

01-025

## PROJECT MANAGEMENT PROPOSAL WITH AGILE METHODOLOGY: ELDE CASE STUDY

Amante Garcia, Beatriz; Lopez Grimau, Victor; Macarulla, Marcel; Gasso Domingo, Santiago; Buscio, Valentina; Gutierrez, Carmen

UPC

As has been seen in [1] it is possible to change the paradigm for both small and medium-sized companies, proving theoretically that it is possible to change the style of project management from a classical approach to an agile approach. In this new approach to project management, the use of different management programs that have been emerging in recent times (Wrike, slack, ...) is raised. This new management system enhances the constant analysis of their development. In [2] they propose an analysis of the factors that contribute most to the success of the projects, contributing to the storage of data, business intelligence and the development of projects at the analytical level.

In the present article we propose a case of application in a real research project called "ELDE". Various entities such as research centers, companies and universities participate in the present project. We present the parameters that lead us to success with AGILE in this Case study

**Keywords:** *Agile; Project management; investigation; ELDE*

## PROPUESTA DE GESTIÓN DE PROYECTOS CON METODOLOGÍA AGILE: CASO DE ESTUDIO PROYECTO ELDE

Como se ha visto en [THE CHANGE IN MANAGEMENT STYLE DURING THE COURSE OF A PROJECT FROM THE CLASSICAL TO THEAGILE APPROACH] es posible cambiar de paradigma tanto para empresas pequeñas y medianas, demostrando de forma teóricamente que es posible cambiar el estilo de gestión de proyectos desde un enfoque clásico al enfoque ágil. En este nuevo enfoque de gestión de proyecto se plantea la utilización de diferentes programas de gestión que han ido saliendo en estos últimos tiempo (Wrike, slack, ...). Este nuevo sistema de gestión potencia el análisis constante del desarrollo de los mismos. En [Agile values or plan-driven aspects] plantean un análisis de los factores que contribuyen más al éxito de los proyectos contribuyendo en el almacenamiento de datos, la inteligencia empresarial y el desarrollo de proyectos a nivel analítico. En el presente artículo proponemos un caso de aplicación en un proyecto de investigación real "ELDE". En el presente proyecto participan entidades varias como centros de investigación, empresas y universidades. Se planteará de forma clara el caso de estudio y los parámetros analizados que han llevado al éxito la aplicación de AGILE en la gestión del mismo.

**Palabras clave:** *Agile; Gestión de proyectos; investigación; ELDE*

Correspondencia: [beatriz.amante@upc.edu](mailto:beatriz.amante@upc.edu)

Acknowledgements/Agradecimientos: The authors gratefully acknowledge the project ELDE (COMRD16-1-0066), funded by ACCIÓ and the European Regional Development Fund (FEDER) under the RIS3CAT Water Community.



©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción:

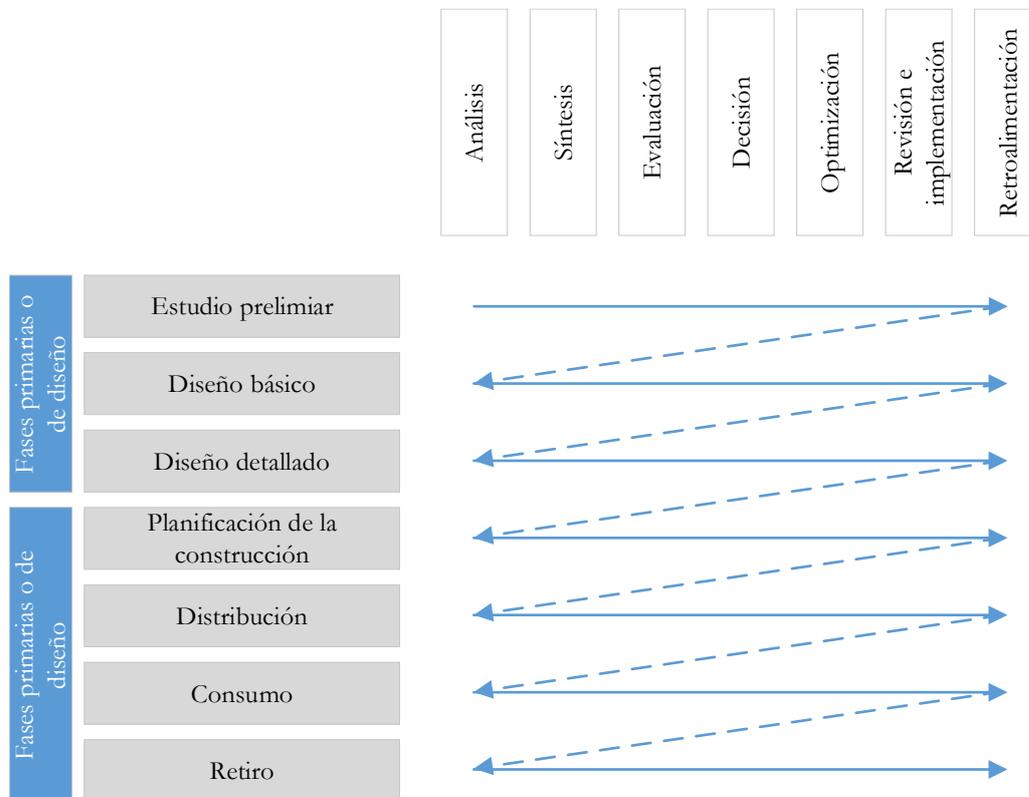
Existen en la literatura múltiples definiciones de proyecto. De acuerdo con la RAE, proyectar es “idear, trazar o proponer el plan y los medios para la ejecución de algo” y un proyecto es un “conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería”. Estas definiciones son en cierto modo limitantes. No tienen en cuenta que el concepto de proyecto debe ser visto de una forma global

Teniendo en cuenta los matices añadidos por diferentes autores (Cleland y King, 1975) (De Cos, 1985) (Blasco, 1988) y los estándares PMI e IPMA, la definición de proyecto se ha ido ampliando y matizando, para acabar reconociendo una serie de rasgos comunes y esenciales de la acción de proyectar:

- El propósito de alcanzar un objetivo que debe cumplir ciertas especificaciones.
- La temporalidad de la actividad proyectual (el proyecto tiene un inicio y un fin).
- La complejidad de coordinar, organizar y emplear los recursos disponibles (normalmente limitados) de manera eficiente y sostenible.
- La multidisciplinariedad inherente en la actividad proyectual.

Asimow (1962) fue un autor pionero en el desarrollo de la teoría de proyectos. Su perspectiva del proceso proyectual se basa en la definición de una estructura bidimensional. La estructura vertical del proyecto se desarrolla mediante una serie de fases secuenciales que se pueden dividir en etapas. Asimow dividía dichas fases en fases primarias o de diseño (estudio preliminar, diseño básico y diseño detallado) y fases secundarias (planificación de la construcción, distribución, consumo y retiro del producto). Cada una de estas fases se estructura de acuerdo a la segunda dimensión, o proceso del proyecto, que constituye la estructura horizontal, en el que se distinguen: análisis, síntesis, evaluación, decisión, optimización, revisión e implementación y retroalimentación. Es decir, se define como un método iterativo de resolución de problemas en el que se trabaja con las entradas de cada una de las fases previas de la estructura vertical y se avanza en el desarrollo de la siguiente o se replantea el trabajo realizado en función de las conclusiones de la aplicación de los procesos de la estructura horizontal como podemos ver en la Figura 1.

Figura 1. Estructura del proyecto según Asimow Fuente: Elaboración propia



Con el trabajo de Hall (1962) se establece formalmente el proyecto como sistema. Éste se caracteriza por: (1) la resolución de problemas de manera progresiva, el hecho de que al resolver un problema aparezcan sub-problemas relacionados con él, es decir, la estructuración del objeto en sistemas y subsistemas para facilitar su resolución; y (2) la interacción con el entorno o medio, es decir, el reconocimiento de una serie de factores del entorno que influyen en la resolución del proyecto.

La teoría de proyectos ha evolucionado desde sus inicios con la contribución de múltiples autores, que refinan la definición de proyecto como sistema (Aguinaga, 1994; Blasco, 1988; De Cos, 1995; Kerzner, 2009), en el que se establecen determinadas dimensiones involucradas en su desarrollo. La morfología del proyecto varía ligeramente dependiendo del autor. Blasco (1988) identifica como fases: (1) la clarificación de deseos u objetivos; (2) la particularización de la idea; (3) la realización material; (4) la explotación y mantenimiento; y (5) el retiro y eliminación total o desmantelamiento. De Cos (1995) identifica como fases del proyecto: (1) el estudio previo; (2) la definición del proyecto; (3) la ingeniería básica, ingeniería de detalle, gestión de compras y contratación; y (4) la supervisión y montaje, y la puesta en servicio. El proyecto comprende las fases de creación y explotación. La dirección de proyectos sería un sistema formado por los subsistemas: planificación, organización, control, información, tecnología y cultura empresarial. Para Pahl y Beitz (1988, 2007) habría (1) una fase inicial de planificación y clarificación del trabajo: análisis del problema, definición de las especificaciones y requerimientos; (2) una fase de diseño conceptual, en la que se define la función esencial que debe realizar la solución, se establecen las variables de diseño y se descompone el problema general en sub-problemas, se buscan múltiples soluciones, y se sistematiza su evaluación utilizando criterios técnicos y económicos para definir la solución óptima; (3) una fase de diseño básico, en que se consolida el diseño y se corrigen errores o se

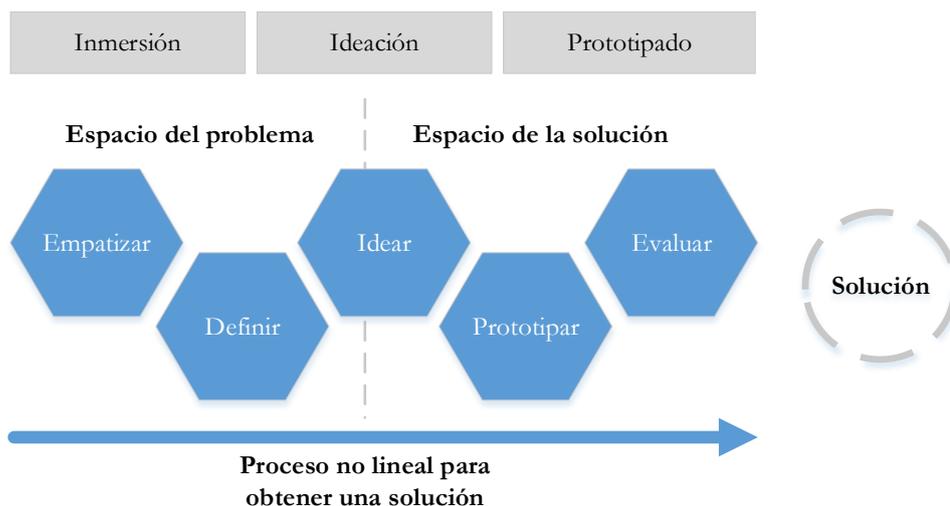
clarifican detalles; y (4) una fase de diseño de detalle, en el que se seleccionan y definen materiales, componentes, formas y acabados y se documenta el producto final.

Independientemente de la particularización de cada fase, que varía en función del proyecto y sus características, se reconoce que existen una serie de fases en el ciclo de vida del proyecto, que se diferencian del ciclo de vida del producto. El ciclo de vida de un producto se estructura en base a (1) investigación y desarrollo; (2) introducción en el mercado; (3) crecimiento; (4) madurez; y (5) declive. En el caso del ciclo de vida del proyecto en ingeniería, se puede generalizar en cuatro grandes fases como: (1) conceptualización, estudios previos y diseño básico; (2) diseño detallado; (3) implementación o realización y pruebas; y (4) terminación (Nicholas y Steyn, 2008; Kerzner, 2009).

En los últimos años se ha popularizado en el ámbito de la innovación el proceso proyectual llamado Design Thinking. El Design Thinking es una metodología que se creó a finales de los 80' y principios de los '90 por un grupo de personas vinculadas a Stanford y la empresa IDEO. Pero no fue hasta el 2009 que el Design Thinking se popularizó con el libro: "Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation" (Brown, 2009).

El Design Thinking considera que el proceso proyectual no es un proceso secuencial, es un sistema de espacios superpuestos. El proceso requiere de (1) una inspiración o inmersión, donde se determina el problema o la oportunidad que motiva la búsqueda de soluciones; (2) una ideación, donde se generan soluciones y se desarrollan y testean las ideas; y finalmente (3) una etapa de implementación o prototipado. El proceso no es lineal, es un proceso iterativo ya que se considera que el diseño debe ser un proceso exploratorio. Las soluciones siempre están condicionadas a la viabilidad del negocio, a la factibilidad técnica de la solución y a los deseos del usuario final (Figura 2).

**Figura 2. Proceso proyectual según la metodología Design Thinking. Fuente: Elaboración propia**



El Design Thinking forma parte de la corriente de diseño basado en el usuario. El diseño basado, o User Centered Design, tiene una gran implantación en el desarrollo de software, pero también se usa en el desarrollo de productos y servicios. De hecho, la popularidad del diseño basado en el usuario ha hecho que organismos dedicados a la estandarización hayan realizado normas al respecto (p. ej. ISO 9241-210:2010)

Si nos centramos ahora en el término Project Management no tiene una traducción única al castellano, y engloba conceptos de lo que denominamos dirección, gestión y administración (González et al. 2007). Aunque desde una perspectiva tradicional en ingeniería, la dirección de proyectos se asocia a la dirección durante la ejecución, en

realidad acepciones actualizadas del término incluyen todas las fases del proyecto, desde la conceptualización hasta la implementación. La dirección de proyectos se puede definir como el “área de conocimiento que se ocupa de la definición y aplicación de una serie de procesos que permiten alcanzar los objetivos de un proyecto, de acuerdo con unos requerimientos establecidos y las necesidades de las partes interesadas, optimizando las demandas de alcance, tiempo, coste, calidad, recursos, riesgos y partes interesadas, que normalmente entran en conflicto, para proporcionar un producto, servicio o resultado” (PMI, 2013). A nivel estatal, AIPRO define la dirección de proyectos como “la planificación, organización, seguimiento y control de todos los aspectos de un proyecto, así como la motivación de todos aquéllos implicados en el mismo, para alcanzar los objetivos del proyecto de una forma segura y satisfaciendo las especificaciones definidas de plazo, coste y rendimiento/desempeño. Ello también incluye el conjunto de tareas de liderazgo, organización y dirección técnica del proyecto, necesarias para su correcto desarrollo” (AEIPRO, 2018b).

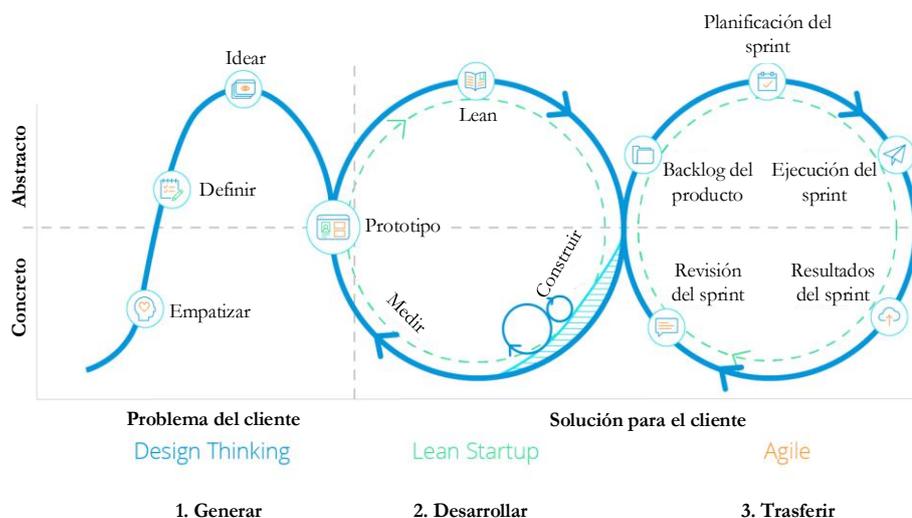
La dirección o gestión de proyectos implica por tanto desarrollar una serie de competencias que permitan de manera estructurada aplicar conocimientos, metodologías, técnicas y herramientas para conseguir los objetivos de un proyecto, en términos de plazo, coste y calidad, entendida ésta como la satisfacción de los requerimientos iniciales.

Generalmente los estándares más comunes tienen un enfoque lineal o incremental. Esto implica que primero se determina el alcance del proyecto y se planifica. Posteriormente se lanza la ejecución del proyecto y paralelamente se monitoriza y controla. Finalmente se cierra el proyecto. Este enfoque sirve para los proyectos que tienen unos requerimientos y una solución clara, así como unos objetivos claros. Pero actualmente las empresas realizan proyectos con objetivos claros, pero soluciones y requerimientos inciertos; o proyectos con requerimientos, soluciones y objetivos poco claros. Este tipo de proyectos acostumbran a ser desarrollos de software o proyectos de innovación.

En este contexto nacen las metodologías de Agile Management y Extrem Management. El Agile Management y el Extrem Management se basan en una gestión más flexible que las metodologías tradicionales, involucrando activamente a las partes interesadas. Éstas proporcionan retroalimentación sobre el desarrollo del proyecto. El Agile Management es una práctica iterativa e incremental. Se basa en la mejora continua que se orienta a la consecución de los objetivos del proyecto, pero en la cual el alcance y los requerimientos del proyecto están sujetos a cambio. Dentro de las técnicas de gestión ágil, la más comúnmente aplicada es el Scrum. En dicha técnica se definen equipos de trabajo reducidos y multidisciplinares que trabajan de manera intensiva para llevar a cabo los objetivos del proyecto, con revisiones y reuniones de control y replanteamiento frecuentes. Por otro lado, el Extrem Management además de redefinir el alcance, también redefine los objetivos en cada iteración.

Actualmente las empresas que se dedican a la innovación y sobre todo las start-ups están usando metodologías híbridas que combinan metodologías basadas en el proceso proyectual, y metodologías basadas en la gestión.

**Figura 3. Proceso híbrido de creación de producto. Fuente: Hadley (2017)**



En fases exploratorias de creación de nuevos productos se usan metodologías basadas en el proceso proyectual, en concreto la metodología Design Thinking. Una vez el problema está perfectamente acotado e identificado se usa metodología Lean Startup. Esta metodología se basa en validar todas las hipótesis y asunciones de manera anticipada, priorizando las más críticas para el proyecto, pudiendo llegar a comprometerlo. Finalmente, cuando se quiere transferir el producto al mercado se usa la metodología Agile Management para crear el producto mínimo con valor a lanzar al mercado, mientras se sigue con el desarrollo paulatino del mismo.

## 2. Metodologías

En el presente artículo, presentaremos el proyecto de investigación que hasta la fecha estábamos trabajando con una metodología de proyectos tradicional y que en la actualidad hemos aplicado una metodología híbrida, estando en la actualidad en la fase de diseño de producto con metodología Agile.

## 3. Caso de estudio analizado

En la actualidad en la Universidad Politécnica de Catalunya y más concretamente en el Instituto de Investigación Textil (INTEXTER), se lidera el proyecto ELDE de la comunidad de aguas en el programa RISC3CAT de ACCIÓ (Generalitat de Catalunya), financiado con fondos FEDER. Este tipo de proyectos es para el desarrollo de nuevos productos, fomentando el consorcio de empresas para el desarrollo del mismo.

El problema fundamental que nos hemos ido encontrando, es la baja financiación y el aumento de la burocracia justificativa de los proyectos, que ha hecho aumentar la huida de socios de los mismos.

Para afrontar todos estos cambios, así como múltiples problemas encontrados en el propio desarrollo del proyecto, se planteó realizar un cambio en la gestión del mismo, siguiendo un proceso híbrido como se comentaba anteriormente.

El proyecto Elde se centra en el tratamiento de aguas residuales industriales. Estas aguas tienen una gran variabilidad de parámetros contaminantes que dificultan su tratamiento conjunto con las aguas urbanas en las depuradoras municipales. Principalmente porque estos efluentes industriales contienen compuestos poco

biodegradables, la presencia de los cuales afecta negativamente al correcto funcionamiento de los tratamientos biológicos que se realizan actualmente. Otro hándicap es que suelen ser efluentes con elevada salinidad que no puede ser eliminado con los métodos tradicionales de depuración. Esto obliga a las empresas a buscar soluciones particulares para cada sector o recurren a un gestor externo que conlleva unos gastos asociados elevados.

El proyecto ELDE se centra en tres sectores industriales de los más contaminantes (ver planificación inicial en la Figura 4): papelerero, químico y cueros. En estos sectores el factor más problemático de las aguas residuales es que contienen materia orgánica en cantidades muy elevadas, en algún proceso tienen alta salinidad y también presentan coloración, así como compuestos poco biodegradables.

**Figura 4 : Planificación inicial del proyecto**

ACTIVITAT	TASCA	MESOS																																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36				
1	1.1: Comunicació i assegurament de la qualitat																																								
	1.2: Accions correctives																																								
	1.3: Monitorització i indicadors de rendiment																																								
2	1.4: Informes del projecte a ACCIÓ																																								
	2.1: Anàlisi dels efluentes dels usuaris finals																																								
	2.2: Tractament dels efluentes per tècniques d'electrodepuració																																								
	2.3: Selecció dels efluentes a tractar i de la tecnologia més adequada																																								
3	2.4: Establiment dels requeriments funcionals per la construcció dels pilots i directius per elaborar el disseny																																								
	3.1: Disseny mecànic i hidràulic pilot del sector papeler																																								
	3.2: Disseny de la cel·la pel sector papeler																																								
	3.3: Disseny del sistema elèctric, control i de la interface d'usuari pel sector papeler																																								
4	3.4: Dimensionat i disseny d'un sistema d'energia auxiliar per fer autosuficient el pilot																																								
	3.5: Construcció del pilot del sector papeler: mecànica i hidràulica																																								
	3.6: Construcció del pilot del sector papeler: la cel·la																																								
	3.7: Construcció del pilot sector papeler: sistemes elèctrics i sistemes de control, electrònica, circuits elèctrics, programació i test del PLC																																								
	3.8: Construcció del pilot del sector papeler: sistema d'energia auxiliar per fer autosuficient el pilot																																								
	3.9: Instal·lació i optimització del pilot del sector papeler a Pere Valls																																								
	4.1: Establir el procés de validació del pilot sector papeler																																								
5	4.2: Validar el pilot del sector papeler																																								
	5.1: Disseny elèctric, mecànic i hidràulic del pilot multisector																																								
	5.2: Disseny de la cel·la del pilot multisector																																								
	5.3: Construcció del pilot multisector: elèctrica, mecànica i hidràulica																																								
	5.4: Construcció del pilot multisector: la cel·la																																								
	5.5: Validació del pilot en el sector químic (Inovyn)																																								
	5.6: Validació del pilot en el sector curtils (Despell)																																								
6	5.7: Refinament i optimització contínua del pilot multisector																																								
	6.1: Recollida de dades dels processos productius, productes i procedències de les matèries per realització de l'inventari																																								
	6.2: Disseny del model (producte o procés) a analitzar																																								
	6.3: Anàlisi dels diferents impactes ambientals																																								
	6.4: Optimització de materials i processos per a la millora ambiental																																								
	6.5: Càlcul de costos del disseny definitiu																																								
	6.6: Anàlisi de productes i preus de la competència i definició del preu de mercat del nostre producte. Càlcul d'indicadors de viabilitat econòmica																																								
6.7: Anàlisi de la introducció al mercat																																									
JUSTIFICACIÓ FINAL*																																									

El proyecto se centra principalmente en la industria papelera cuyo consumo de agua es elevadísimo (15 m3 / tonelada de papel). De ahí que las empresas papeleras europeas han tenido que hacer grandes esfuerzos para reciclar toda el agua posible dentro de su proceso. En este sentido, en los últimos 20 años, el sector papelerero ha logrado disminuir su consumo de agua a la mitad. El 90% del agua utilizada en la fabricación del papel se envía a la depuradora mientras que el 10% restante se incorpora al producto o se evapora durante el proceso. La empresa caso de estudio, en lugar de enviar el agua a la depuradora, la reutilizan totalmente en el proceso, teniendo un circuito cerrado (ver figura 5). Este hecho provoca que se cargue de materia orgánica y provocando la necesidad de añadir cada vez más reactivos químicos para llevar a cabo el proceso. Por eso es importante la instalación de un tratamiento eficiente que permita disminuir la carga contaminante de los efluentes, reduciendo así el consumo de reactivos y mejorando la calidad del producto. Para este sector papelerero, se plantea el diseño, construcción y operación de un piloto de electrodepuración. Escalar el proceso a nivel industrial tratando 1m3 /h, cumpliendo con los requerimientos funcional fijados en el estudios de laboratorio, con el fin de reutilizarlos in-situ en el sector papelerero y mejorar apreciablemente el proceso de producción.

En cuanto a la industria de curtidos, siempre ha sido considerada como una actividad sucia y contaminante. Debido a la gran variedad de procesos utilizados para este sector y de las diferentes materias primas empleadas, es muy difícil cuantificar sus consumos y emisiones. En general, se ha estimado que el consumo de agua puede llegar a ser de 250 litros por tonelada de piel. Sólo el 5% del agua consumida se evapora durante el proceso. El resto debe ser tratado, generalmente por depuración biológica. Los principales impactos ambientales de sus aguas residuales son los elevados valores de materia orgánica, materias en suspensión, cromo (III), cloruros, nitrógeno y sulfuros. Teniendo en cuenta que a lo largo de los años la reducción del consumo de agua ha sido una prioridad medioambiental para todos los sectores industriales a nivel europeo,

la aplicación de un tratamiento de electrodepuración instalado en la empresa, permitiría no sólo tratar sus efluentes sino también plantear la reutilización in-situ de los mismos, reduciendo los costes asociados.

La industria química comprende diversas actividades y tiene amplia variedad de procesos de fabricación, provocando una gran variabilidad en el consumo de agua y en las características de sus efluentes. Además de los problemas indicados anteriormente, sus efluentes también suelen contener materia en suspensión y compuestos difícilmente degradables. Los tratamientos de electrodepuración permiten también abordar estos dos problemas, eliminando la materia en suspensión y fraccionando los compuestos poco biodegradables en moléculas más pequeñas y más fáciles de degradar. Por otra parte, la salinidad es un grave problema, común a muchos sectores industriales. La limitación actual de vertido (a menudo 6 mS / cm) no sólo encarece enormemente la gestión sino que impide a menudo realizar estrategias de reutilización, a fin de no sobrepasar el límite de vertido. Respecto a los otros parámetros característicos de las aguas residuales, la gestión de la conductividad tiene una dificultad añadida, ya que no existe una tecnología que permita la eliminación de las sales disueltas sino únicamente su concentración. La combinación de las tecnologías de electrodepuración es muy prometedora para conseguir como objetivo (la valorización de las sales) combinado con la eliminación de la materia orgánica y en suspensión.

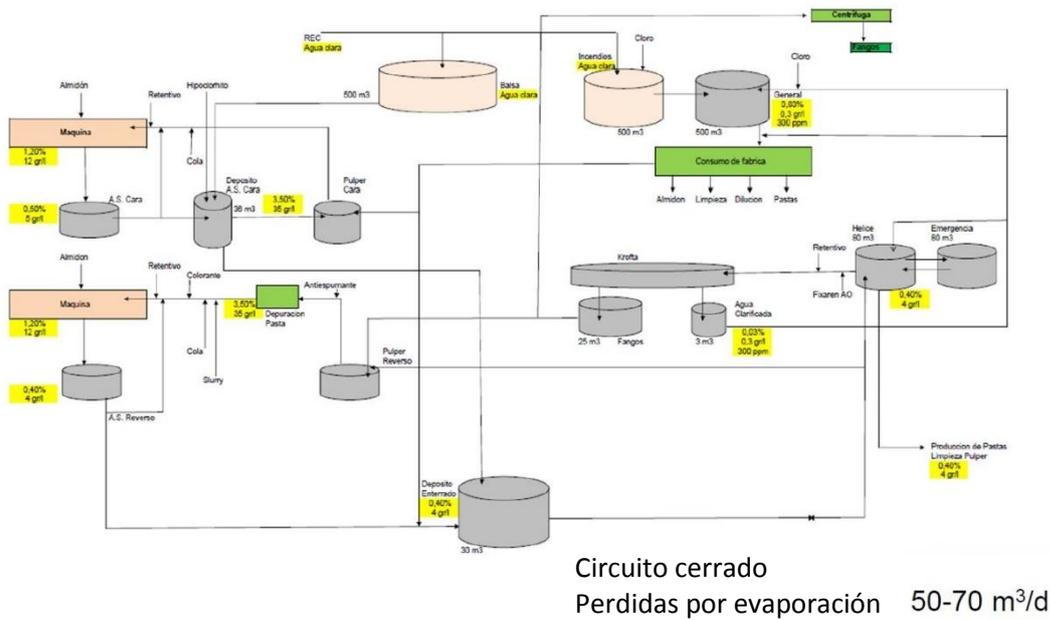
Para estos dos sectores, se plantea el diseño, construcción e instalación de un piloto multisector de electro-depuración de 20L / h

El principal inconveniente de las tecnologías de electrodepuración es el consumo eléctrico asociado a su funcionamiento (aproximadamente 1,5 € / m<sup>3</sup>). Actualmente, los procesos electroquímicos a escala industrial necesitan de grandes cantidades de corriente DC para operar. Estos altos valores de corriente, no pueden ser consumidos directamente de la red eléctrica. Con el fin de convertir la corriente AC en corriente DC, se utilizan sistemas rectificadores regulables de alto corriente basados en dispositivos SCRS (Rectificador controlado de silicio). Estos elementos permiten regular la corriente DC resultante desde un valor de 0A hasta un valor máximo que viene dado por la relación tensión DC de salida regulada (decenas de voltios) y la impedancia del agua a tratar (muy baja). Este sistema tiene grandes pérdidas de potencia en los elementos SCR, que suelen presentar eficiencias del 70% y gran consumo reactivo por el gran valor inductivo del transformador necesario para la elevación de corriente. Estos inconvenientes se traducen en unos elevados sobre-costes energéticos. Por una parte, el 30% de pérdidas que presenta el sistema de rectificación genera un sobre-consumo del 30% y por lo tanto, un sobre-coste tarifario del 30%, además de las penalizaciones por consumo reactivo. Esto hace que los costes eléctricos incrementan aproximadamente un 40%.

En este sentido, el proyecto ELDE propone dos acciones para minimizar los costes energéticos de estos tipos de proceso, el uso de una fuente 100% renovable (fotovoltaica) y un soporte de baterías de ion litio segunda vida de VE (equipos en experimentación con previsiones de más eficiencias), para dar autosuficiencia al sistema y por otro lado reducir los consumos energéticos y de reactiva, maximizando en aproximadamente un 20% la eficiencia eléctrica de los elementos de electrónica de potencia y compensando activamente el 100% del consumo de reactiva del proceso de electrodepuración con el diseño de un sistema regulador más eficiente.

Además se realizará el análisis de ciclo de vida de los diferentes procesos, comparando el sistema actual con el sistema de tratamiento más eficiente y con aporte de renovables. Por tanto, al final del mismo podremos decir que tendremos una solución técnica con un análisis económico y ambiental que me definirá la eficiencia de mi sistema y la factibilidad aplicativa del mismo.

**Figura 5: Proceso productivo de una papelera caso de estudio**



### 3.1 Aplicación de un sistema de gestión Híbrido

El proyecto comentó en enero del 2018, con algunos meses después debido a los retrasos típicos de las resoluciones y una vez iniciado el mismo, utilizando una metodología clásica de gestión de proyectos, nos encontramos con tres problemáticas importantes que nos hicieron replantear la manera de afrontarlo.

1.- Las técnicas de tratamiento utilizadas en el laboratorio y planteadas para aprontar el proyecto y aportar soluciones, no funcionaba con el tipo de aguas de la papelera en estudio que se estaban tratando. Además se nos generaba una masa espumosa que impedía la aplicación de las mismas.

2.- El no cumplimiento del calendario de forma repetida (por el retraso de las actividades de análisis y problema 1).

Esto hacía que estuvieran bloqueadas las tareas de diseño de las plantas y todo el dimensionado eléctrico de paneles solares y baterías, al depender del consumo real de la planta, calculado a partir de los ensayos de laboratorio.

3.- La fuga de empresas del proyecto por dos causas principalmente: la baja financiación y la justificación tediosa del proyecto a nivel administrativo y contable.

Llegados a un nivel de bloqueo e incapacidad de salir del problema, se planteó un cambio en la percepción del problema y en la gestión del proyecto.

En primer lugar se replanteó la frase inicial y para ello se utilizó la metodología Design Thinking para acotar el problema, ya que estábamos en un callejón sin salida.

**Tabla 1: Resumen de la aplicación del Design Thinking para acotar el problema en la parte de tratamiento de aguas y aportación de soluciones parciales en el caso de la papelera**

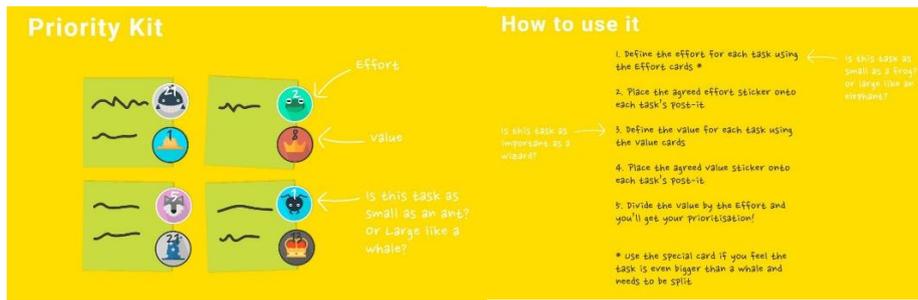
Problema	Posible solución	Reflexión final y aporte de valor
Problema de generación de espuma	Utilización de antiespumante	Después de utilizar varios, se encontró el “ ” que eliminaba la espuma totalmente
Problema con el tratamiento del agua y por tanto con la composición de la misma	Análisis detallado, donde se determinó: Poco % de Almidón Mucho % de celulosa Planteamiento de tratamiento con encimas de la celulosa	Estos tratamientos no aportan valor y no se pierde más tiempo.
Problemas de DQO elevada	Centrifugación  Previo al tratamiento con la técnica: - Micro filtración (MF) - Ultra filtración (UF) - Nano filtración (NF)	No porta valor al sistema y no se pierde más tiempo. MF no llega al 20% de eliminación de DQO. UF reduce en un 80% la DQO. Aporta valor al sistema ( <i>el cliente no lo quiere/ la empresa no tiene financiación para ponerlo</i> ). ->IMPOSIBLE ELIMINACIÓN de más de un 20% de DQO
Problemas de color	Aplicación de la EC y EO	Las técnicas eliminan color y generan cloro en un tiempo razonable de aplicación. Por tanto esto aporta valor, al reducir en químicos y cloro añadido.

Como vemos en la Tabla 1, se expusieron los problemas encontrados y se trabajaron en objetivos más pequeños, aportando soluciones parciales que aportasen valor al sistema global. Llegando a la conclusión de que el sistema no podría reducir más de un 20 % de DQO y por tanto el aporte para este tipo de aguas sería la reducción del color y la generación del cloro. Este tratamiento sería útil en dos puntos del proceso (ver figura 4), donde se añadían aditivos de eliminación de color y cloro, para la mejora del papel a realizar.

Una vez en este punto se planteó la utilización de la metodología Lean Startup para plantear el diseño del sistema que pondríamos la papelera. Se plantearon como hipótesis que el consumo de la técnica seleccionada (en este caso una EO), sería linealmente escalable. Esto hacía ver que el consumo total no era posible proporcionarlo con el aporte de placas solares y baterías, debido a que era muy elevado. Por tanto, se dimensionó en función del presupuesto disponible y se supuso que se reduciría un 15% como comentado en el proyecto. Otra hipótesis y la más crítica es el cambio de la microfiltración por una filtración en bolsa, mucho más barata y asumible dentro del presupuesto. Una vez definidas y priorizadas las hipótesis, se pasó a la fase de diseño de las diferentes partes.

Para ello se realizaron diferentes grupos de trabajo y a cada grupo de 4 o 5 personas se les dio un kit de prioridad (Figura 6), para trabajar el esfuerzo con respecto a la aportación de valor de cada una de las tareas a realizar, para poder priorizar.

**Figura 6 : Propuesta de la empresa XX utilizada para priorizar las tareas y gestionar los esfuerzos, siempre aportando valor**



**Figura 7: El trabajo realizado por una parte del grupo de energía que participa en el proyecto ELDE**



Primero como vemos en la figura se trabajó por cada grupo las diferentes tareas que se podrían hacer, sin limitarse por lo que había en el proyecto (Figura 7).

**Figura 8 : Las tarjetas de valor /esfuerzo, así como las pegatinas de valor/esfuerzo utilizadas en el proceso de gestión del proyecto**



Una vez teníamos toda la lista de tareas definida, se marcaron aquellas que eran imprescindibles para poder lanzar el proyecto y cubrir con el expediente de la convocatoria. Para ello se utilizaron las tarjetas de valor/esfuerzo que podemos ver en la Figura 8. Cada miembro le daba a cada tarea un valor que aportaba al proyecto cada tarea y el esfuerzo asociado a la misma. Si había miembros que utilizaban valores o esfuerzos diferentes, se exponían las razones por las que se había puesto una cantidad u otra y se llegaba a un consenso. En ese momento se ponía la pegatina de valor y esfuerzo asociada. Una vez determinado el valor y esfuerzo para todas las actividades planteadas, se realizaba una matriz de valor y se determinaban aquellas que aportaban mayor valor con menor esfuerzo al proyecto, para priorizarlas.

También en ese momento se determina con el tiempo y dinero de que se dispone, hasta donde se llegará a desarrollar y que quedará pendiente de ejecutar.

**Figura 9: Podemos ver al grupo de aguas del intexter en un proceso de toma de decisión sobre una técnica de tratamiento de agua.**



En la Figura 9 podemos ver al grupo de aguas del intexter en un proceso de toma de decisión sobre una técnica de tratamiento de agua. En este caso se realizó en uno de los grupos reducidos.

#### **4. Conclusión**

Como conclusiones, podemos decir que se ha realizado un cambio en la gestión del proyecto ELDE muy positivo, ya que se resolvieron problemas que habían bloqueado el mismo.

En estos momentos, se evoluciona favorablemente con las propuestas y prioridades determinadas.

Por tanto, para futuros proyectos realizaremos desde el principio la gestión Agile del proyecto, ya que pensamos que en la parte de diseño inicial, que en este no se pudo aplicar, ayudará en el avance hacia una solución óptima de forma rápida y ágil.

#### **5. Referencias**

AEIPRO, 2018b. Página web de la Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos.

¿Qué es la Dirección y Gestión de Proyectos?. Disponible en:

<https://www.aepro.com/es/22-project-management/project-management/21-que-es-la-direccion-y-gestion-de-proyectos>, consultado el 15/10/2018.

Aguinaga, J.M., 1994. "Aspectos sistémicos del proyecto en ingeniería." Ediciones Servicio de Publicaciones de la ETS de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.

Blasco J., 1988. "Comentarios al Proyecto (De omni re sicibile)." ETSEI de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Brown T., 2009. "Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation."

Cleland D.I, y King, W.R., 1975. "System Analysis and Project Management." McGraw Hill, New York.

De Cos M., 1985. "Dirección de Proyectos." Sección de Publicaciones Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

De Cos M., 1995. "Teoría General del Proyecto." Editorial Síntesis. Madrid.

González M.C., Poveda R., y Gómez-Senent E., 2007. "Fundamentos de la dirección y gestión de proyectos." Servicio de ediciones de la Universidad Politécnica de Valencia.

Hadley E., 2017. "Design Thinking vs. Agile: Combine Problem Finding and Problem Solving for Better Outcomes". Disponible en: <https://www.mendix.com/blog/design-thinking-vs->

[agile-combine-problem-finding-problem-solving-better-outcomes/](#), consultado el 15/10/2018

- Hall A.D., 1962. "A methodology for systems engineering." Van Nostrand, Princeton, N.J
- ISO 9241-210:2010. "Ergonomía de la interacción hombre-sistema - Parte 210: Diseño centrado en el operador humano para los sistemas interactivos" International Organization for Standardization.
- Kerzner H., 2009. "Project Management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. 10th ed." John Wiley and Sons. (eds). Hoboken, N.Yersey.
- Nicholas J.M y Steyn H., 2008. "Project Management for Business, Engineering and Technology." 3rd ed. Elsevier eds.
- Pahl G., y Beitz W., 1988. "Engineering Design: A systematic approach." Ed. Ken Wallace. London.
- Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., y Grote K.H., 2007. "Engineering Design.A systematic Approach." Eds. Ken Wallace and L.T.M. Blessing. Springer-Verlag. London.
- PMI, 2013. "A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 5th edition." Project Management Institute.