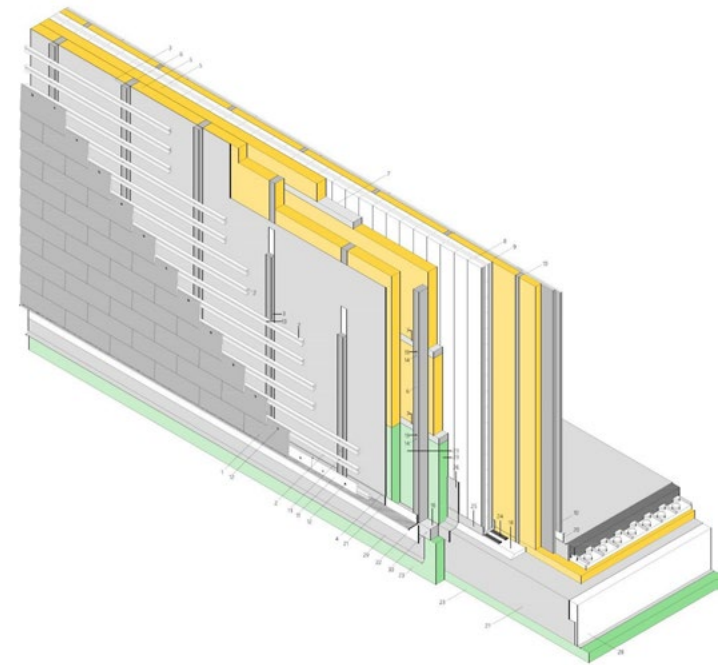
Sup. izq.: Muro cortina durante el acristalamiento; Inf. izq.: Muro cortina finalizado; Sup. dcha.: Vista de la escalera en planta tercera;  
Inf. dcha.: Vista de la escalera en planta primera.

## Envolvente térmica. Estanqueidad y capacidad aislante.

La envolvente térmica del edificio se diseña siguiendo criterios de construcción pasiva de alta estanqueidad al aire y elevada capacidad aislante con el objetivo de disminuir de modo considerable la demanda energética de acondicionamiento interior.

La estructura de las zonas opacas de fachada está formada por tableros de CLT de *Pinus radiata* encintados en sus juntas para conseguir la estanqueidad requerida. Sobre ella se disponen dos familias cruzadas de rastreles de madera de la misma especie y 80mm de canto, la cual sirve de soporte a 160mm de aislamiento térmico de lana de roca y al sistema de fachada ventilada. La disposición cruzada de los rastreles permite minimizar los posibles puentes térmicos debidos a la existencia de la subestructura de madera. Sobre ella se coloca una lámina impermeable al agua y permeable al vapor encintada en todas sus juntas. Por el interior de la estructura de fachada se disponen 60mm adicionales de aislamiento de lana de roca y un trasdosado de doble placa de cartón yeso generando una cámara para el paso de pequeñas instalaciones.

Con la solución empleada, se logran transmitancias térmicas reducidas, en torno a  $0,14\text{W/m}^2\text{K}$ , a la vez que se garantiza la inexistencia de condensaciones intersticiales.



Axonometría constructiva de fachada.





Estado de la obra el 22/07/2021. Ejecución de la fachada ventilada.

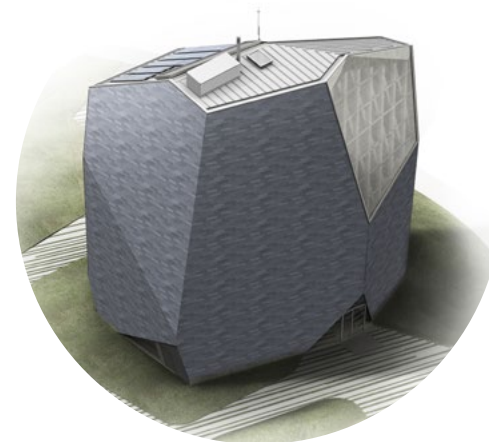
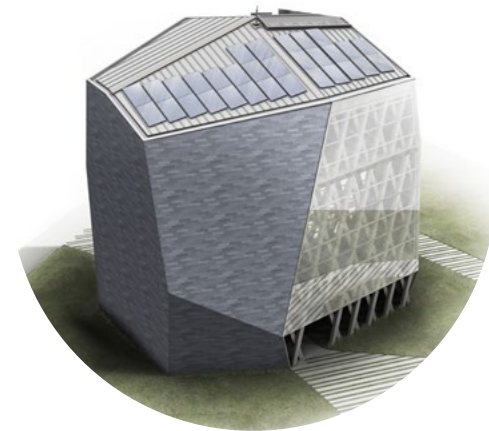
## Fachada ventilada de pizarra. Tradición y tecnología.

Como solución de fachada ventilada se ha optado por el empleo de un sistema tecnológico (Cupaclad®) basado en el uso de piezas de pizarra natural de pequeño formato de origen gallego.

El uso de pizarra lucense ha permitido seguir ahondando en la puesta en valor de la construcción con materiales naturales de proximidad. Su empleo permite conectar directamente con el paisaje urbano construido y la tradición. Además, desde un punto de vista estético, la pizarra permitía potenciar el concepto volumétrico del edificio, ya que ofrece tonalidades muy diferentes según la incidencia de la luz.

Desde el punto de vista tecnológico, la pizarra ofrece una excepcional durabilidad y muy bajo mantenimiento, lo cual es muy deseable en un edificio público. Por otra parte, el uso de la pizarra a través de un sistema de fachada ventilada ligera y construidas en seco ofrece una solución técnica muy acorde con la construcción en madera.

Adicionalmente, la pizarra natural como material tiene muy baja huella de carbono y la cercanía del recurso permite disminuir significativamente la huella debida al transporte. Su montaje en seco hace posible un fácil desmontaje al final de la vida útil del edificio y la recuperación total del material para su reutilización. Como sistema, al formar parte de una fachada ventilada, mejora considerablemente las prestaciones de la misma desde una óptica de eficiencia energética y protección del agua de lluvia.



Volumetrías exteriores.





Aspecto del edificio tras la finalización de la ejecución de la fachada de pizarra.

## Créditos.

El proyecto del edificio Impulso Verde, impulsado por el Concello de Lugo, ha sido realizado por un equipo entusiasta de profesores e investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) y de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Su labor se centra en la promoción de la bioeconomía y la construcción sostenible a través de actividades docentes y de I+D+i vinculadas a la puesta en valor de especies forestales locales para uso estructural.

El edificio ha sido cofinanciado por la Unión Europea a través del programa LIFE, así como por la Diputación de Lugo, contando con la contribución de todos los socios del proyecto **LIFE Lugo + Biodinámico**.

### Diseño Impulso Verde

- Proyectista principal y arquitecto coordinador: Dr. Antonio José Lara Bocanegra (UPM, USC-PEMADE).
- Arquitectos redactores del Proyecto Básico y de Ejecución: Dr. Antonio José Lara Bocanegra (UPM, USC-PEMADE) y Susana Penedo Souto (Concello de Lugo).
- Arquitectos colaboradores: Dr. Almudena Majano Majano (UPM), Belén Feijóo Lombao (USC-PEMADE), José Antonio Lorenzana (USC-PEMADE), José Luis Gómez Royuela (UPM) y Luis Lozano Bodeguero (UPM).

### Socio responsable diseño Impulso Verde

- Plataforma de Ingeniería de la Madera Estructural (PEMADE). Universidad de Santiago de Compostela-Campus Terra de Lugo (USC).
- Investigador principal: Dr. Manuel Guaita Fernández (USC-PEMADE).

### Socio colaborador diseño Impulso Verde

- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Investigador principal: Dr. Luís Ruiz García.

### Asesorías externas

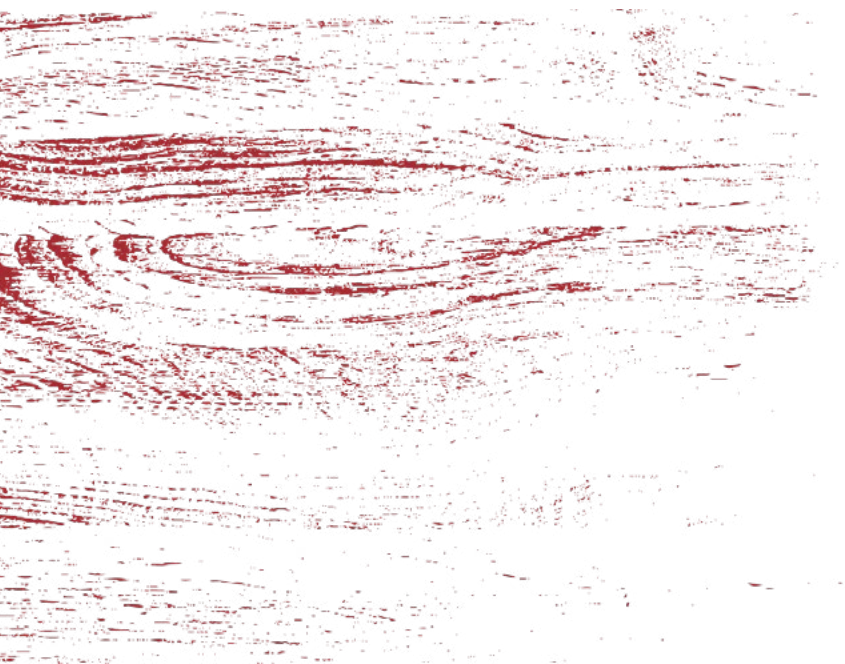
- EnergyLab, Obradoiro Ingenieros S.L.P, Reboreda Ingeniería.

### Ejecución Impulso Verde

- Promotor: Excmo. Concello de Lugo.
- Director de obra: Benigno Jáuregui Fernández (EVISLUSA).
- Dirección de ejecución: Juan Pablo Feal Miragaya.
- Coordinador de Seguridad y Salud: Francisco Cobas Fernández.
- Contratistas: EGOIN S.A. y A. Valiño Narón S.L.











Impulsado por:



Financiado por:



Socios:



Co-financiado por la Unión Europea a través del Programa LIFE













Impulsado por:



Financiado por:



Socios:



Co-financiado por la Unión Europea a través del Programa LIFE