



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

BARCELONATECH

Facultat d'Informàtica de Barcelona



# DESENVOLUPAMENT DE MÒDUL GRÀFIC PER A PLANTES PRODUCTIVES PER A UN ERP

ANDREU ORENSANZ BARGALLÓ

**Director/a:** CONRAD FONTANALS ODENA (EDISA PROJECTES INFORMATICS, SA )

**Ponent:** FERRAN SABATE GARRIGA (Departament d'Organització d'Empreses)

**Titulació:** Grau en Enginyeria Informàtica (Enginyeria del Software)

Memòria del treball de fi de grau

Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB)

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) - BarcelonaTech

26/01/2024

# Taula de continguts

<b>Resum</b>	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Resumen</b>	<b>5</b>
<b>Agraïments</b>	<b>6</b>
<b>1. Context</b>	<b>7</b>
1.1. Introducció	7
1.2. Identificació del problema	9
1.3. Conceptes previs	11
1.4. Stakeholders	12
1.5. Estat de l'art	13
1.6. Aspectes legals	25
<b>2. Justificació</b>	<b>27</b>
<b>3. Gestió del projecte</b>	<b>29</b>
3.1. Abast	29
3.2. Metodologia i rigor	34
3.3. Gestió del temps	36
3.4. Gestió dels costos. Pressupost	46
3.5. Gestió de la sostenibilitat	54
3.6. Seguiment del projecte	63
<b>4. Aspectes Tècnics</b>	<b>71</b>
4.1. Especificació del sistema	71
4.2. Disseny	79
4.3. Implementació	109
4.4. Proves i resultats	128
<b>5. Conclusions</b>	<b>133</b>
5.1. Objectius assolits	133
5.2. Futures millores	134
5.3. Assoliment competències tècniques	135
5.4. Integració de coneixements	138
<b>6. Referències</b>	<b>139</b>

# Índex de figures

[Figura 1]	8
[Figura 2]	9
[Figura 3]	10
[Figura 4]	11
[Figura 5]	34
[Figura 6]	36
[Figura 7]	43
[Figura 8]	65
[Figura 9]	71
[Figura 10]	80
[Figura 11]	82
[Figura 12]	84
[Figura 13]	88
[Figura 14]	90
[Figura 15]	92
[Figura 16]	94
[Figura 17]	96
[Figura 18]	97
[Figura 19]	98
[Figura 20]	99
[Figura 21]	99
[Figura 22]	102
[Figura 23]	104
[Figura 24]	104
[Figura 25]	108
[Figura 26]	112
[Figura 27]	112
[Figura 28]	114
[Figura 29]	115
[Figura 30]	116
[Figura 31]	117
[Figura 32]	118
[Figura 33]	119
[Figura 34]	120
[Figura 35]	120
[Figura 36]	121
[Figura 37]	122
[Figura 38]	122
[Figura 39]	123
[Figura 40]	123
[Figura 41]	124

---

[Figura 42]	124
[Figura 43]	125
[Figura 44]	126
[Figura 45]	133

## Índex de taules

[Taula 1]	13
[Taula 2]	33
[Taula 3]	41
[Taula 4]	44
[Taula 5]	46
[Taula 6]	46
[Taula 7]	48
[Taula 8]	49
[Taula 9]	50
[Taula 10]	50
[Taula 11]	51
[Taula 12]	51
[Taula 13]	52
[Taula 14]	53
[Taula 15]	55
[Taula 16]	67
[Taula 17]	68
[Taula 18]	69
[Taula 19]	70
[Taula 20]	72
[Taula 21]	73
[Taula 22]	73
[Taula 23]	74
[Taula 24]	75
[Taula 25]	75
[Taula 26]	76
[Taula 27]	76
[Taula 28]	77
[Taula 29]	77
[Taula 30]	78
[Taula 31]	78
[Taula 32]	87
[Taula 33]	89
[Taula 34]	91
[Taula 35]	93
[Taula 36]	95
[Taula 37]	132

## Resum

Aquest Treball de Final de Grau, desenvolupat en el marc del grau en Enginyeria Informàtica a la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB), es dedica a l'elaboració d'un mòdul gràfic avançat per a la millora de la gestió de plantes productives dins d'un sistema ERP. Aquest projecte afronta el desafiament de modernitzar un mòdul gràfic obsolet, adaptant-lo per a una funcionalitat òptima en entorns de navegador web i millorant-ne notablement la usabilitat. Aquesta innovació està dirigida a proporcionar una eina més robusta i adaptable, facilitant una gestió i visualització més eficaç de les operacions de producció dins de l'ERP, i alhora adaptant-se a les necessitats específiques de cada empresa.

## Abstract

This Final Degree Thesis, developed within the framework of the degree in Computer Science at the Barcelona School of Informatics (FIB), is dedicated to the development of an advanced graphic module for the improvement of the management of production plants within an ERP system. This project tackles the challenge of modernizing an outdated graphics module, adapting it for optimal functionality in web browser environments and significantly improving its usability. This innovation is aimed at providing a more robust and adaptable tool, facilitating more effective management and visualization of production operations within the ERP, while adapting to the specific needs of each company.

## Resumen

Este Trabajo de Final de Grado, desarrollado en el marco del grado en Ingeniería Informática en la Facultad de Informática de Barcelona (FIB), se dedica a la elaboración de un módulo gráfico avanzado para la mejora de la gestión de plantas productivas dentro de un sistema ERP. Este proyecto afronta el desafío de modernizar un módulo gráfico obsoleto, adaptándolo para una funcionalidad óptima en entornos de navegador web y mejorando notablemente su usabilidad. Esta innovación está dirigida a proporcionar una herramienta más robusta y adaptable, facilitando una gestión y visualización más eficaz de las operaciones de producción dentro del ERP, a la vez que adaptándose a las necesidades específicas de cada empresa.

## Agraïments

Voldria expressar la meva gratitud a EDISA Barcelona per haver-me ofert l'oportunitat de realitzar el meu projecte final de grau en col·laboració amb ells. Aquesta experiència no només m'ha proporcionat un bon aprenentatge laboral, sinó que també m'ha permès treballar en un ambient envoltat de professionals altament qualificats, enriquint així el meu coneixement en l'àrea de l'enginyeria del software. Vull destacar especialment la meva gratitud a Víctor Santacana, Lolita Kudryavtseva, David Pujol i Marcos Esperón, amb qui he compartit nombroses hores de treball productiu i de qui he rebut un tractament excepcional, a més d'un gran suport. També voldria agrair sincerament a Ferran Sabaté per la seva magnífica contribució com a ponent i pel seu rol clau en l'orientació i millora de la redacció de la meva memòria, aportant una perspectiva acadèmica més afinada i ajudant-me a enfocar adequadament les parts més rellevants del projecte.

# 1. Context

## 1.1. Introducció

El meu treball de fi de grau a la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB), dins l'especialitat d'Enginyeria del Software del Grau en Enginyeria Informàtica, es titula “Desenvolupament d'un mòdul gràfic per a plantes productives per a un ERP”.

Aquest projecte s'emmarca dins de la modalitat B [1], la qual implica la col·laboració amb una empresa del sector. En aquest cas, estic treballant en virtut d'un Conveni de Cooperació Educativa amb l'empresa EDISA, que té oficines a Barcelona, així com en altres ubicacions d'Espanya i Amèrica Llatina.

EDISA es dedica al desenvolupament d'aplicacions de gestió empresarial destinades a les mitjanes i grans empreses, que operen en més de 30 sectors empresarials diferents. El seu producte estrella és conegut com a LIBRA, un Enterprise Resource Planning (ERP), o Sistema de Planificació de Recursos Empresarials. Aquest sistema integra les dades i els processos d'una empresa en una única plataforma unificada. LIBRA, com d'altres ERPs generalment, compta amb una base de dades centralitzada per emmagatzemar la informació de diversos mòduls empresarials, com ara inventari, distribució, producció, enviaments, pagaments, entre d'altres. Com que EDISA treballa amb empreses de molts sectors diversos, els mòduls de LIBRA són altament adaptables per a satisfer les necessitats específiques dels clients, en funció del sector en què operen. LIBRA compta amb 30 mòduls totalment integrats, que abarquen tota la funcionalitat requerida per qualsevol empresa, ja sigui Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), Warehouse Management System (WMS. O també conegut en català com a Sistema de Gestió de Magatzem), Document Management System (DMS), Business Process Management (BPM), etc. Aquests mòduls són els següents: gestió finançera, integració bancària, gestió de compres, gestió logística, e-commerce, CRM, producció, gestió de qualitat, gestió de manteniment, gestió de projectes, nòmina, control de presència, recursos humans (RRHH), portal empleat, comunitats, entorn, gestió de processos (BPM), gestió documental, gestió d'alertes, serveis web, mobilitat, generador d'informes, gestió d'informes, widgets i business intelligence.

De tots aquests mòduls, en aquest projecte es treballa principalment en dos: el mòdul de producció i el de mobilitat. El mòdul de producció suporta la gestió de tot el flux productiu d'una empresa: definició de l'estructura productiva, programació de la producció, planificació de les necessitats del material, llançament i control d'ordres de fabricació, entre d'altres. Com a autor del projecte, només tocaré l'apartat del mòdul gràfic del càlcul de càrrega de màquines, on es veuen representades les ordres de fabricació i els recursos d'una planta productiva. L'objectiu del projecte, com bé es detalla més endavant, és representar aquest gràfic des del mòdul de Mobilitat de LIBRA,

canviant algunes funcionalitats i afegint-ne de noves. Mobilitat és un mòdul que permet realitzar tasques a través d'una interfície senzilla i intuïtiva, des d'un navegador web. D'aquesta manera Mobilitat pot accedir a totes les funcions relatives a la gestió documental, alertes, gestió de processos BPM, entre d'altres funcionalitats de LIBRA des d'un dispositiu mòbil. Aquest mòdul permet a l'usuari la possibilitat de treballar en mode "on line", el qual requereix connexió a la base de dades, o en mode "off line".

El mòdul de Mobilitat és des d'on es desenvoluparà el projecte principalment. L'arquitectura del mòdul amb els llenguatges associats és representada en la següent Figura 1:

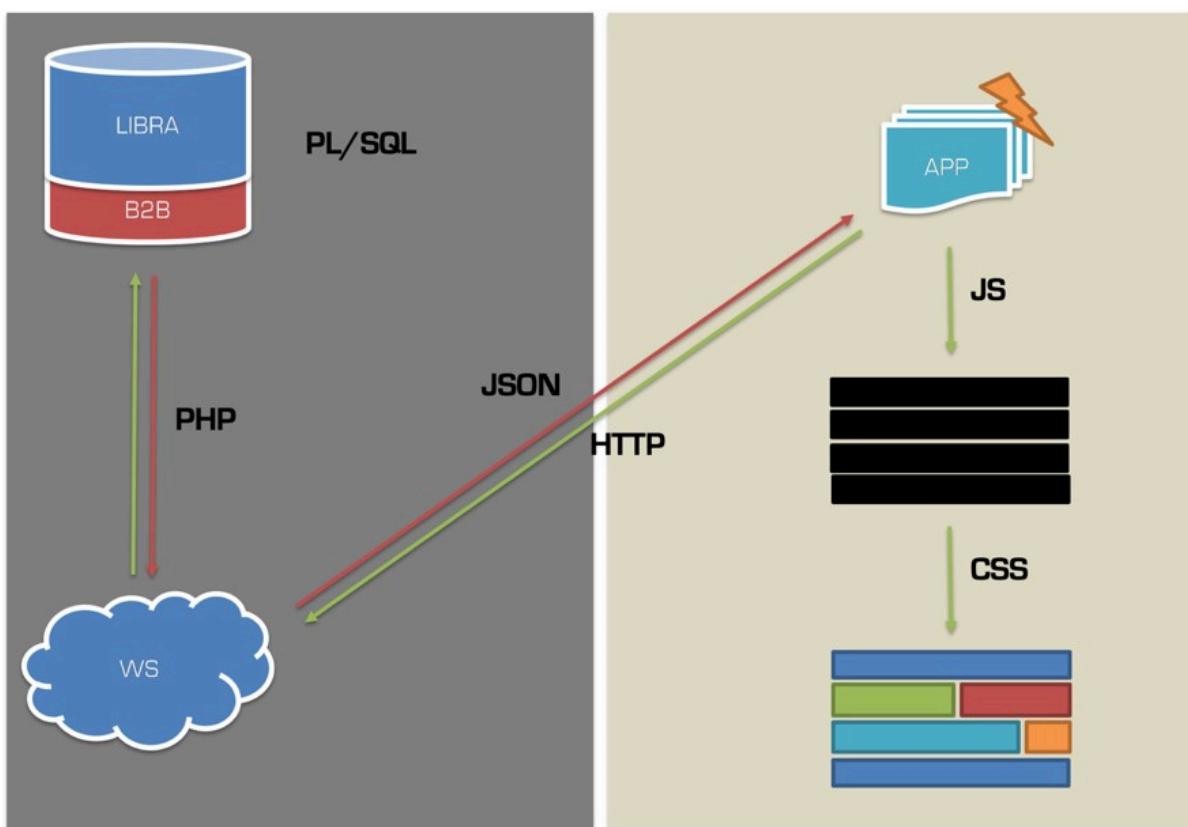


Figura 1. Passos que segueix una petició estàndard de la Mobilitat. Font: Pàgina de suport MOVILIDAD

Tal i com es veu a la figura anterior, l'aplicació comença sol·licitant una petició HTTP al servidor per a carregar un programa, validar un camp, entre d'altres funcions. El servidor es comunica per PHP a la base de dades, sempre connectat a l'usuari B2B, que ha estat definit per EDISA i limitat a la base de dades (només té accés a les taules i procediments del nucli de Mobilitat). Aquest usuari fa de pont a les peticions de l'usuari LIBRA, que és el que executa els processos, carrega taules temporals, etc., i el B2B retorna de nou el resultat de la petició al servidor a través de PHP. El servidor li envia la informació a la l'aplicació a partir d'una resposta en JSON i aquesta processa la resposta en JavaScript i genera la sortida visual corresponent. El navegador, finalment, aplica les regles d'estil predefinides al CSS per a maquetar la part visual.

## 1.2. Identificació del problema

L'empresa EDISA, especialitzada en solucions de gestió empresarial, s'enfronta al desafiament de fer adaptable visualment la gestió de les plantes productives dels seus clients mitjançant el seu producte ERP, LIBRA. D'aquí ve la iniciativa de plantejar-se desenvolupar un mòdul gràfic per a plantes productives per a LIBRA.

Una de les raons que justifiquen aquesta proposta, són els problemes de visualització en diversos dispositius a l'hora de mostrar els mòduls gràfics des de l'ERP de LIBRA. El mòdul gràfic ja és existent però es va desenvolupar fa un parell de dècades en el llenguatge Visual Basic i és molt poc optimitzable. L'objectiu és crear les mateixes funcionalitats que realitza el mòdul original i generar-ne de noves durant el desenvolupament, passar-ho al framework Mobilitat d'EDISA, que es tracta d'una aplicació web on es permet realitzar tasques a través d'una interfície senzilla i intuïtiva. Aquesta interfície es realitza ja amb llenguatges de programació moderns que permeten l'adaptabilitat visual a tot tipus de dispositius.

A més, l'augment de les expectatives dels usuaris i la demanda de solucions d'altres ERPs existents més avançats, fa essencial que LIBRA s'adapti i ofereixi una millora en aquest aspecte.

La solució actual, tot i que és funcional pel que fa a la visualització de recursos i ordres de fabricació, té problemes a l'hora de visualitzar certes etiquetes de cadascuna d'aquestes, com el percentatge de progrés, les dates inici i fi sobre les barres, la relació entre ordres de fabricació, les descripcions dels articles, recursos i clients, les fases de les ordres de fabricació, etc. El mòdul gràfic existent a LIBRA té el següent aspecte:

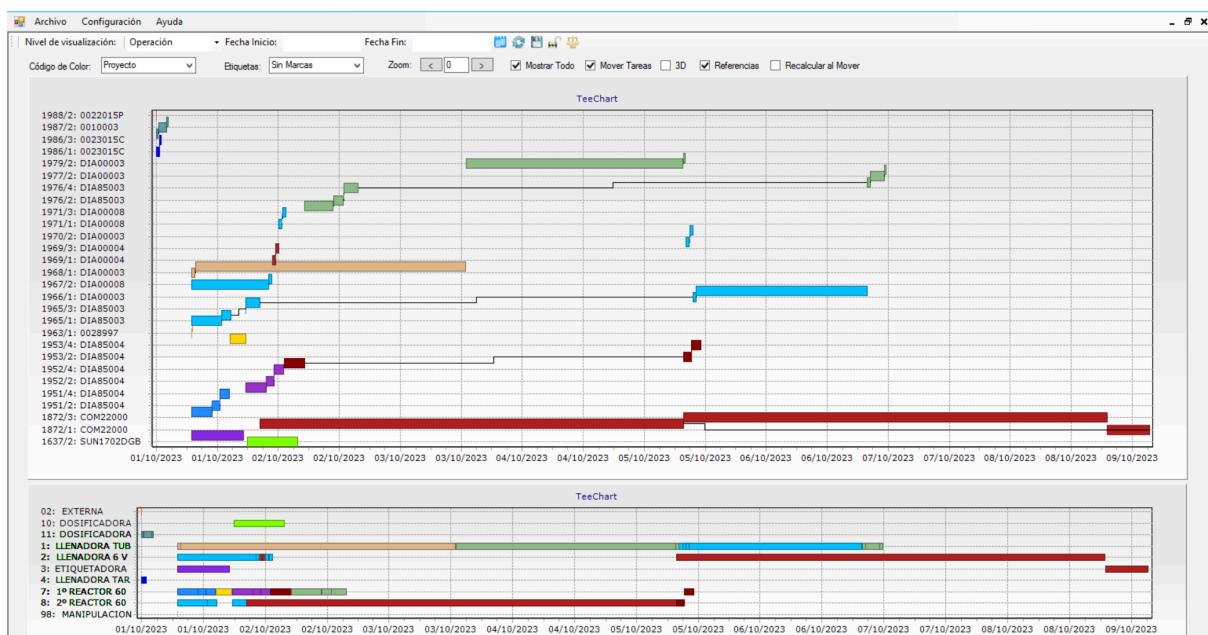


Figura 2. Exemple d'un gràfic d'una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

A la Figura 2, podem veure un exemple de com es visualitza aquest gràfic des de LIBRA. Com es pot notar, té una semblança a un gràfic de Gantt, ja que al cap i a la fi, es tracta d'un gràfic per a gestionar les tasques d'una planta productiva o, com en diuen a LIBRA, ordres de fabricació d'una planta. El gràfic superior representa a cada fila les tasques al llarg del temps i, el gràfic de sota representa els recursos que, evidentment, no es poden usar per dues ordres de fabricació a la vegada.

El mòdul gràfic també dóna l'opció de separar-los en dues vistes separades: un per a tasques i l'altre per a recursos. A continuació, a la Figura 3, es mostra un exemple del gràfic de recursos. Aquest s'amplia a una vista més gran per tal de poder veure tots els detalls de cadascuna de les tasques, tal i com es mostra a la taula sota el gràfic:

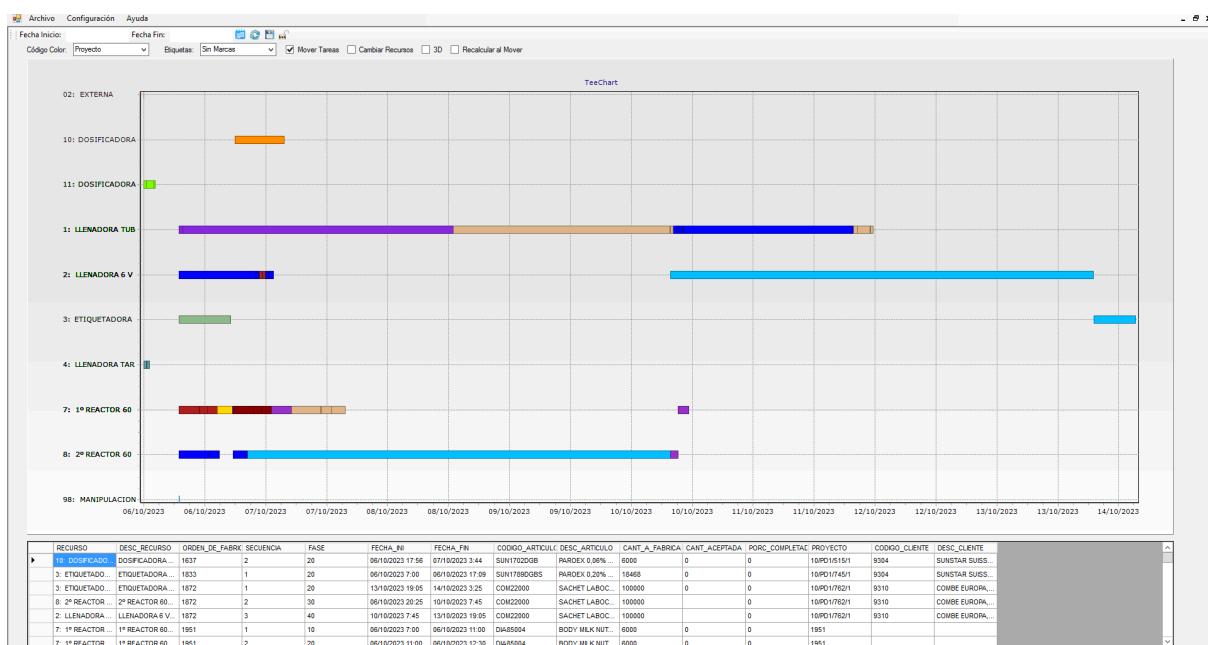


Figura 3. Exemple d'un gràfic dels recursos d'una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

A la Figura 4, podem veure l'exemple d'un gràfic de les tasques d'una planta productiva. La visualització és igual que la del gràfic de recursos, cada tasca va detallada en un registre de la taula que hi ha sota el gràfic, extret directament de la base de dades de LIBRA:

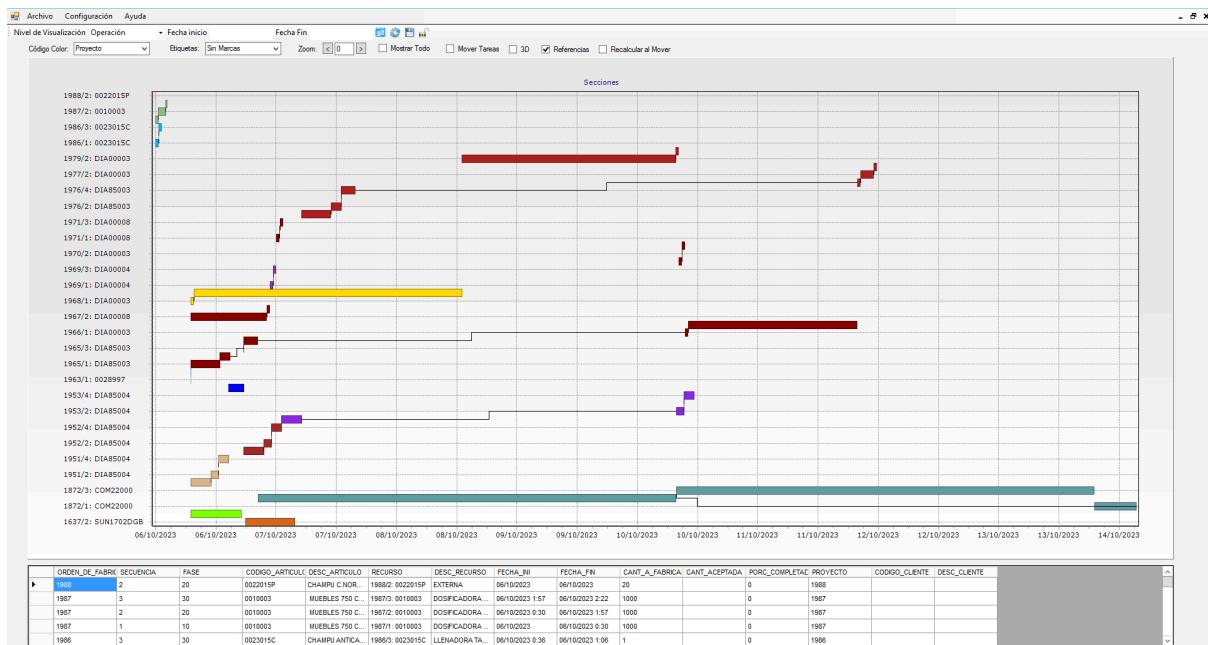


Figura 4. Exemple d'un gràfic de les tasques d'una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

En conclusió, el desenvolupament del mòdul gràfic per a plantes productives per a l'ERP LIBRA sorgeix com a resposta directa a aquesta manca d'eficiència visual per a tots els dispositius i navegadors web, i per a oferir als usuaris una eina potent que millori significativament la seva capacitat de gestió i presa de decisions. Tot i que ja existeix una eina prou funcional a LIBRA, la decisió d'EDISA és fer-la de nou des del mòdul web de LIBRA anomenat Mobilitat. Aquest el que permet és que es pugui visualitzar des de diversos dispositius, i les etiquetes i diferents aspectes que no es veuen bé al gràfic original puguin ser distingibles des del nou mòdul gràfic per a navegadors web. També es té l'objectiu de cercar noves alternatives funcionals durant el desenvolupament per tal de generar noves funcionalitats per a l'usuari si aquestes s'acorden de ser convenient. No es tracta de construir un mòdul gràfic exactament igual al ja existent però sí adaptar la solució que ja proposa i millorar-la, per tal de fer-la més eficient per a l'usuari.

### 1.3. Conceptes previs

En aquesta secció, es defineixen els conceptes clau relacionats amb el tema del treball, que ajudaran als lectors a contextualitzar i entendre plenament el projecte:

- **ERP**

Els sistemes d'Enterprise Resource Planning (ERP) [2] són solucions de programari integrades dissenyades per gestionar i integrar els processos empresarials fonamentals d'una organització. Centralitzen les dades de diversos departaments, incloent finances, recursos humans, producció i vendes, en un sol sistema. Aquesta integració facilita l'intercanvi eficient d'informació, la presa de decisions i la planificació estratègica, millorant el rendiment general del negoci.

Els sistemes ERP soLEN presentar una arquitectura client/servidor, donant suport a múltiples idiomes i monedes, i es caracteritzen per la seva base de dades a nivell empresarial, que centralitza i sincronitza les dades per garantir la coherència en tota l'organització.

- **Mòduls**

Els mòduls són les àrees funcionals d'un sistema ERP que s'encarreguen de gestionar les operacions i les dades relacionades amb cada sector específic d'una empresa. Depenent del sector empresarial, les companyies treballen amb diferents mòduls que s'adaptin al sector, per tal que contribueixin a la gestió global de l'empresa. Exemples de mòduls típics d'un ERP poden ser el mòdul de finances, el de recursos humans, producció, gestió d'inventari i de qualitat, entre molt d'altres.

- **CRM**

*Customer Relationship Management* [3] es tracta d'un software per a l'administració o gestió de la relació amb els clients, la venda i el màrqueting, i que s'integren als *Enterprise Resource Planning* (ERP). Els CRM tenen diverses funcionalitats per a la gestió de vendes i clients de l'empresa, com automatització i promoció de vendes, tecnologies per a l'emmagatzematge de dades, funcionalitats per al seguiment de campañes de màrqueting, capacitats predictives i de projecció de vendes, de mesura i ànalisi de les relacions amb els clients, etc.

- **BPM**

*Business Process Management* [4] o Gestió per Processos de Negoci és una disciplina de gestió composta de metodologies i tecnologies per tal d'optimitzar els processos d'una organització. Un procés de negoci representa una sèrie d'activitats o tasques que poden incloure persones, aplicatius, events de negoci i organitzacions.

- **SGM**

Un Sistema de Gestió de Magatzem [5] és un conjunt de polítiques i processos destinats a organitzar el cicle de treball d'un magatzem o centre de distribució i garantir que aquesta instal·lació pugui funcionar de manera eficient i complir els seus objectius. Aquests generalment s'integren als ERPs.

## 1.4. Stakeholders

A continuació, a la Taula 1 s'enllaren les persones i organitzacions que tenen un interès directe o indirecte en el projecte, ja sigui pel seu impacte, els seus objectius o les seves expectatives. S'identifica qui són aquests stakeholders, quins són els seus rols i quin és el seu interès:

Actors implicats	Descripció
Director del TFG	Com que el projecte pertany a la modalitat B i, per tant, es realitza juntament amb una empresa, el director del projecte és en Conrad Fontanals, director comercial d'EDISA. Ell és l'encarregat de proporcionar tot el material, formació i mitjans per al desenvolupament del projecte. Guia a l'autor del treball en la presa de decisions i li supervisa les fases durant el desenvolupament del projecte.
Ponent del TFG	En Ferran Sabaté, professor del Departament d'Organització d'Empreses a la FIB, és el ponent del treball. La seva funció és guiar, resoldre dubtes, supervisar i assegurar la correctesa del projecte a efectes acadèmics.
Autor del TFG	L'autor del desenvolupament del treball és una part interessada clau. Com que treballarà en desenvolupament del mòdul gràfic, ha d'assegurar-se que el projecte es desenvolupi segons les especificacions i terminis marcats.
Clients d'EDISA	Els clients i, per tant, usuaris de LIBRA que utilitzin el mòdul gràfic seran stakeholders importants, perquè els seu benestar i eficiència durant l'ús d'aquest mòdul es veurà afectat per la seva implementació. Més enllà de la seva funcionalitat als clients els agrada tenir un software actualitzat i funcional.
EDISA	Com a l'empresa que desenvolupa l'ERP LIBRA i col·labora en el projecte, EDISA té un interès directe en assegurar que el mòdul gràfic s'integri adequadament al sistema i compleixi les expectatives.

Taula 1. Taula de stakeholders amb la seva descripció. Font: Elaboració pròpia

## 1.5. Estat de l'art

En aquest apartat s'aprofundeix sobre la contextualització dels sistemes actuals d'*Enterprise Resource Planning* (ERP) i l'aportació d'aquests a les empreses que l'utilitzen. Els ERPs han estat una peça clau en la transformació digital de les empreses, ja que les ha proporcionat un enfocament integrat per a la gestió eficient dels recursos i processos empresarials.

La implementació d'un ERP per a una empresa és un procés complex i meticulós, ja que afecta a moltes facetes d'una companyia. Per això, es requereix d'un pla ben dissenyat per a tenir en compte els aspectes necessaris i tenir clars els objectius. Per tal de començar una implementació d'un ERP, primer l'empresa ha de tenir clars la direcció, l'abast i l'estructura dels seus projectes, ja que podria portar problemes més endavant [6]. Això implica escollir detingudament els requisits, redissenyar processos per tal que un cop implementat el sistema aporti avantatges a l'empresa i configurar l'ERP per tal

que doni suport a aquests processos. A continuació, es descriuen les etapes d'implementació d'un ERP [7]:

- **Documentar necessitat:** En aquesta primera fase, l'objectiu és realitzar una recerca per identificar un sistema que satisfaci els requisits específics dels projectes de l'empresa. Això implica la formació d'un equip multidisciplinari encarregat de seleccionar les eines essencials. Aquest equip està compost per membres de diferents departaments, especialitzats en la definició dels problemes que l'ERP haurà de resoldre per a tots els grups dins de l'organització. Aquests membres poden ser, per exemple: directors de l'empresa, gerents del projecte, l'equip del projecte, un grup d'usuaris, un grup de qualitat i consultor extern. També es poden afegir rols si això es veié necessari.

Aquest grup pot incloure diversos rols, com directors de l'empresa, gerents de projecte, l'equip de projecte, representants d'usuaris, membres d'un grup de qualitat i fins i tot consultants externs. La composició de l'equip es pot ajustar segons les necessitats específiques del projecte.

En aquesta fase, el focus recau en la identificació dels problemes i reptes que l'ERP ha de superar. A més a més, es busca una solució informàtica global que abasti la majoria, o fins i tot tots, els processos de negoci de l'empresa. Així, s'aspira a garantir la integritat de les dades mitjançant l'ús d'una única base de dades corporativa. Aquesta visió unificada facilita la integració fluida de tots els aspectes de la gestió empresarial a través de l'ERP.

- **Selecció:** En aquesta etapa, es tracta de cercar al mercat per a ERPs disponibles que s'adequuin als projectes que es volen desenvolupar. Per a buscar ERPs el més convenient és consultar a Internet, anar a fires de software i consultar a professionals d'altres empreses, per tal de fer un llistat de proveïdors d'ERP.

A continuació caldrà contactar amb aquests proveïdors per tal de recollir la major quantitat d'informació de cadascuna de les eines que ofereixen. És important descartar tots aquells ERPs que no cobreixin les àrees de l'empresa que són necessàries pels projectes que es volen desenvolupar i reduir la llista de candidat a uns 5 aproximadament. D'aquests es realitzarà un estudi més detallat per tal de veure demostracions del producte i converses amb els usuaris i personal del proveïdor.

El següent pas és entrevistar els proveïdors seleccionats per tal de recopilar informació sobre el producte, les especificacions tècniques del sistema, descripció dels mòduls que componen l'ERP, la funcionalitat de cadascun d'aquests, catàlegs, articles i altres projectes d'implementacions del sistema en altres empreses. Després, s'organitza aquesta informació verificant que aquests

funcionalitats i descripcions que s'han documentat s'adequen als requisits dels projectes de l'empresa. Es tindran en compte una sèrie de criteris dels candidats escollits [8]:

- Aspectes funcionals: criteris relacionats en el funcionament del sistema i els processos que contempla.
- Aspectes tècnics: aquells relacionats en les necessitats d'equipament tècnic i hardware per tal de poder fer servir el producte.
- Característiques del proveïdor: cal tenir en compte l'experiència del proveïdor en termes d'evolució, creixement i manteniment dels seus productes, ubicació geogràfic i experiència amb altres clients.
- Característiques del servei: s'avalua els punts específics del servei que brinda el proveïdor en termes d'implementació i suport.
- Aspectes econòmics: relacionats amb el cost de les llicències del sistema i el servei de manteniment, suport i implementació.
- Aspectes estratègics de l'empresa: lligats als plans de negoci i al pla estratègic de la companyia.

Seguidament, es presenten dues opcions que dependran de les preferències del client: la primera és determinar fins a quin punt els processos de negoci de l'empresa es poden adaptar als procediments que ofereix el sistema ERP; la segona consisteix en sol·licitar al fabricant que personalitzi el codi de l'eina per ajustar-se al mètode de treball específic de la companyia. Amb aquest criteri, es duu a terme una anàlisi dels requisits de l'empresa i dels candidats prèviament seleccionats, seguit d'una evaluació dels diversos sistemes ERP per determinar qui és el més adequat i s'ajusta millor al context empresarial.

Formalment, aquestes dues solucions esmentades anteriorment se les anomena configuració i personalització en sistemes ERP. A partir dels requisits del negoci que s'han recopilat i analitzat anteriorment, es decideix si es necessària una configuració del sistema per a complir aquests requisits o bé una personalització del sistema [9].

Una personalització és una característica, extensió o modificació que requereix una codificació personalitzada i/o alguna forma d'implementació especial. En aquest sentit, es tracta de construir una nova funcionalitat que no existeix en cap lloc del sistema. Per tant, es requereix coneixement tècnic per tal de desenvolupar aquestes noves funcionalitats.

Una configuració consisteix en utilitzar eines natives del sistema per canviar-ne el comportament o les característiques segons els requisits però sense modificar el codi font dels mòduls del sistema. Essencialment, aquesta solució consisteix en configurar les opcions de l'ERP i els mòduls que s'empren. Cal un coneixement avançat del producte per tal de poder mapejar els requisits empresarials amb la

configuració del sistema.

Aquestes solucions representen uns certs avantatges i inconvenients, respectivament [10]. A continuació es llisten els avantatges de la configuració d'un ERP:

- Cost-efectivitat: la configuració sol ser més ràpida i menys costosa que la personalització. Hi ha menys necessitat de codificacions i proves llargues perquè s'està treballant dins de la base existent del sistema.
- Manteniment més fàcil: com que les solucions configurades són més properes al sistema estàndard, són més fàcils de mantenir. No s'ha de reelaborar personalitzacions extenses quan es publiquin actualitzacions.
- Escalabilitat: els sistemes configurats sovint són més escalables, fet que permet respondre de manera més eficient al creixement o als canvis dels requisits empresarials.
- Risc reduït: com que no es modifica la programació bàsica de l'ERP, hi ha menys possibilitats d'introduir defectes o problemes que puguin interrompre les operacions.

Tanmateix, la configuració no està exempta d'inconvenients. És possible que es trobin aspectes que no encaixin bé amb els requisits del negoci, i aquí és on entra la personalització. Seguidament s'anoten els avantatges de la personalització d'un ERP:

- Ajust perfecte: la personalització permet ajustar el sistema ERP per a què es correspongi correctament amb les operacions empresarials determinades. És com tenir una solució construïda des de zero per satisfer les necessitats específiques.
- Avantatge competitiu: tenir un sistema que s'adapti perfectament a les demandes pot proporcionar un avantatge competitiu substancial. Es pot veure l'evolució del mercat i a les sol·licituds dels clients més ràpidament.
- Experiència d'usuari millorada: la personalització pot donar lloc a una interfície i un flux de treball més fàcils d'utilitzar, augmentant l'adopció i la productivitat dels usuaris.
- Abordar demandes complexes: per a empreses amb operacions altament especialitzades o complexes, la personalització pot ser l'única opció eficient per atendre aquestes demandes.

Però tot i així, la personalització també té els seus inconvenients. A continuació es llisten algunes consideracions crucials a tenir en compte:

- Trobar l'equilibri adequat per a les actualitzacions: les personalitzacions poden fer que les actualitzacions dels sistemes siguin més complicades i requereixin temps. És possible que s'hagi de reconstruir el codi a mida per tal de complir amb la versió actualitzada de l'ERP, fet que pot provocar que els canvis clau es retardin.
- Càrrega de manteniment: les personalitzacions requereixen manteniment i assistència contínues. Calen recursos per garantir que el codi personalitzat segueixi sent compatible i funcional a mesura que evoluciona el sistema ERP.
- Cost elevat: les personalitzacions poden ser cares, tant pel que fa a la creació inicial com al manteniment continu. És fonamental avaluar els avantatges potencials enfocant d'aquests costos.
- Experiència: una personalització eficaç requereix el coneixement dels sistemes ERP i dels llenguatges de programació. Si la companyia no té coneixements interns, és possible que s'hagi de treballar amb consultors o desenvolupadors externs.

En el procés de triar un ERP personalitzable, és crucial establir termes clars en un contracte entre el client i el proveïdor de l'ERP, sobretot si el client requereix adaptacions específiques. Aquest contracte hauria d'incloure els costos addicionals per aquestes personalitzacions, a més del preu bàsic de l'ERP i els mòduls seleccionats. També és important detallar els termes de llicència, les responsabilitats relatives al manteniment, incloent l'actualització regular del codi específic de les funcionalitats addicionals, i les clàusules que regeixen l'auditoria i ús de l'ERP [p.e. 10, 11, 12, 13, 14].

- Auditories i ús excessiu: El contracte ha d'especificar clarament els drets i limitacions respecte a les auditories per part del proveïdor de l'ERP. Això inclou la freqüència amb què es poden realitzar aquestes auditories i les penalitzacions per l'ús excessiu de llicències. Una bona pràctica és acordar un període determinat per a ajustar el nombre de llicències necessàries i evitar sancions per ús excessiu [11].
- Responsabilitats de manteniment i propietat del programari: Cal definir qui és responsable de la resolució de problemes del programari i quines són les limitacions de l'ús del programari. Això pot incloure restriccions

en el nombre d'usuaris o en les ubicacions geogràfiques on es pot utilitzar el programari. També és vital aclarir la propietat del programari, especialment quan hi ha múltiples proveïdors o revendedors involucrats [12].

- Negociació de costos i abast del projecte: Els costos de manteniment poden superar el preu inicial del programari en pocs anys. Per això, és crucial negociar aquests costos des de l'inici. A més, s'ha de definir amb precisió l'abast del projecte per evitar sorpreses o costos addicionals a causa de canvis imprevistos o ambigüitats en el contracte [13]. S'ha d'indicar clarament si el contracte de programari ERP permet la rescissió dels serveis de suport sense rescindir la pròpia llicència i/o rescindir determinats serveis de suport per separat.
- Protecció de dades i clàusules de terminació: És essencial incloure clàusules de protecció de dades al contracte, especialment en els serveis basats en el núvol, si és el cas. A més, les clàusules de suspensió o finalització de la llicència o servei són importants de definir correctament, ja que l'ERP pot ser essencial per a les operacions de l'empresa. Aquestes clàusules han de limitar els motius de terminació i establir procediments per a la notificació prèvia i la correcció de fallades.
- Participació i revisió legal: L'equip legal i els experts tècnics han de jugar un paper important en la revisió del contracte. Això assegura que tots els aspectes legals i tècnics siguin considerats, i que el contracte reflecteix adequadament les necessitats de l'empresa. Això inclou la revisió de clàusules relacionades amb la propietat intel·lectual, indemnitzacions i responsabilitats [14].

En conclusió, la negociació d'un contracte per a l'adquisició d'un ERP personalitzat requereix una anàlisi detallada i la participació de múltiples parts interessades, incloent equips legals, tècnics i de gestió. La claredat en els termes del contracte i una entesa precisa de les responsabilitats i costos implicats són claus per a una relació fructífera i efectiva entre el client i el proveïdor de l'ERP.

- **Instal·lació i desenvolupament:** Un cop escollit el proveïdor que ofereix el sistema més adequat, passem a la fase d'instal·lació del sistema. Això implica configurar i personalitzar el software per a donar suport a les necessitats dels requeriments anotats dels projectes de l'empresa, si així s'ha acordat prèviament.

Si el sistema requereix instal·lació de nou hardware per a requerir el funcionament de l'ERP, l'empresa proveïdora proporciona el suport i la instal·lació d'aquest.

Seguidament, l'equip de consultors ha de desenvolupar una formació entre els empleats necessaris per tal de poder ajudar als clients a ajustar-se amb el nou sistema. També cal migrar les dades del sistema anterior a l'ERP que s'està implementant. Per això cal començar un pla per a la migració de dades, que pot ser complex, ja que sovint implica extreure, transformar i carregar dades de múltiples sistemes, que poden emprar diferents formats o mantenir dades duplicades o errònies. Cal anar en compte en no migrar simplement totes les dades històriques del sistema anterior, ja que moltes poden resultar irrelevants o obsoletes. Cal fer de la transició a un nou sistema ERP com una oportunitat per a netejar dades innecessàries i racionalitzar les que facin falta per a implementar el nou sistema.

Seguidament, si el client ha demanat un ERP amb funcionalitats personalitzades, el fabricant ha de desenvolupar el sistema per tal d'adaptar-lo a les necessitats específiques del sistema de l'empresa. Això implica personalitzar els mòduls i processos segons les operacions i fluxos de treball. Aquests poden ser mòduls de comptabilitat, gestió de magatzem, producció, recursos humans, entre altres. Per fer això cal acordar amb el proveïdor com canviar el codi per tal que l'ERP contingui els nous mòduls i funcions que es necessiten per complir els fluxos de treball que vol l'empresa.

- **Testing:** Un cop obtingut i instal·lat l'ERP seleccionat, concurrentment s'ha d'anar testejant abans de desplegar-lo públicament a tots els empleats. Cal veure que l'equip de projectes provi els mòduls i prestacions que ofereix l'ERP, i desenvolupar errors o ajustaments basat en els resultats.

Els empleats haurien de poder realitzar les seves funcions diàries amb el nou sistema sense cap problema a l'hora d'emprar totes les capabilitats que s'ofereixen. A més, també és bon moment per a fer test de les dades migrades de sistemes anteriors i anar introduint la formació als usuaris.

- **Deployment:** En aquesta etapa el sistema entra en funcionament. Cal estar preparat per a tractar possibles problemes, ja que hi pot haver components que no funcionin correctament o empleats de l'empresa que no saben com funcionen certs aspectes, malgrat la formació. Per això l'equip de projecte ha d'estar accessible per a ajudar als usuaris a comprendre el sistema i intentar solucionar qualsevol problema.

Algunes dades es poden migrar abans del desplegament, com s'ha comentat anteriorment, mentre que d'altres, com les transaccions actuals, cal migrar-les just abans de posar en marxa el sistema.

Pot ser que algunes organitzacions posin en marxa alguns mòduls de l'ERP en comptes de desplegar-los tots simultàniament. Es van posant en marxa a mida que estiguin ben desenvolupats i testejats. D'altres companyies, per tal de minimitzar el risc, continuen usant els sistemes més antics en paral·lel amb la nova implementació de l'ERP durant un temps, tot i que això pot afegir al cost total del projecte i reduir la productivitat dels usuaris.

- **Supòrt:** En aquesta fase es tracta d'assegurar que el sistema funciona i que la companyia aconsegueix els beneficis desitjats. L'equip de projecte segueix responsable del sistema ERP però en aquest cas la seva funció és respondre el *feedback* dels usuaris i fer els ajustaments del sistema necessaris. En aquesta etapa, pot ser que se segueixi requerint desenvolupament i configuració adicional de noves prestacions per al sistema.

S'aniran instal·lant periòdicament noves actualitzacions de software (o potser de hardware, depenent de les necessitats de l'empresa), al llarg del temps. Si l'ERP és basat al núvol, el proveïdor farà les actualitzacions automàticament. En cas que el client tingui una versió personalitzada de l'ERP, prèviament s'haurà acordat quin tipus de suport es donarà sobre els aspectes i funcionalitats addicionals. Això implica com es manegen els canvis i actualitzacions i, donar suport al client per tal que s'adaptin al màxim als seus processos empresarials.

Les fases prèviament abordades representen el procediment típic que un proveïdor d'ERP segueix per implementar el seu producte en les empreses clients. En el cas d'EDISA, el seu ERP ofereix una varietat de més de 30 mòduls. En aquest escenari, les empreses clients, que solen ser mitjanes i grans empreses de diversos sectors, tenen l'oportunitat de seleccionar els mòduls que millor s'ajustin a les seves necessitats. A través d'un contracte personalitzat, es determina el preu de l'eina seleccionada.

És rellevant destacar que EDISA no proporciona productes personalitzats per als clients; més aviat, ofereix l'ERP tal com està desenvolupat. El client exerceix la llibertat de decidir quins mòduls i eines vol incorporar per gestionar eficaçment les seves operacions. Això proporciona una flexibilitat valuosa, ja que les empreses poden adaptar l'ús de l'ERP a les seves necessitats específiques sense comprometre la funcionalitat global del sistema.

Posteriorment a la selecció, els clients reben actualitzacions periòdiques per les eines seleccionades i gaudeixen de l'assessorament i suport d'un equip dedicat d'EDISA en cas de qualsevol problema. Aquest model de suport demostra l'atenció continuada de l'empresa cap als seus clients, assegurant que els beneficiaris de l'ERP rebin assistència eficient per mantenir el rendiment òptim del sistema al llarg del temps.

Un cop vistos els passos per a la implementació d'un sistema ERP a una empresa, veurem quins són els beneficis que aporta un sistema com aquest a una companyia. Els sistemes ERP unifiquen tots els departaments en un sistema únic i, per tant, els beneficis són clars. És per això que durant les passades dècades moltes empreses continuen buscant maneres d'aconseguir avantatges estratègics i competitius amb aquestes tecnologies [15].

Els avantatges més notables de la implementació d'ERPs a les companyies són els següents [16]:

- **Seguretat de les dades:** El fet que totes les dades estiguin unificades en un únic sistema, en comptes d'estar repartides en diverses eines amb diferents nivells de seguretat, fa que augmenti el seu nivell de protecció. Si el sistema ERP té totes les dades al núvol, aquestes dades queden repartides en múltiples servidors remots, d'aquesta manera queden protegides contra un únic punt de fallada, fent la seguretat de les dades més robusta. Això és especialment important si la companyia ha de tractar en dades sensibles de clients.
- **Dades centralitzades:** La informació de tots els departaments d'una companyia queda guardada en un únic lloc. D'aquesta manera s'evita que les dades estiguin en diferents fulls de càlcul o d'altres aplicacions i que el personal l'hagi de cercar allà on sigui. A més, amb les dades descentralitzades, es pot resultar a dades duplicades o formats inconsistents, fet que pot donar més problemes.

En un ERP queda unificat i estandarditzat totes les dades en un únic sistema amb el mateix format. Així és més fàcil fer anàlisis i aconseguir informació per a prendre decisions més ràpidament.

- **Augment de la productivitat:** Un sistema ERP pot donar un gran avantatge en productivitat. Un d'ells és que automatitza moltes tasques bàsiques i repetitives, fent que empleats puguin treballar en altres projectes que donin més valor a l'empresa. Tasques com cercar informació i recollir dades de diferents processos es poden fer més ràpidament tenint un sistema ERP unificat a l'empresa.
- **Visibilitat:** Tothom a l'empresa té visibilitat dels diversos aspectes del negoci, fent d'aquest fet un benefici fundamental de tenir un ERP. Ajuda als directius i gestors realitzar millors decisions perquè tenen accés a més context rellevant que els pot assistir.

La visibilitat sobre l'estat dels processos i les dades gestionades per altres equips acaba beneficiant tots els equips i col·laboradors individuals, permetent-los fer la seva feina de manera més eficient. A més, elimina el temps i l'esforç invertits en intentar simplement trobar aquesta informació.

- **Escalabilitat:** Una altra gran millora que dóna un sistema ERP en una empresa resideix en la capacitat d'ofrir funcionalitats que es necessiten i, alhora, hi ha la possibilitat d'afegir més capacitats en un futur. És a dir el sistema pot créixer i evolucionar desenvolupant noves funcionalitats o mòduls.

Si l'empresa té plans de creixement ràpids, la major escalabilitat la proporcionarà un sistema ERP al núvol. Aquests, a l'estar executats en servidors remots, és més senzill afegir recursos addicionals que siguin necessaris per a mantenir la solució funcionant de manera eficient.

- **Mobilitat:** La última tendència dels ERPs d'avui en dia és fer que les funcionalitats del sistema siguin visibles en dispositius mòbils. Molts clients els interessa completar les tasques en un sistema ERP des d'un entorn adaptable per a mòbils i tauletes. Els usuaris accedeixen als sistemes al núvol a través del web i poden visualitzar gràfics, taules, reports, entre d'altra informació des d'un navegador mòbil. Fins i tot alguns proveïdors ofereixen aplicacions mòbils per proporcionar al client una experiència més adaptada visualment per a tot tipus de dispositius.
- **Estalvi:** Un dels factors més convinents a l'hora d'adquirir un sistema ERP és que redueix els costos generals de l'empresa, sovint en gran mesura. Com s'ha comentat anteriorment, l'automatització pot arribar a reduir moltes tasques que prèviament es feien manualment, fent que disminueixin molts costos administratius i d'operacions. El sistema també permet a les empreses l'habilitat de monitoritzar moltes funcionalitats, fent més fàcil identificar la font d'altres despeses i, d'aquesta manera, reduir costos.
- **Fluxos de treball organitzats:** Abans de l'obtenció d'un sistema ERP, moltes empreses feien la feina d'una certa manera perquè és com sempre s'havia realitzat, fet que és molt comú amb moltes companyies, i no pas perquè siguin la millor opció. Un ERP pot ajudar en aquest sentit, eliminant passos i introduint altres millores per fer que els processos es facin més ràpids i fàcils.

De la mateixa manera que un ERP estandarditza dades, com hem comentat anteriorment, també estandarditza els fluxos de treball. Un ERP erradica discrepàncies i s'assegura que tothom segueix les mateixes pràctiques òptimes, evitant que diversos empleats o departaments gestionin els mateixos processos de manera diferent.

- **Generació d'informes a temps real:** La capacitat de generar informes és un dels avantatges més importants de l'ús d'un sistema ERP. Permet personalitzar informes a través de totes les seves funcions i mòduls, com poden ser finances,

inventari, comandes, vendes, màrqueting, recursos humans, entre d'altres. Tot allò que es vulgui mesurar en una empresa, pot ser calculat per una solució ERP a partir de fer el seguiment del rendiment dels diferents components del negoci.

Si l'informe reflecteix les dades més recents, la informació estarà actualitzada i es podran prendre decisions a temps real a mesura que es produeix cada venda.

- **Millor servei al client:** Un ERP ajuda a les empreses a millorar el seu servei perquè mostra tota la informació del client, des d'informació de contacte fins a historial de vendes i casos de suport, tot en un únic lloc. Això facilita solucions més ràpides i una experiència personalitzada quan els clients necessiten assistència.
- **Flexibilitat:** Les plataformes ERP estan dissenyades per funcionar per a empreses de tota mena, la raó per la qual els principals proveïdors han incorporat una gran flexibilitat als seus sistemes. Aquesta flexibilitat permet als usuaris adaptar el sistema per satisfer les seves necessitats específiques, com ara processos únics o indicadors poc comuns.

Aquesta flexibilitat és especialment important a mesura que l'empresa evoluciona amb el temps. Els fluxos de treball més eficients podrien canviar amb el temps, i aquesta flexibilitat significa que el sistema encara pot funcionar per a la companyia, sense necessitat de reemplaçar-lo.

- **Previsió:** Una empresa només pot estar preparada pel que s'aproxima si sap el què ha d'esperar. És aquí on entra la previsió. A partir d'una àmplia col·lecció de dades històriques, entre d'altres *inputs* per predir la demanda futura, els ingressos, les despeses i d'altres xifres, les previsions són més precises fent ús d'un sistema ERP. Això és així perquè es basen en informació més precisa i completa, ja que totes aquestes dades es troben en un lloc únic.

Com a conclusió, dels punts vistos anteriorment, podem dir que la implementació d'un sistema ERP comporta avantatges significatius que transcendixen la gestió de dades i processos. A través de la centralització de departaments, es crea una base per a beneficis estratègics i competitius. A més de l'automatització, que redueix costos, la flexibilitat inherent dels sistemes ERP permet adaptacions a mesura que l'empresa evoluciona. Amb fluxos de treball organitzats i interconnexió eficaç entre departaments, els ERPs es converteixen en una inversió clau per a la millora global de l'eficiència empresarial.

Vist això, cal comentar que l'evolució dels sistemes ERP ha experimentat canvis significatius en la seva integració amb altres mòduls com Customer Relationship Management (CRM), Supply Chain Management (SCM), Business Process Management

(BPM), entre d'altres. Aquesta integració en un únic sistema software respon a una tendència creixent d'optimitzar la gestió empresarial a través de sistemes d'informació més holístics i integrats.

En el passat, l'adquisició d'un sistema ERP sovint no implicava la inclusió automàtica d'aquests mòduls addicionals. Les empreses solien comprar sistemes separats per gestionar diferents funcions empresarials. No obstant això, amb l'evolució de les necessitats empresarials i la tecnologia, els sistemes ERP moderns han començat a incorporar mòduls de CRM, SCM i BPM, entre d'altres, com a part integral del seu sistema ERP general. Això no només simplifica la gestió de diverses funcions empresarials dins d'una única plataforma, sinó que també millora l'eficiència i l'eficàcia en la gestió de recursos i processos empresarials.

La integració de CRM dins dels sistemes ERP, per exemple, permet una gestió més eficient de les relacions amb els clients, integrant informació de vendes, màrqueting i servei al client. De manera similar, la integració de SCM ajuda a optimitzar els processos de la cadena de subministrament, des de la planificació de la producció fins a la logística i la distribució, dins del mateix sistema ERP. Això no només millora la visibilitat i la coordinació entre diferents departaments, sinó que també pot conduir a una millora en el rendiment global de l'empresa [17].

Aquesta evolució cap a sistemes ERP més integrats i completament funcionals és una resposta a la necessitat creixent d'una gestió més àgil i eficient en un món empresarial cada vegada més complex i interconnectat. Les empreses, avui en dia, busquen solucions que no només simplifiquin els processos interns, sinó que també proporcionin una visió clara i unificada de totes les operacions empresarials, des de la gestió de clients fins a la logística i el flux de treball [18]. Aquesta integració en un producte únic permet una presa de decisions més informada i una resposta més ràpida als canvis del mercat i a les demandes dels clients.

Tot i que la implementació d'un sistema ERP pot ajudar molt a un negoci, hi ha riscos i problemes que poden sorgir a l'implementar aquest sistema [19]. Els més comuns són els següents:

- **Decidir què cal integrar:** A l'adquirir un sistema ERP cal decidir quins processos actuals haurien de ser part del sistema ERP i quins no. Una solució seria parlar amb els diferents equips de la companyia per a veure quines són les seves necessitats i fer un pla per a implementar-les al sistema.
- **ERP poc flexible:** Si el sistema no pot actualitzar-se a les necessitats del client fàcilment, el negoci pot enfocar-se a reptes d'implementació del sistema. Per això cal triar abans un sistema que s'adapti correctament al de la companyia.

- **Adaptabilitat al canvi:** Els treballadors potser no els agrada canviar la seva manera de treballar a l'hora de canviar per complet un sistema. Per això cal formar bé al personal abans de realitzar plenament la implementació de l'ERP.
- **Cost:** Tenir un sistema ERP funcionant té un cost molt elevat i, per tant, cal tenir en compte aquests costos des de bon inici.
- **No utilitzar totes les funcions:** Si el proveïdor no mostra plenament totes les funcions que pot arribar a fer un ERP per al negoci del client, hi poden haver moltes funcionalitats que queden en desús. Per això cal que tothom tingui una bona formació d'aquest sistema adquirir i assegurar-se que es fa servir en tot el seu potencial.

Vistos aquests factors podem concloure que tot i que els sistemes ERP ofereixen avantatges substancials, la seva implementació no està exempta de reptes. La selecció adequada del que s'ha d'integrar, la flexibilitat del sistema, l'adaptabilitat del personal, els costos implicats i la plena utilització de les funcions són aspectes crítics. És essencial planificar, involucrar els equips, i proporcionar formació per superar aquests desafiaments i assegurar una implementació del sistema ERP reeixida.

## 1.6. Aspectes legals

Encara que la meva responsabilitat com a programador no impliqui la manipulació directa de dades sensibles gestionades per EDISA, el meu accés al software proporcionat per l'empresa m'atorga visibilitat sobre informació confidencial relativa als usuaris i empreses que utilitzen aquest sistema. En el moment d'incorporar-me a la companyia com a nou empleat, vaig haver de signar diversos documents, en conformitat amb les normatives vigents, que regulen el tractament d'aquesta informació delicada.

Aquests documents abasten una àmplia gamma de temes, des de la política de protecció de dades personals fins al tractament de la informació confidencial en aspectes tècnics, financers i comercials. S'incorporen, a més, disposicions relatives a qualsevol altra dada personal o de qualsevol naturalesa a la qual pugui tenir accés en la meva qualitat d'empleat d'EDISA. Aquest procés de signatura és essencial per garantir la conformitat amb els estàndards ètics i legals, i reforça la responsabilitat associada al maneig d'aquesta informació sensible.

Respecte a la protecció de les dades personals, EDISA segueix una política que busca mantenir el màxim nivell de salvaguarda de la informació de les persones que formen part de l'organització. Aquest compromís va d'acord amb la legislació vigent, amb base jurídica en les normatives rellevants següents:

- Reglamento (UE) 2016/679 del Parlament Europeu i del Consell de 27 d'abril de 2016 (GDPR).
- Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de Protecció de Dades de Caràcter Personal (LOPD).
- Reglament de Desenvolupament de la LOPD (Real Decreto 1720/2017, de 21 de desembre).

## 2. Justificació

Aquest projecte ha estat proposat per EDISA a través de la plataforma de la Borsa de Treball de la UPC amb l'objectiu de presentar-lo com a una oportunitat de Treball de Fi de Grau per als estudiants de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB).

L'essència d'aquest projecte es centra en millorar el mòdul de producció de l'ERP LIBRA d'EDISA mitjançant el desenvolupament d'un mòdul gràfic dedicat a la gestió de les plantes de producció que sigui adaptable visualment per a tot tipus de dispositius i navegadors web. Aquest mòdul gràfic té com a funció representar gràficament i dinàmicament la càrrega de treball de la planta, la qual ha estat prèviament sotmesa a un algorisme de seqüenciació. L'aplicació d'aquesta funcionalitat enriqueix l'ecosistema de l'ERP, proporcionant als usuaris una eina extremadament potent i visual per a la planificació i l'assignació de recursos de forma més eficient i precisa, així com per a la millora global de la gestió de les operacions.

Però la motivació principal de plantejar-se aquest projecte ve pels problemes d'optimització que suposa contenir la funcionalitat de mostrar gràfics de tasques dins del programa LIBRA. Si bé LIBRA ja ofereix un mòdul gràfic que mostra els recursos i les tasques de plantes productives, aquest gràfic va ser desenvolupat inicialment en Visual Basic .NET fa més de 15 anys. Moltes de les funcionalitats existents al mòdul gràfic actual seran desenvolupades i adaptades dins del marc del mòdul de Mobilitat de LIBRA. Tot i així, hi ha certs aspectes que requereixen millora o no es veuen bé en pantalla, com les etiquetes de les ordres de fabricació o les vistes de recursos i tasques. D'aquests es replanteja una vista totalment nova, diferent a la ja existent, per tal de que l'usuari pugui veure eficientment aquesta informació. A part, es desenvolupen noves funcionalitats no existents al mòdul gràfic anterior, com és mostrar gràficament el percentatge de progrés de les tasques, així com mostrar l'article i el recurs que es produeix en cadascuna de les ordres de fabricació, de manera més visual i que no tapi en pantalla altres aspectes importants de les tasques o els recursos.

L'objectiu de fer-ho adaptable visualment a diversos dispositius, és poder permetre que l'usuari selezioni l'opció de dibuixar el gràfic amb els valors escollits prèviament (número de planta productiva, codi de simulació, etc.), i es mostri el mòdul de manera dinàmica per a tots els dispositius, a través d'un navegador web. Aquesta taula es podrà modificar manualment (arrossegar temporalment les ordres de fabricació, canviar el recurs d'una tasca, entre d'altres), i actualitza les dades dinàmicament amb la base de dades.

Pel que fa a la meva motivació com a estudiant i autor del treball, vaig escollir aquesta oferta, ja que em va interessar el projecte de crear un mòdul gràfic amb certes tecnologies que ja tenia experiència. A la mateixa vegada em va motivar saber que a EDISA em fan una formació en PL/SQL i el framework LIBRA de Mobilitat, que són

tecnologies que empraré durant el desenvolupament del mòdul gràfic i m'interessa aprendre.

En referència a la comparació d'aquest mòdul amb eines ja existents al mercat, trobar similituds amb altres ERPs que l'incloguin és una tasca complicada. No obstant això, altres softwares de gestió ofereixen eines semblants a la que es desenvolupa en aquest projecte. Una eina comuna per a la creació d'aquest tipus de gràfics és la llibreria DHTMLX Gantt. Tot i així, ja que el gràfic que es pretén mostrar és altament específic, s'ha de desenvolupar de manera personalitzada per representar amb precisió una línia temporal que mostri els recursos i tasques d'una planta productiva. Com s'explicarà en apartats posteriors, DHTMLX Gantt és la llibreria d'interfície d'usuari seleccionada per al desenvolupament del mòdul gràfic.

Un exemple de sistema que fa servir gràfics semblants per a representar la gestió de les tasques és Odoo. Es tracta d'un sistema d'ERP, integrat en codi obert, molt popular per la seva versatilitat, que ofereix mòduls que permeten als usuaris gestionar les seves activitats mitjançant barres de tasques amb certes dependències, similars als diagrames de Gantt [20]. Aquests gràfics són utilitzats per representar gràficament les tasques en un projecte, mostrant la seva durada i la seva relació temporal amb altres tasques. A diferència del que es vol desenvolupar al mòdul de Mobilitat de LIBRA, els mòduls gràfics d'Odoo es fan servir més per a representar detalladament les fases d'un projecte. Per exemple, un projecte de programació es representa amb les fases de l'anàlisi de requisits, el disseny, la codificació, les proves i el desplegament. El que es busca al mòdul de LIBRA és representar les tasques d'una planta productiva d'acord amb els seus recursos físics que utilitza, que poden ser màquines o diversos materials per a fer els articles corresponents.

## 3. Gestió del projecte

### 3.1. Abast

En aquesta secció es defineix l'abast del treball, on s'impliquen els objectius, la definició dels objectius funcionals i no funcionals i els possibles riscos associats al desenvolupament del projecte.

#### 3.1.1. Objectius

Els objectius principals d'aquest treball de fi de grau és el desenvolupament d'un mòdul gràfic i dinàmic que sigui capaç de representar de manera visual la càrrega de treball de les plantes productives i que l'usuari pugui editar les característiques dels recursos i ordres de fabricació d'aquesta. Aquest mòdul ha d'anar integrat de manera eficient amb l'ERP de LIBRA [21] i la seva base de dades.

Per tal d'aconseguir el compliment d'aquests, s'ha definit un conjunt d'objectius més precisos:

1. **Integració eficient amb LIBRA ERP:** Assegurar que el mòdul gràfic s'integra de manera eficient amb l'ERP de LIBRA i la seva base de dades, garantint la coherència i la integritat de les dades. A més, assegurar que el mòdul gràfic s'ajusti a la interfície forms de LIBRA per a garantir la coherència de les dades.
2. **Representació dinàmica de la càrrega de treball:** Implementació d'una representació dinàmica de la càrrega de treball basada en un algoritme de seqüènciació prèviament calculat, oferint una visualització en temps real de les activitats de producció.
3. **Adaptable visualment a diversos dispositius:** Desenvolupament d'una interfície adaptable visualment a través de la interfície de Mobilitat, assegurant la compatibilitat i l'ús eficient del mòdul gràfic amb diversos dispositius.
4. **Millora del gràfic del Mòdul de Producció de LIBRA:** Substitució i millora del mòdul gràfic existent al mòdul de producció de LIBRA d'EDISA. Aquesta millora inclou mantenir les funcionalitats principals i afegir-ne de noves si és necessari per a una gestió més eficient de recursos i ordres de fabricació.
5. **Investigació i implementació de funcionalitats noves:** Investigació de noves funcionalitats o millores en la representació gràfica de tasques de producció i recursos, amb l'objectiu de superar les expectatives i enriquir les capacitats del sistema.

Per altra banda, com a autor principal del projecte, destaco els meus objectius personals. En primer lloc, tinc com a objectiu cultivar noves competències pràctiques en Enginyeria de Software, mitjançant l'aprenentatge actiu de noves tecnologies i la millora de les habilitats en llenguatges de programació. Aquesta meta específica està dirigida a contribuir de manera substancial al meu desenvolupament professional en aquest àmbit.

En segon lloc, destacar que l'objectiu d'adquirir experiència professional en col·laboració amb EDISA representa una oportunitat valiosa per aplicar els coneixements adquirits durant els estudis en un entorn empresarial real. Aquesta exposició a dinàmiques empresarials reals no només ampliarà la meva comprensió pràctica, sinó que també em prepararà per afrontar els desafiaments professionals que pugui trobar en futurs projectes i rols laborals. En conjunt, aquests objectius personals contribuiran al meu creixement i èxit tant en l'àmbit acadèmic com en el professional.

### 3.1.2. Requisits

Aquesta secció presenta una visió general dels requisits funcionals i no funcionals del projecte que defineixen què farà el programa i amb quines garanties de qualitat. Aquests s'aniran modificant i detallant durant els primers lliuraments fins a tenir una definició clara i precisa a l'hora de començar el desenvolupament del projecte:

#### 3.1.2.1. Requisits funcionals

- **RF1 - Compatibilitat**

Com que l'ERP és compatible amb diferents dispositius mòbil i navegadors, cal que el mòdul estigui optimitzat també per tal de garantir l'accessibilitat.

- **RF2 - Gestió de recursos**

El mòdul ha de permetre a l'usuari a gestionar eficaçment l'ús dels recursos, ja sigui assignació de tasques específiques o identificació de recursos, de manera visual i senzilla.

- **RF3 - Representació dinàmica de la càrrega de treball**

El mòdul ha de mostrar dinàmicament la càrrega de treball de la planta productiva i en temps real, tenint en compte l'algoritme de seqüenciació calculat prèviament amb totes les seves dades.

- **RF4 - Personalització**

Cal permetre a l'usuari personalitzar la visualització del mòdul de producció i de la seva càrrega de treball segons les seves preferències, ja sigui per paràmetres visuals com per filtres.

- **RF5 - Edició de dades**

Cal permetre als usuaris editar les tasques i recursos sobre la línia de temps per tal de que puguin gestionar les ordres de fabricació de la planta productiva.

- **RF6 - Gestió d'Incidències**

El sistema ha de permetre la gestió d'incidències relacionades amb el mòdul de producció. S'hi inclou la seva documentació, seguiment i resolució.

### 3.1.2.2. Requisits no funcionals

- **RNF1 - Look and feel**

Al tractar-se del desenvolupament d'un mòdul gràfic per a plantes productives de l'ERP, és essencial fer la interfície gràfica còmoda i senzilla per a l'usuari. El mòdul ha de representar de manera simple els valors calculats a partir de dades de la BD.

Per tal de complir aquest requisit cal acordar amb els consultors i el ponent l'estil gràfic del mòdul per tal que encaixi amb LIBRA.

- **RNF2 - Manteniment i suport**

El sistema del mòdul ha de ser dissenyat amb la facilitat de manteniment i el suport en ment per minimitzar els temps d'aturada i resoldre ràpidament els problemes.

- **RNF3 - Escalabilitat del sistema**

El sistema ha de ser escalable per tal de suportar totes les peticions dels usuaris a l'hora de demanar dades.

- **RNF4 - Fiabilitat**

El sistema ha de ser robust i estar disponible de manera consistent i sense interrupcions.

- **RNF5 - Documentació**

Cal facilitar una completa documentació i ben actualitzada per als usuaris i desenvolupadors del sistema.

- **RNF6 - Compliance normatiu i privacitat**

El sistema ha de garantir la privadesa de la informació que emmagatzema dels clients. Així doncs, és imprescindible tenir en compte totes les lleis relacionades amb la privadesa de les dades tant d'un usuari com d'una empresa.

Com que l'objectiu d'aquest projecte parteix d'un programa funcional que té unes funcionalitats molt semblants, alguns dels requisits anotats anteriorment ja complien amb la versió anterior. Aquests són els següents: RF2, RF4, RNF3, RNF4 i RNF6.

### 3.1.3. Riscos

A continuació, s'enumeren possibles riscos a l'hora de desenvolupar aquest projecte. Es valoren els possibles obstacles que en poden sorgir durant la seva execució i es plantegen plans alternatius per a afrontar cada escenari. Aquestes estratègies poden incloure la dedicació d'hores addicionals per a resoldre els problemes o l'ajustament de la planificació del projecte per prevenir-ne la seva aparició.

Per a cada risc se'n valora la probabilitat de que passi i l'impacte que tindria al desenvolupament del projecte.

#### 3.1.3.1. Inexperiència en diverses tecnologies

Tot i tenir experiència en HTML, JavaScript i SQL, que són els llenguatges requerits per aquest projecte, hi ha molts aspectes que no domino. Per començar, per la gestió de bases de dades, com que es fan en un entorn Oracle, es fa servir PL/SQL [22] com a llenguatge principal. Tot i ser molt semblant a SQL hi ha molta sintaxi que és diferent i que caldrà aprendre durant la formació. Ja es preveu dedicar-hi tres tasques de la planificació a la formació d'aquests llenguatges exclusivament.

#### 3.1.3.2. Calendari tancat

Un dels riscos més grans és la possible incorrecta estimació del temps necessari. Com que el treball es realitza amb un calendari tancat, és essencial garantir que no es sobrepassi la data límit amb tasques pendents de desenvolupament. Per això cal una prudent planificació, tal i com es planteja a l'assignatura de GEP, i abordar qualsevol error de manera immediata i eficient. Com que es segueix una metodologia clàssica (no àgil), es preveu sobreestimar el temps d'algunes tasques per deixar un marge d'error.

#### 3.1.3.3. Bugs

L'aparició de bugs (errors en el codi) pot comportar una gran pèrdua de temps a l'hora de desenvolupar un software. Depèn de quin, la seva solució pot comportar minuts o hores a l'hora de debugar. Es tracta de prevenir i reduir aquest temps fent tests del codi contínuament

D'aquests bugs no només es tenen en compte els errors que es facin com a programador del projecte si no els bugs que puguin sorgir a l'hora d'integrar amb el programa de LIBRA que encara no s'hagin trobat.

#### 3.1.3.4. Avaries tecnològiques

Durant el desenvolupament, és possible que es produueixin fallades tecnològiques en determinats moments. Això pot afectar tant als equips de treball com als serveis, i és crucial tenir en compte que aquestes fallades poden resultar en una pèrdua significativa de temps.

La Taula 2 següent mostra el nivell de probabilitat i impacte de cadascun dels riscos anomenats anteriorment.

Risc	Probabilitat	Impacte
Inexperiència en diverses tecnologies	Mitjana	Baix
Calendari tancat	Baixa	Alt
Bugs	Mitjana	Mitjà
Avaries tecnològiques	Baixa	Baixa

Taula 2. Identificació dels riscos amb la seva probabilitat i impacte sobre el desenvolupament

## 3.2. Metodologia i rigor

### 3.2.1. Metodologia de treball

Durant el Grau en Enginyeria Informàtica s'aprenen dues metodologies de treball per al desenvolupament de projectes: la metodologia en cascada [23], on les tasques es realitzen de manera seqüencial de principi a fi, i la metodologia àgil [24], que implica la realització de petites iteracions i permet adaptar la forma de treballar segons les condicions del projecte, aportant així flexibilitat en el seu desenvolupament.

La gran majoria d'empreses tecnològiques avui en dia funcionen amb metodologies àgils, però en aquest cas per la manera com funcionen a EDISA i per les característiques del projecte es fa servir una metodologia clàssica per aquest treball. Amb aquesta metodologia es desenvoluparà una aplicació amb una sèrie de requeriments i no se seguirà un desenvolupament per versions funcionals incremental. Tot i així, per tal d'organitzar les tasques millor, he decidit com a autor del projecte utilitzar algunes de les eines que es fan servir en metodologies àgils. En aquest context, la metodologia més adequada per coordinar i veure el progrés de les tasques és Kanban.

Kanban [25] és una metodologia àgil que es basa en el concepte de controlar i gestionar d'una manera visual el flux de treball, les tasques i les activitats. S'utilitza una taula, que generalment consta de quatre columnes que representen el flux de treball, mentre que les targetes situades a sota d'aquestes columnes representen les tasques. A la Figura 5 següent es mostra un esquema de com seria una taula Kanban.

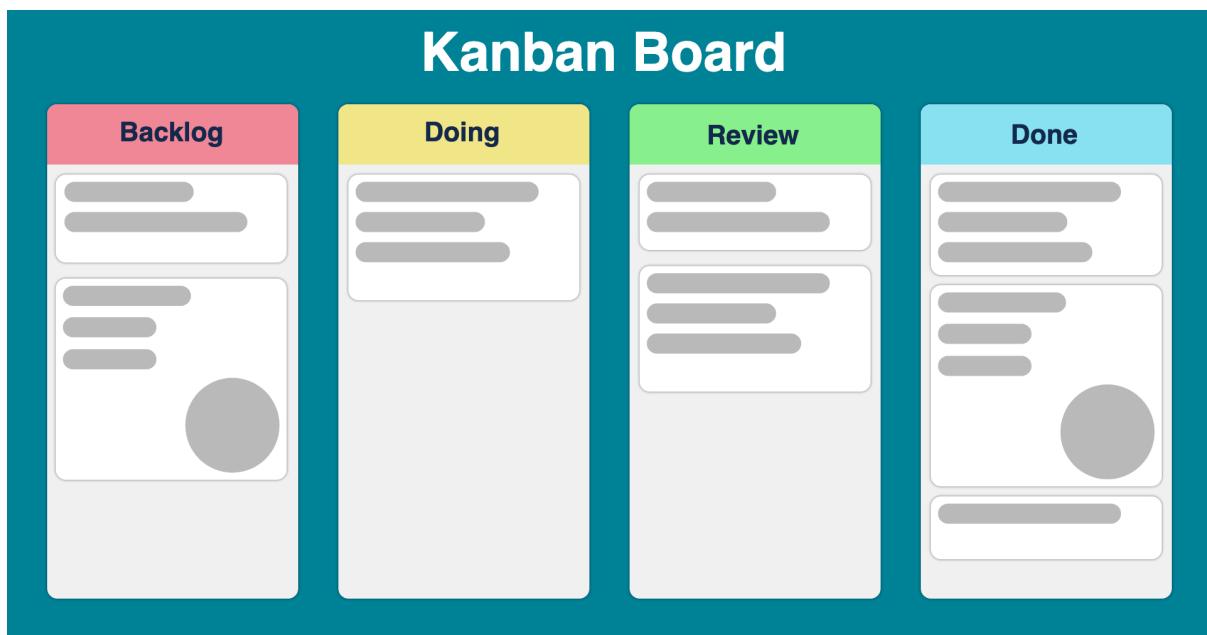


Figura 5. Taula Kanban. Font: WIKIMEDIA COMMONS. “Kanban (development)”

Les columnes, que representen el flux de treball, generalment són les següents:

- **Backlog:** Les tasques que queden per a realitzar del desenvolupament.

- **Doing:** Tasques que s'estan realitzant.
- **Review:** Tasques ja realitzades però que falta revisió.
- **Done:** Tasques acabades i realitzades.

Cal remarcar que el *Kanban* que se seguirà, les tasques a realitzar es posen totes a la columna *Backlog* i s'aniran afegint per fases tal i com està explícit a l'apartat de Tasques.

Tot i ser un treball on s'empra una metodologia individual, periòdicament es tindran reunions amb el director del treball i dos consultors que treballen a l'empresa i estan especialitzats en el mòdul de producció. És important destacar que aquestes reunions no seguiran el format diari típic de les metodologies Scrum i ni tampoc es seguirà una estructura de treball similar a aquesta.

### 3.2.2. Metodologia de desenvolupament i validació

A continuació s'enumeren les eines de desenvolupament i validació del projecte d'acord amb les metodologies de treball escollides:

- **Microsoft Teams:** És l'eina de comunicació utilitzat amb l'empresa. Aquesta facilita el contacte, ja sigui per xat o per videotrucada, amb els consultors i el director del treball a EDISA quan no es pugui fer presencialment a l'oficina.
- **Taiga:** [26] És una eina d'administració de projectes amb metodologies àgils. Es poden emprar diferents plantilles, tant per *Kanban* com *Scrum*, o totes dues, depenent de quina sigui la metodologia de treball
- **Github:** [27] És un sistema per a gestionar repositoris que utilitza el sistema de control Git. Permet la contribució de diversos usuaris en un mateix repositori de manera remota.

Pel que fa a la validació, la comunicació amb el ponent del projecte és continuada, ja sigui per correu electrònic o mitjançant reunions de videoconferència a través de Google Meet. Això permet validar les tasques realitzades i assegurar que la redacció de la memòria del treball és adequada.

### 3.3. Gestió del temps

Aquest treball forma part de la modalitat B i, per tant, es desenvolupa conjuntament amb l'empresa EDISA. El nombre d'hores està definit en el conveni formatiu, amb una durada total de 450 hores. S'ha acordat dedicar-hi 5 hores diàries en el desenvolupament del projecte, incloent-hi les dues setmanes inicials de formació a EDISA. S'han iniciat les activitats a EDISA el 18 de setembre, i la intenció és completar-les durant la setmana del 22 de gener, coincidint amb la presentació i defensa del treball, tal i com es mostra a la Figura 6 següent:

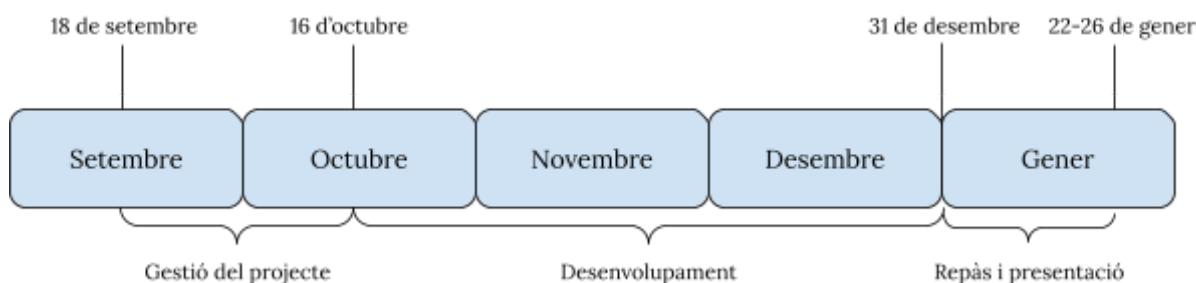


Figura 6. Planificació general del treball. Font: Elaboració pròpia

La formació que proporciona EDISA té una durada de 3 setmanes (d'entre el 18 de setembre fins al 16 d'octubre) i durant aquestes també es realitza la introducció de la gestió del projecte amb l'assignatura de GEP (un cop acabada l'assignatura, la gestió de projecte com a tal continua al llarg de tot el projecte). Cada setmana es fa formació d'un tema diferent: la primera del llenguatge PL/SQL, la segona del framework de Mobilitat de LIBRA i la tercera és del mòdul de producció i tots els seus termes. Un cop acabada, o simultàniament a l'última setmana de formació, es comença el desenvolupament del mòdul gràfic que es planteja al treball.

#### 3.3.1. Tasques

A continuació s'identifiquen i es descriuen les tasques que es duen a terme en aquest projecte. Les separen en les fases de gestió del projecte, desenvolupament, redacció de la memòria i seguiment:

##### 3.3.1.1. Tasques de gestió del projecte

Aquí s'enllistaran totes les relacionades amb l'assignatura de GEP, en la qual es fa una planificació del projecte

- **GP1. Contextualització i abast (30 h)**

Es redacta un document on es defineix el context del projecte, identificant el problema, les parts interessades i alguns conceptes previs; es descriu l'abast, anotant els objectius i els requisits del projecte, i es planteja la metodologia que es segueix.

- Dependències: Cap.

- **GP2. Planificació temporal (20h)**

S'elabora un document on s'enumeren les tasques del projecte, la durada que tindran i els recursos necessaris per a completar-les. Es realitza un diagrama de Gantt del projecte i plans per a gestionar els riscos.

- Dependències: GP1

- **GP3. Gestió econòmica i sostenibilitat (20 h)**

Es redacta un document on es descriu el pressupost de costos i de gestió, i s'elabora un informe de sostenibilitat.

- Dependències: GP2

- **GP4. Manteniment de documents i eines de gestió del projecte (15 h)**

S'elabora un document com a entrega final de l'assignatura de GEP que inclou els documents realitzats anteriorment revisats, corregits els errors i redactat els aspectes que mancaven. També s'inclou la gestió de la taula Kanban la qual s'ha introduït a l'apartat de la metodologia.

- Dependències: GP3

- **GP5. Reunions de seguiment (10 h)**

Aquesta tasca agrupa totes aquelles reunions que s'han realitzat amb el ponent i director del projecte per tal de mantenir un seguiment del desenvolupament del projecte.

- Dependències: Cap

### 3.3.1.2. Tasques de desenvolupament

En aquest apartat s'enumeren totes aquelles tasques relacionades en la formació, preparació, desenvolupament i revisió del projecte:

- **DM1. Formació PL/SQL (25 h)**

La primera setmana implica una formació intensiva en el llenguatge PL/SQL, facilitada per una programadora de bases de dades de EDISA. Aquesta formació consta d'exercicis pràctics que apliquen dades reals de taules de clients del sistema LIBRA, a més de la visualització de vídeos on s'ensenyen les bones pràctiques en la programació en PL/SQL.

- Dependències: Cap

- **DM2. Formació mòdul Mobilitat LIBRA (20 h)**

La segona setmana es realitza una formació del funcionament del framework Mobilitat de LIBRA. Es realitza una formació dirigida per un programador de LIBRA i es realitzen diversos exercicis creant programes dins dels mòduls de

Mobilitat. Aquests exercicis inclouen el desenvolupament en JavaScript, PHP i PL/SQL.

- Dependències: DM1

- **DM3. Formació mòdul de producció (25 h)**

Juntament amb un consultor d'EDISA, es farà una formació del mòdul de producció, on s'aprendran tots els termes que són necessaris per al desenvolupament del mòdul gràfic. Aquesta formació aborda els tipus de recursos i tasques que empren els clients de LIBRA i com representar-los bé gràficament. Tot i no estar vinculada directament amb aspectes tecnològics, aquesta formació és essencial per comprendre de manera integral el que es desenvolupa.

- Dependències: DM2

- **DM4. Preparació de l'entorn (5 h)**

Abans de començar a desenvolupar el mòdul gràfic cal preparar l'entorn de treball que EDISA proporciona. Aquesta preparació inclou adquirir el software de LIBRA, configurar l'eina del PL/SQL developer per garantir l'accés a les bases de dades, obtenir permisos d'accés als mòduls de mobilitat i producció, així com als editors de text utilitzats en els projectes de LIBRA. També és necessari assegurar l'accés a les eines de comunicació internes d'EDISA per a una integració efectiva del sistema.

- Dependències: DM2

- **DM5. Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats (30 h)**

Aquesta tasca implica la programació detallada de la barra de navegació del mòdul gràfic per a LIBRA, assegurant que totes les funcionalitats siguin implementades amb èxit. Això inclou la creació de botons, enllaços i altres elements interactius necessaris per a la navegació eficient dins del sistema.

- Dependències: DM4

- **DM6. Desenvolupament de gràfic de recursos (20 h)**

En aquesta tasca es realitza el desenvolupament del gràfic que representa els recursos d'un mòdul de producció dins del sistema LIBRA. Això inclou el desenvolupament d'un diagrama de barres horizontals on es mostren els recursos i els temps en que s'empren cadascun d'ells.

- Dependències: DM5

- **DM7. Desenvolupament de gràfic de tasques (20 h)**

Aquesta tasca consisteix en el desenvolupament del gràfic que representa les tasques d'un mòdul de producció. Això implica un gràfic semblant al de recursos (amb barres horizontals i representant el temps de cada tasca) però més gran i detallat. En aquest s'ha de poder editar les tasques fent clic a elles, canviar els

atributs que siguin necessaris i guardar els canvis a la base de dades corresponent.

- Dependències: DM5

- **DM8. Desenvolupament de les vistes (10 h)**

Cadascun dels gràfics de tasques i de recursos del mòdul de producció, s'han de poder veure en vistes individuals i una conjunta. És a dir es desenvolupa una vista detallada per al gràfic de tasques, una pel de recursos i una conjunta per comparar els temps de les tasques i recursos sobre una mateixa línia temporal. D'aquesta manera permet a l'usuari analitzar la informació des de diferents perspectives.

- Dependències: DM6, DM7

- **DM9. Connexió amb base de dades (20 h)**

Un cop programada la part gràfica on es faran servir dades de jocs de prova, caldrà establir connexió amb la base de dades real de LIBRA, per tal de tractar els gràfics tal i com ho voldrien els usuaris. Això implica establir protocols de comunicació eficients entre el mòdul gràfic i la base de dades d'EDISA.

- Dependències: DM6, DM7

- **DM10. Desenvolupament edició dels gràfics (30 h)**

En aquesta tasca es desenvolupen els gràfics de manera que puguin ser editats per l'usuari. Les línies de progrés de cada tasca o recurs poden ser modificades temporalment movent les barres horizontals del gràfic. Això requereix permetre-ho gràficament i que la base de dades sigui notificada d'aquest moviment.

- Dependències: DM9

### 3.3.1.3. Tasques de redacció de la memòria

- **RM1. Memòria final (90 h)**

Es dedica gran part del treball a la documentació de tot el que s'ha realitzat durant el desenvolupament del treball. Aquesta tasca és contínua durant el llarg del treball.

- Dependències: Cap.

- **RM2. Presentació del projecte (15 h)**

Es realitza una presentació on es mostra i es defensa la feina feta durant el desenvolupament del treball. Aquesta tasca inclou la preparació d'aquesta presentació, així com proves del funcionament de tot allò desenvolupat, de manera que el tribunal pugui entendre el que s'ha fet. Té un component de presentació interna per l'empresa i una presentació acadèmica per l'universitat

- Dependències: RM1

A continuació, per tal de resumir totes les tasques definides anteriorment es presenten a la Taula 3 següent. Cal aclarir que la columna duració són les hores a realitzar per l'autor del projecte:

Codi	Tasca	Duració (h) Autor	Duració (h) Altres rols	Dependència	Recursos tecnològics	Recursos humans
Tasques de gestió del projecte						
GP1	Contextualització i abast	30	4	-	GS, DI, TG	AP, TT, DP, PP
GP2	Planificació temporal	20	2	GP1	GS, DI, TG	AP, TT, PP
GP3	Gestió econòmica i sostenibilitat	20	1	GP2	GS, DI, TG	AP, TT, PP
GP4	Integració document final	15	2	GP3	GS, DI, TG	AP, TT
GP5	Reunions de seguiment	10	10	-	GS	AP, TT, DP, PP
Tasques de desenvolupament						
DM1	Formació PL/SQL	25	5	-	PD, LB, GS	AP, PB
DM2	Formació mòdul Mobilitat LIBRA	20	5	DM1	PD, LB, LM, VS	AP, CE, PF
DM3	Formació mòdul de producció	25	5	DM2	LB, LM	AP, CE
DM4	Preparació de l'entorn	5	1	DM3	PD, VS, LM	AP, CE
DM5	Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats	30	5	DM4	PD, LB, LM, VS	AP, PF
DM6	Desenvolupament de gràfic de recursos	20	5	DM5	PD, LB, LM, VS	AP, PF
DM7	Desenvolupament de gràfic de tasques	20	2	DM5	PD, LB, LM, VS	AP, PF
DM8	Desenvolupament de les vistes	10	1	DM6, DM7	PD, LB, LM, VS	AP, PF

DM9	Connexió amb base de dades	35	5	DM6, DM7	PD, LB, LM, VS	AP, PB
DM10	Desenvolupament edició dels gràfics	40	5	DM9	PD, LB, LM, VS	AP, PF
Tasques de redacció de la memòria						
RM1	Memòria final	90	10	-	GS, DI, TG, ZO	AP, TT, PP, DP
RM2	Preparació defensa del TFG	15	-	RM1	GS, DI	AP
TOTAL		430	69			

Taula 3. Taula resum de les tasques. Font: Elaboració pròpia

<sup>1</sup>Veure l'apartat 1.2 per les definicions dels recursos

Les hores totals de totes les tasques són 430, tal i com es veu a la taula anterior. Tot i així el conveni amb EDISA està fixat en 450 hores, de manera que es deixa un marge de 20 hores per tal d'assumir les desviacions que hi puguin haver durant el desenvolupament del projecte. Aquest marge es deixa per tal de seguir la metodologia clàssica que s'ha decidit que es seguirà per realitzar aquest treball.

### 3.3.2. Recursos

Tot seguit, es mostren els recursos humans i tecnològics necessaris per al desenvolupament del projecte:

#### 3.3.2.1. Recursos humans

- **[AP] Autor del projecte:** L'estudiant que desenvolupa el projecte a EDISA.
- **[TT] Tutor de GEP:** Comprova la correctesa dels lliuraments de GEP.
- **[DP] Director del projecte:** Realitza amb l'autor del projecte reunions per a planificar el desenvolupament i el seguiment del projecte.
- **[PP] Ponent del projecte:** Realitza amb l'autor del projecte reunions de seguiment sobre el desenvolupament del projecte i la correctesa de la memòria escrita.
- **[CE] Consultors d'EDISA:** Proporcionen coneixement sobre el funcionament d'EDISA i tots els seus mòduls.
- **[PB] Programadors Bases de dades:** Fan formació de PL/SQL i ajuden a l'autor en les dificultats relacionades amb la crida a la base de dades i els algorismes de seqüenciació que s'hi computen.
- **[PF] Programadors del framework Mobilitat:** Ajuden a l'autor al desenvolupament del mòdul gràfic al framework de Mobilitat.

### 3.3.2.2. Recursos tecnològics

- **[VS] Visual Studio Code:** IDE per a desenvolupar en PHP i JavaScript, entre d'altres llenguatges de programació amb els que calgui desenvolupar durant el projecte.
- **[PD] PL/SQL Developer:** IDE per a desenvolupar en el llenguatge PL/SQL i SQL així com gestionar les bases de dades.
- **[LB] LIBRA:** Software ERP d'EDISA sobre on s'haurà de desenvolupar el projecte.
- **[LM] LIBRA Mobilitat:** Mòdul web on, connectat amb LIBRA, caldrà realitzar el mòdul gràfic sobre el mòdul de producció.
- **[GS] Google Suite:** Eines de Google, on s'inclou Gmail, Docs, Sheets, Drive, etc.
- **[DI] Draw.io:** Aplicació per a realitzar figures i diagrames per a la documentació.
- **[TG] Taiga:** Eina per a gestionar les tasques i realitzar el diagrama de Gantt.
- **[ZO] Zotero:** Eina per a gestionar les referències a la memòria del treball.

### 3.3.3. Gantt del projecte

A continuació, a la Figura 7 es mostra el diagrama de Gantt<sup>2</sup> del projecte<sup>3</sup>. Cada columna del mes representa una setmana.

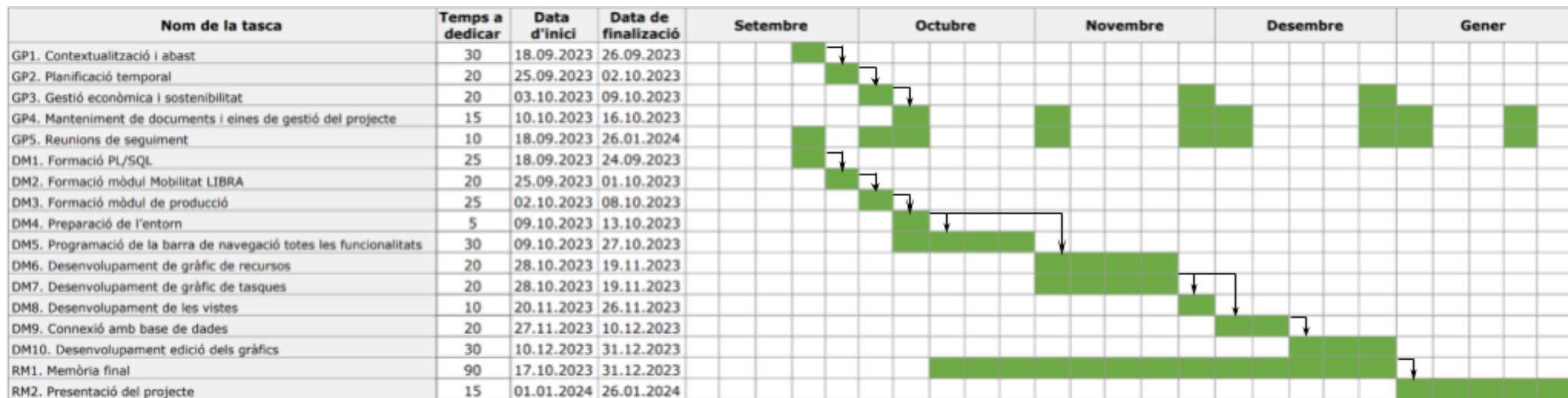


Figura 7. Diagrama de Gantt inicial. Font: Elaboració pròpia

<sup>2</sup>El diagrama de Gantt és una representació gràfica d'un pla de projecte que mostra les tasques a realitzar sobre una línia temporal. Per més informació, consultar l'enllaç a [28].

<sup>3</sup>Veure la plantilla que s'ha emprat per elaborar el diagrama de Gantt de la Figura 7, a [29].

### 3.3.4. Gestió del risc: Plans alternatius i obstacles

En aquest apartat es valoren els possibles obstacles que poden sorgir durant el desenvolupament del projecte i quin és pla de gestió d'aquests riscos. Es descriu com prevenir-los i com gestionar-los si aquests es generen.

Risc	Probabilitat	Impacte en hores
Inexperiència en diverses tecnologies	Mitjana	20
Calendari tancat	Baixa	10
Bugs	Mitjana	30
Avaries tecnològiques	Baixa	5

Taula 4. Taula de riscos amb la probabilitat que succeeixin i l'impacte en hores. Font: Elaboració pròpia

Com bé s'ha comentat a l'apartat de la descripció de les tasques, algunes s'han sobreestimat per tal d'ajustar-se a les desviacions que puguin sorgir durant el desenvolupament del projecte. Més endavant, quan es vagi avançant el projecte, es prendrà com a exemple les tasques que s'han anat desviant en el temps i es tornaran a estimar les tasques encara pendents segons l'experiència viscuda durant el desenvolupament. És a dir, s'anirà controlant la planificació inicial i s'anirà refent a mida que s'avanci el treball.

#### 3.3.4.1. Inexperiència en diverses tecnologies

Pel que fa al risc de inexperiència en les tecnologies de desenvolupament, ja es preveia des del principi que caldrien diverses tasques de formació en les tecnologies que s'empren a EDISA (veure les tasques DM1, DM2 i DM3, a l'apartat 5.1.2). La probabilitat de que succeeixi, tal i com que es mostra a la Taula 4, és considerada mitjana. Això és degut a la meva experiència prèvia en algunes de les tecnologies, mentre que en altres tinc menys coneixements. En conseqüència, existeix un risc moderat de pèrdua de temps durant el desenvolupament del projecte.

Les tecnologies que tinc menys experiència són els llenguatges PL/SQL i PHP, i totes aquelles eines que formen part de l'ERP LIBRA i els seus mòduls. Per tant, el pla alternatiu per tal de minimitzar el risc, tenint en compte ja les tasques de formació, és augmentar el nombre d'hores amb els mateixos recursos que hi ha disponibles. Això es faria obrint una tasca addicional de formació (no cal que sigui de 20 hores o més però sí unes certes hores de dedicació per a repassar conceptes) que s'activaria encas de que fos necessari adquirir més experiència en les tecnologies.

#### 3.3.4.2. Calendari tancat

El risc del calendari tancat, tal i com s'indica a la Taula 4, té una probabilitat baixa de que succeeixi, ja que tenim present des de bon principi quan comença i quan acaba el

projecte. Ja durant la planificació s'ha tingut en compte aquest factor dividint les tasques en fases i calculant-ne aproximadament el seu temps de desenvolupament. Com que es realitza una metodologia de treball clàssica (en cascada) el pla més llògic és sobreestimar el temps d'algunes tasques per tal de deixar-se marge.

Com que sempre s'ha de considerar un impacte en hores, s'indica que són 10 hores, ja que poden aparèixer desviacions. Per tant, el pla és afegir-hi temps de treball amb els mateixos recursos disponibles, és a dir, no cal ampliar-los.

### 3.3.4.3. Bugs

El risc de bugs és bastant probable que passi, ja que és molt comú en el desenvolupament de qualsevol software, per tant, el risc és mitjà. Aquest risc es minimitza fent tests contínuament per tal d'assegurar-nos que no hi ha cap error i si apareixen, poder-lo solucionar el més aviat possible.

També, pel que fa a LIBRA en concret, com que es tracta d'un ERP, és a dir, un programa molt complex i en constant desenvolupament, existeix la possibilitat que s'hagin de gestionar bugs encara no detectats en els mòduls on calgui integrar l'aplicació que es desenvolupa

El plans alternatius serien afegir dues tasques per tal de trobar-hi soluciò a aquests errors, ja siguin meus o a l'hora d'integrar, però mantenint els mateixos recursos: una tasca de proves, per dedicar temps a resoldre activament els errors, i una acció correctora que s'executaria amb gent d'EDISA per tal de resoldre problemes d'integració amb l'ERP LIBRA.

### 3.3.4.4. Avaries tecnològiques

Aquest risc, tal i com es descriu la Taula 4, té una probabilitat baixa de que succeeixi. És possible, però, que hi hagi una fallada tecnològica en determinats moments afectant els servidors o els equips de treball. Però es calcula que l'impacte seria baix i, si succeís, el pla alternatiu seria fer ús d'una infraestructura de backup alternativa d'EDISA. Les 5 hores representades a la taula han sigut considerades considerant que com a molt es pot perdre una jornada de treball per tal de tornar a posar en marxa la infraestructura afectada.

## 3.4. Gestió dels costos. Pressupost

### 3.4.1. Identificació dels costos

Per identificar el pressupost estimat per al desenvolupament d'aquest projecte, hem revisat les tasques definides en el diagrama de Gantt i hem atribuït els costos associats a cadascuna d'elles. A continuació, detallarem els costos relacionats amb els recursos humans, els materials i altres despeses.

#### 3.4.1.1. Costos de personal per activitat (CPA)

Bona part del cost d'un projecte prové de les despeses en recursos humans. Sense aquestes, el desenvolupament del projecte no seria possible, per tant cal fer una bona aproximació del cost per hora de cadascun dels diferents rols. Els salaris aproximats s'han calculat a partir de la recerca feta a la pàgina de Glassdoor [30]. S'han classificat a els rols pels que exerceix l'autor del projecte (Taula 5) i els que exerceixen altres actors que participen al projecte (Taula 6). Aquests sous són en brut i a la columna de la dreta es calcula el salari més els impostos corresponents:

Rol	Cost per hora (€)	Cost per hora + S. S. Patronal (€)
[CP] Cap de projecte	24.52	31.88
[AS] Analista de software	18.27	23.75
[DS] Desenvolupador software	21.63	28.12
[D] Dissenyador	14.42	18.75

Taula 5. Taula de costos per cada rol com a autor del projecte. Font: Elaboració pròpia

Rol	Cost per hora (€)	Cost per hora + S. S. Patronal (€)
[TT] Tutor de GEP	20.86	27.12
[DP] Director del projecte	29.33	38.13
[PP] Ponent del projecte	20.86	27.12
[CE] Consultors d'EDISA	16.83	21.88
[PB] Programadors Bases de dades	17.31	22.50
[PF] Programadors del framework Mobilitat	17.79	23.13

Taula 6. Taula de costos per cada rol. Font: Elaboració pròpia

Com veiem a les Taules 5 i 6 anteriors per cada rol es fa una estimació del sou per hora i del sou incloent la Seguretat Social (on multipliquem el cost per 1.3). El cost estimat extret de la pàgina de Glassdoor (filtrant els sous a la ciutat de Barcelona) és el sou anual, per tant, s'ha hagut de calcular tenint en compte que es treballa en jornada completa el sou per hora amb la següent fórmula:

$$\text{€/hora} = \frac{(\text{sou a l'any}/12 \text{ mesos})/30 \text{ dies}}{8 \text{ hores}}$$

Tot i haver calculat les estimacions dels costos a partir de fer recerca per Internet, aquests no volen dir que coincideixin amb els de l'empresa amb la qual faig el treball, EDISA. El meu rol durant el desenvolupament del treball és principalment de desenvolupador de software, tot i que a vegades també puc exercir d'analista, dissenyador o cap de projecte.

A continuació, a la Taula 7, s'observa el cost que suposa cada tasca i els rols que han intervingut en cadascuna:

Codi	Tasca	Duració autor (h)	Duració altres rols (h)	Hores										Cost (€)
				CP	AS	DS	D	CE	TT	DP	PP	PB	PF	
GP1	Contextualització i abast	30	4	30					2	1	1			1075.89
GP2	Planificació temporal	20	2	20					1		1			685.58
GP3	Gestió econòmica i sostenibilitat	20	2	20					1		1			685.58
GP4	Integració document final	15	2	15					2					519.92
GP5	Reunions de seguiment	10	10	10					3	5	2			626.27
DM1	Formació PL/SQL	25	5		15		10				5			655.75
DM2	Formació mòdul Mobilitat LIBRA	20	5		20		2				3			675.55

DM3	Formació mòdul de producció	25	5			15	5	5				5	737.45
DM4	Preparació de l'entorn	5	1			5		1					162.48
DM5	Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats	30	5		5	20	5					5	890.55
DM6	Desenvolupament de gràfic de recursos	20	5			10	10					5	584.35
DM7	Desenvolupament de gràfic de tasques	20	2		5	10	10					2	633.71
DM8	Desenvolupament de les vistes	10	1			8	2					1	285.59
DM9	Connexió amb base de dades	20	5		5	15						5	635.05
DM10	Desenvolupament edició dels gràfics	30	5			20	10					5	865.55
RM1	Memòria final	90	10	70	10	10			5	4	1		3065.54
RM2	Preparació defensa del TFG	15	-	15									478.2
		405	69									TOTAL	13,135.61

Taula 7. Costos per tasca. Font: Elaboració pròpia

Un cop calculats els costos per rols, és interessant comparar-lo amb el cost real del recursos humans d'aquest projecte, és a dir, el meu sou com a autor del projecte a EDISA. El meu sou per hora és de 10 € tal i com marca el conveni de pràctiques en empresa de la FIB - UPC. Per tant, comptant que es treballa a mitja jornada de 5 hores al dia, el cost mensual es confecciona de la següent manera:

$$\text{Cost mensual RRHH reals} = 5 \text{ hores} \times 10 \text{ €} \times 20 \text{ dies laborables} = 1000 \text{ €}$$

Aquest, evidentment, es tracta del sou en brut. Si es tenen en compte els impostos de la Seguretat Social la remuneració neta per al treballador és d'uns 960 € al mes aproximadament en funció del mes corresponent.

Com es veu a la taula anterior, la suma d'hores total de les tasques, sense tenir en compte les hores addicionals per a imprevistos i problemes que sumarien a les 450 hores que té el conveni, és de 405 hores. A 10 € l'hora el cost real total dels costos dels recursos humans són 4050 €.

### 3.4.1.2. Costos genèrics (CG)

En aquesta secció es descriuen tots els costos de les eines de desenvolupament utilitzades en el marc d'aquest projecte. Aquesta descripció inclou els costos del programari, eines específiques de desenvolupament, llicències necessàries, i hardware que s'utilitza.

#### 3.4.1.2.1. Hardware

A la següent Taula 8 s'hi enumeren els recursos hardware (la majoria proporcionat per l'empresa EDISA) que s'utilitzen en el desenvolupament del projecte amb el seu cost d'amortització:

Recursos hardware	Cost (€)	Amortització (€)
(Portàtil) HP ProBook 450 G6	765.00	65.34
(Ratolí) Logitech B100	11.99	1.02
(Monitor) Philips 223V5LHSB2/00	97.99	8.37
(Teclat) Logitech K120	18.64	1.59
TOTAL	893.62	76.32

Taula 8. Taula recursos hardware. Font: Elaboració pròpria

El cost de l'amortització s'extreu del següent càlcul:

$$\text{Amortització recurs} = \frac{\text{Cost recurs hardware (€)} \times \text{mesos laborals projecte}}{\text{Anys vida útil} \times 12 \text{ mesos}}$$

El càlcul prové de tenir en compte que el conveni es considera que té 4.1 mesos, la vida útil d'un dispositiu, com un ordinador portàtil, és de 4 anys [31], multiplicat per 12 per obtenir els mesos de vida útils. Amb aquest càlcul es té en compte que l'empresa té a disposició el hardware durant tota la jornada laboral.

### 3.4.1.2.2. Software

Pel que fa al software emprat durant el desenvolupament del projecte, a la següent Taula 9 estan numerats els seus costos:

Recursos software	Cost (€)
Visual Studio Code	0.00
PL/SQL Developer	243.00
Google Suite	0.00
Draw.io	0.00
Taiga	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>243.00</b>

Taula 9. Taula recursos software. Font: Elaboració pròpia

El software de desenvolupament essencial per a la gestió de les bases de dades de l'ERP LIBRA és PL/SQL Developer i, per tant, és l'únic software del qual EDISA paga anualment una llicència. El preu d'aquesta eina és de 243 € per usuari. Totes les altres eines, ja sigui per a desenvolupar el projecte com per a redactar de la memòria de treball són gratuïtes.

### 3.4.1.2.3. Altres despeses

Pel que fa a altres despeses fora dels recursos de hardware o software per al desenvolupament es troba el consum energètic, Internet i d'infraestructura. Les oficines d'EDISA Barcelona es troben a un centre coworking al districte d'Horta-Guinardó.

Tenint en compte que el lloguer mitjà per metre quadrat d'oficines és de 14.04 €, l'any 2023 [32], i la part de l'oficina d'EDISA fa uns 200 m<sup>2</sup>, a continuació, a la Taula 10, es fa una estimació dels costos de l'ús de tota la infraestructura:

Descripció	Cost per mes (€)	Cost estimat total (€)
Lloguer oficina	2,808	14,040
Consum energètic	370	1,850
Connexió a Internet	45	225
<b>TOTAL</b>	<b>3,223</b>	<b>16,115</b>

Taula 10. Taula altres despeses. Font: Elaboració pròpia

El preu de l'internet prové de tenir una connexió per a oficines amb l'empresa Movistar de 300Mb.

Donat que el preu del consum energètic a Espanya és últimament d'uns 0.153 €/kWh aproximadament [33], he fet un petit càlcul del cost aproximat tenint en compte els recursos que s'empren un dia laborable a l'oficina:

$$(100 \text{ W} \times \text{Número d'ordinadors}) + (0.2 \text{ kW}/\text{il·luminació}) + (1 \text{ kW}/\text{climatització}) + (1 \text{ kW}/\text{altres dispositius})$$

### 3.4.2. Estimació dels costos

En aquest apartat s'analitzen tots els costos enumerats anteriorment i se'n consideren els imprevistos i la contingència, que es considera que és del 15 % en aquest sector. A la següent Taula 11 es calculen els costos estimats per la contingència:

Contingència	Cost (€)	Cost contingència (€)
Costos de Personal per Activitat	11,581.41	1,737.21
Hardware	893.62	134.04
Software	243.00	36.45
Altres despeses	16,115.00	2,417.25
<b>TOTAL</b>	<b>28,833.03</b>	<b>4,324.95</b>

Taula 11. Taula amb costos contingència. Font: Elaboració pròpia

A la Taula 12 següent, es detallen els imprevistos que podrien sorgir durant el desenvolupament del projecte, indicant el rol encarregat de la seva resolució i el cost estimat associat:

Imprevistos	Probabilitat (%)	Temps (h)	Rol	Cost (€)
Inexperiència en diverses tecnologies	0.30	20	Desenvolupador software	562.4
Bugs	0.40	30	Desenvolupador software	843.6
Avaries tecnològiques	0.05	5	Desenvolupador software	140.6
<b>TOTAL</b>				<b>1,546.6</b>

Taula 12. Taula amb costos dels imprevistos. Font: Elaboració pròpia

Tot i que el risc de “Calendari tancat” està anotat, no el considerem com a imprevist, ja que es resol automàticament sobreestimant els temps d’algunes tasques.

### 3.4.2.1. Pressupost final

Per concloure la compilació de costos calculada anteriorment, procedim a determinar el pressupost estimat del projecte, tal i com es veu a la Taula 13. S'inclouen tots els costos associats a les diverses tasques, incloent-hi recursos humans, materials, i altres despeses pertinents:

Costos	Preu (€)
Costos de personal per activitat (CPA)	13,135.61
Hardware	893.62
Software	243.00
Altres despeses	16,115.00
Contingències	4,324.95
Imprevistos	1,546.6
<b>TOTAL</b>	<b>36,259.78</b>

Taula 13. Taula amb el pressupost estimat del projecte. Font: Elaboració pròpia

Tal i com s’ha comentat a l’apartat 3.4.1.1. sobre els costos de personal per activitat (CPA), és interessant veure quin és el pressupost final tenint en compte el cost real dels recursos humans tenint en compte la meva remuneració com a treballador d’EDISA. Segons els càlculs realitzats a la secció 3.4.1.1., el cost dels CPA es xifra en 1000 €, resultant en un cost total sumant les hores dedicades a les tasques de 4050 €. Si recalculem el pressupost final incorporant el cost real dels recursos humans, aquest ascendeix a 27,173.17 €.

### 3.4.3. Control de gestió

En aquesta secció, es detallen els diferents mecanismes per tal d’analitzar el progrés del projecte i detectar de manera anticipada qualsevol contratemps o desviació que pugui sorgir durant el seu desenvolupament. Amb aquest control es pot saber més endavant si hi ha cap desviació respecte el pressupost calculat anteriorment a partir de tots els costos considerats.

Desviació	Càcul
Desviació dels Costos de Personal	$(cost\ estimat\ CPA - cost\ real\ CPA) \times consum\ hores\ real$

per Activitat per tasca	
Desviació hores consumides per tasca	$(\text{hores estimades} - \text{hores reals}) \times \text{cost estimat}$
Desviació total dels costos de personal	$\text{cost estimat personal} - \text{cost real personal}$
Desviació total dels imprevistos	$\text{cost imprevistos estimat} - \text{cost imprevistos real}$
Desviació total d'hores	$\text{hores totals estimades} - \text{hores totals reals}$
Desviació total dels costos	$\text{costos totals estimades} - \text{costos totals reals}$

Taula 14. Taula amb les desviacions sorgides durant el projecte. Font: Elaboració pròpia

Durant el desenvolupament del projecte es faran els càlculs anteriors periòdicament per tal d'obtenir les desviacions respecte el cost, les hores i el consum reals del projecte. Es calcularan sobretot a la fita de seguiment i al final del desenvolupament. A partir d'això es determina si s'ha d'emprar la contingència calculada anteriorment.

Els imprevistos i la contingència anomenats anteriorment donen marge per cobrir les desviacions que es puguin produir, sense que el client noti un augment del cost.

## 3.5. Gestió de la sostenibilitat

### 3.5.1. Autoavaluació

Un cop completada l'enquesta que ens proporciona l'assignatura de GEP sobre els coneixements en relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) i les competències en sostenibilitat en les seves tres dimensions: social, ambiental i econòmica, queda evident que aquesta és una consideració crucial en el desenvolupament de projectes. Tot i que sovint molts àmbits de la sostenibilitat poden semblar irrelevants, sobretot per l'enginyeria informàtica, i encara més pel desenvolupament de software, realment en són importants. És fonamental orientar els projectes, independentment del seu àmbit, de manera que tinguin un impacte positiu en la societat des d'un punt de vista econòmic, ambiental i social.

En algunes assignatures realitzades durant el grau donaven importància, a través de les competències transversals, a alguns dels àmbits de la sostenibilitat, sobretot l'àmbit econòmic i social dels projectes que es desenvolupaven. El que s'ha destacat més en la majoria d'assignatures relacionades amb el desenvolupament de software és la importància d'adherir-se als principis ètics i morals a l'hora de construir aplicacions que tracten directament amb la interacció de l'usuari i les seves dades.

Quant a l'aspecte ambiental, reconec que desconeix com considerar-los més enllà de tenir en compte el consum dels dispositius emprats durant el desenvolupament. A part, intuint el que l'enquesta insinuava, he entès l'impacte que deixen els residus de hardware obsolet, sobretot en països subdesenvolupats.

Finalment, pel que fa a la dimensió econòmica, he après molt fent el càlcul dels costos del desenvolupament del projecte que he realitzat als apartats anteriors. En assignatures cursades durant la carrera, sempre havia vist tots aquests conceptes de manera molt general però mai ho havia aplicat a un projecte que jo estava desenvolupant. Aquesta experiència m'ha proporcionat una comprensió més profunda dels aspectes econòmics vinculats als projectes de desenvolupament de software.

### 3.5.2. Matriu de sostenibilitat

A partir de l'informe de sostenibilitat que s'anota a continuació, s'ha elaborat la següent matriu de sostenibilitat del projecte per tal d'avaluar el projecte des de tres perspectives: Projecte Posat en Producció (PPP), Vida Útil i Riscos. Cada un d'aquests aspectes s'avalua amb un rang de puntuacions específic:

- **Projecte Posat en Producció (PPP):** s'avalua cada cel·la d'aquesta categoria amb puntuacions del 0 al 10. Una puntuació de 10 indica que el projecte és "totalment sostenible" en aquesta fase, mentre que una puntuació de 0 significa que és "molt insostenible".

- **Vida Útil:** Cada cel·la s'avalua en un rang de 0 a 20. Una puntuació de 20 significa que el projecte és completament sostenible durant la seva vida útil (considerant les dimensions econòmica, social o ambiental), i una puntuació de 0 indica que no és sostenible.
- **Riscos:** Aquí s'utilitza una escala negativa de -20 a 0. Una puntuació de 0 suggerix que no s'han detectat riscos en relació amb els criteris sostenibles en cada dimensió (econòmica, social o ambiental). D'altra banda, una puntuació de -20 indica la presència de riscos potencialment perillosos i probables.

La suma total d'aquestes puntuacions proporciona una indicació general del nivell de sostenibilitat del projecte. Aquesta suma pot variar entre -60 i 90. Una puntuació més alta indica una major sostenibilitat, amb 90 representant un projecte totalmente sostenible i -60 un projecte completament insostenible. A la Taula 15, a continuació, es mostren les puntuacions per a cada aspecte:

	<b>PPP</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Riscos</b>
<b>Ambiental</b>	Consum del disseny	Petjada ecològica	Riscos ambientals
	7	5	-10
<b>Econòmic</b>	Factura	Pla de viabilitat	Riscos econòmics
	6	10	-5
<b>Social</b>	Impacte personal	Impacte social	Riscos socials
	8	15	-5
<b>Rang de sostenibilitat</b>	21	30	-20
		33	

Taula 15. Matriu de sostenibilitat del projecte. Font: Elaboració pròpia

En els apartats següents, es justifiquen les ponderacions assignades a la taula anterior, tenint en compte cada aspecte del projecte. Aquestes ponderacions s'han determinat basant-se en les solucions existents actualment, així com en els riscos o alternatives associades a cada un d'aquests aspectes. Aquesta quantificació formal de la Taula 15 anterior s'ha fet de manera intuïtiva per tal de tenir una idea quantificada del rang de sostenibilitat de cadascun dels tres aspectes plantejats. A continuació, es raona més detalladament el nivell de sostenibilitat de cada dimensió.

### 3.5.3. Dimensió econòmica

#### 3.5.3.1. Fita inicial

##### **Projecte Posat en Producció (PPP):**

**S'ha estimat el cost per a la realització del projecte?**

S'ha calculat un pressupost detallat de tots els recursos humans i materials, entre d'altres despeses, per tal d'estimar el cost del desenvolupament projecte. Com s'ha vist, gran part dels costos van destinats als recursos humans, ja que aquest projecte és de desenvolupament de software i el cost del hardware no és molt alt.

##### **Vida Útil:**

**Com es resolen els aspectes dels costos del problema que es vol abordar?**

Per tal de resoldre aquestes despeses caldria fer un anàlisi de viabilitat econòmica del projecte. D'aquesta manera es poden comparar els costos previstos amb els possibles beneficis. Tot i així, el sistema LIBRA el qual pertany el mòdul que cal desenvolupar és prou viable veient els anys de funcionament que porta l'ERP d'EDISA.

També es podria fer una consideració del cicle de vida del projecte, és a dir, fer un estudi dels costos al llarg del desenvolupament del projecte, com els costos de manteniment i actualització.

**En que millorarà econòmicament la solució a les existents?**

Pel que fa al factor econòmic, més clients de LIBRA estaran interessats en l'eina d'un mòdul gràfic si és més dinàmic i adaptable visualment a diferents dispositius. A més aquest mòdul ajudarà a millorar la seva competitivitat, al poder analitzar i decidir amb menys temps i eficàcia, fet que comporta un impacte econòmic positiu.

#### 3.5.3.2. Fita final

##### **Projecte Posat en Producció (PPP):**

**S'ha quantificat el cost econòmic per a la realització del projecte?**

Sí, s'ha realitzat un pressupost inicial i s'ha mantingut un seguiment d'aquest durant tot el desenvolupament del projecte, fent que el cost final sigui molt proper als costos reals estimats inicialment. Cal destacar que una part significativa d'aquest pressupost està relacionada amb els recursos humans, aspecte que s'ha gestionat amb especial atenció per a assegurar una valoració precisa i eficient del cost que representa cada rol involucrat en el projecte, incloent l'autor del projecte.

**Quines decisions s'han pres per reduir el cost? S'ha quantificat l'estalvi?**

Les principals decisions preses per reduir el cost han estat enfocades en minimitzar el temps invertit en cas d'aparició dels riscos anotats en apartats anteriors. S'ha optat per l'emmagatzematge i classificació ordenada de tots els fitxers de codi, especialment útil en cas d'avaries tecnològiques amb el servidor. Això va permetre una ràpida recuperació

durant unes interrupcions del servidor. A més, es va invertir tres setmanes en la formació sobre les tecnologies que s'utilitzarien, reduint així el risc d'inexperiència. Aquest estalvi de temps i recursos no s'ha pogut quantificar exactament en termes econòmics, ja que el temps estalviat és imprecís.

**S'ha ajustat el cost previst al cost final? S'han justificat les diferències?**

Sí, s'ha calculat el cost final sumant les contingències que han aparegut al llarg del desenvolupament i s'ha comparat amb el cost previst inicialment. Inicialment el cost total del pressupost era de 36,259.78 € i aplicant els ajustaments el pressupost ha quedat en 37,107.18 €. Aquests ajustaments venen donats per un augment d'hores en certs recursos humans per tal de realitzar certes tasques que s'han considerat allargar. Per tant, l'augment en el pressupost ha estat de 848,4 €, un increment que està cobert per les contingències i imprevistos en el pressupost inicial. Això mostra que la gestió ha estat efectiva, assegurant que qualsevol cost extra estigui previst i controlat sense problemes per al projecte. Més endavant, a l'apartat de gestió de seguiment es detalla l'augment de les tasques i es compara amb les desviacions previstes inicialment.

**Vida Útil:****Quin cost s'estima que tindrà el projecte durant la seva vida útil? Es podria reduir aquest cost per fer-lo més viable?**

El cost durant la vida útil del projecte està associat principalment al manteniment de l'eina, incloent recursos humans i materials necessaris. Amb l'ús dels clients, es preveu la demanda de noves funcionalitats i solucions, que requeriran desenvolupament per part dels programadors i consultors d'EDISA. Per tal de fer més viable aquest cost de manteniment, es podria implementar sistemes d'integració contínua, així com desenvolupar proves unitàries i d'integració automàtiques, no només per aquesta eina sinó també per tot el mòdul de Mobilitat en el qual està integrat.

**S'ha tingut en compte el cost dels ajustaments/actualitzacions/reparacions durant la vida útil del projecte?**

No s'ha inclòs en el càlcul la quantificació del cost econòmic dels ajustaments, actualitzacions i manteniment del projecte, degut a la dificultat de quantificar els recursos humans i materials necessaris per aquestes tasques durant la seva vida útil. Si que s'ha tingut en compte el cost dels ajustaments que s'han anat tenint durant les diferents fases del desenvolupament, però no s'ha quantificat el de la vida útil del projecte degut a que depèn de les demandes de noves funcionalitats dels clients.

**Riscos:****Poden produir-se escenaris que perjudiquen la viabilitat del projecte?**

Sí, poden produir-se diversos escenaris que afectessin la viabilitat del projecte. Un increment no previst dels costos, especialment en recursos humans, podria alterar negativament l'equilibri econòmic del projecte, com ja s'ha vist amb l'ajustament del pressupost inicial. A més, la gestió inadequada dels riscos identificats, com avaries

tecnològiques, podria portar a retards i costos addicionals. El manteniment i les actualitzacions durant la vida útil del projecte també representen un risc econòmic, especialment si els costos són més alts del previst o si augmenta la freqüència de les necessitats de manteniment. Finalment, la demanda de noves funcionalitats pels clients podria incrementar substancialment els costos operacionals i de desenvolupament, comprometent així la viabilitat a llarg termini del projecte.

### 3.5.4. Dimensió ambiental

#### 3.5.4.1. Fita inicial

##### **Projecte Posat en Producció (PPP):**

##### **S'ha estimat el cost ambiental per a la realització del projecte?**

El cost ambiental només s'ha tingut en compte pel que fa al consum energètic dels dispositius hardware i la infraestructura que s'empra durant el desenvolupament del projecte. S'ha calculat el consum elèctric dels ordinadors i altres dispositius, així com una estimació del consum energètic de les oficines.

El càlcul del consum energètic que s'ha emprat per tal de calcular el pressupost és el següent:

$$(100 \text{ W} \times \text{Número d'ordinadors}) + (0.2 \text{ kW/il·luminació}) + (1 \text{ kW/climatització}) + (1 \text{ kW/altres dispositius})$$

Donat que el número d'ordinadors a l'oficina és de 15, el consum total diari aproximat tenint en compte la fórmula anterior és de 3.7 kW.

D'altra banda, a EDISA Barcelona són rigorosos a seguir unes polítiques genèriques pel que fa al consum energètic sobretot elèctric. Aquesta és, per exemple, tancar els llums i tots els equips un cop tancada l'oficina, d'aquesta manera s'evita un excés de consum fora de les hores de treball. Tot i així, a EDISA no tenen unes polítiques específiques per a reduir el consum ambiental.

##### **S'ha considerat minimitzar l'impacte, per exemple, reutilitzant recursos?**

No s'ha tingut en compte reutilitzar recursos per disminuir l'impacte. L'únic que es pot fer per tal de tenir-ho en compte és assegurar-se que les energies de les quals en fem consum siguin renovables.

##### **Vida Útil:**

##### **Com es resol actualment el problema que es vol abordar (estat de l'art)?**

Per tal de consultar les dades del mòdul de producció de manera visual cal fer-ho obrint el gràfic ja existent dins de l'ERP.

**En que millorarà ambientalment la solució a les existents?**

Ambientalment, no millora de cap manera a la solució ja existent. Al ser un projecte de software és difícil tenir en compte l'aspecte ambiental més enllà dels dispositius hardware emprats durant el desenvolupament.

**3.5.4.2. Fita final****Projecte Posat en Producció (PPP):****S'ha quantificat el cost ambiental per a la realització del projecte?**

S'ha estimat durant la fita inicial el cost que podria suposar el cost ambiental del desenvolupament del projecte però no s'ha quantificat realment quin és el consum real exacte dels ordinadors, servidors, aparells de climatització de l'oficina, il·luminació entre d'altres dispositius.

**Quines mesures s'han pres per reduir l'impacte? S'ha quantificat aquesta reducció?**

Les mesures que s'han pres per a reduir l'impacte són les marcades per les rutines de l'oficina: apagar els llums i tots els dispositius, i apagar la calefacció o aire condicionat quan no estan en ús. Més enllà d'aquestes accions es fa difícil tenir en compte l'aspecte ambiental en un projecte de software com aquest. Per tant, no s'ha quantificat realment la reducció exacta que ha suposat aquestes accions.

**Si es fes de nou el projecte, es podria fer amb menys recursos?**

No, els recursos emprats per al desenvolupament del projecte han sigut els justos i necessaris i, per tant, no es podria fer amb menys recursos.

**Vida Útil:****Quins recursos s'estima que s'usaran durant la vida útil del projecte? Quin serà el seu impacte ambiental?**

Els recursos materials que s'empraran durant la vida útil del projecte seran els mateixos que durant el desenvolupament, és a dir, tot l'equipament de l'oficina esmentat anteriorment s'usarà també per al manteniment del mòdul gràfic. El seu impacte ambiental real vindrà determinat del manteniment que realment faci falta del mòdul, i això vindrà donat de les demandes dels clients de noves funcionalitats i solucions. Per tant, es fa difícil saber l'impacte real que suposarà.

**El projecte permetrà reduir l'ús d'altres recursos? Globalment, l'ús del projecte millorarà o empitjorarà la petjada ecològica?**

L'ús de recursos després del desenvolupament del projecte es reduirà, ja que passarà a una fase de manteniment segons les demandes dels clients. Per tant, l'ús del projecte millorarà la petjada ecològica tot i que els recursos que s'empren pel manteniment són els mateixos, però no s'utilitzen tantes hores com durant el manteniment.

**Riscos:**

**Podrien produir-se escenaris que fessin augmentar la petjada ecològica del projecte?**  
Sí, podrien produir-se escenaris que augmentessin la petjada ecològica del projecte. Això podria ocórrer a causa d'una demanda més alta del previst de manteniment i actualitzacions, que incrementaria l'ús d'energia dels equips d'oficina. A més, l'ús continuat del mateix equipament sense l'adopció de mesures addicionals per millorar l'eficiència energètica podria també contribuir a un major impacte ambiental. La manca d'una quantificació precisa de l'impacte de les mesures ambientals actuals i l'absència d'estratègies més sostenibles podrien resultar en un augment de la petjada ecològica del projecte.

### 3.5.5. Dimensió social

#### 3.5.5.1. Fita inicial

**Projecte Posat en Producció (PPP):**

**Què aportarà a nivell personal aquest projecte?**

El desenvolupament d'aquest projecte m'aportarà molt coneixement de llenguatges de programació i d'eines de desenvolupament que fins ara no he tingut l'oportunitat de explorar. A més, la col·laboració amb una empresa real, com EDISA, representa una entrada immersiva al món laboral en el sector de l'enginyeria del software.

A EDISA tinc l'oportunitat de modelar el meu projecte segons les necessitats i expectatives reals dels clients, i puc treballar conjuntament amb dissenyadors de software, consultors i altres programadors proporcionant-me una experiència enriquidora que va més enllà de la programació.

**Vida Útil:**

**Com es resol actualment el problema que vols abordar (estat de l'art)?**

Actualment, la necessitat de consultar un mòdul gràfic per tal de gestionar els mòduls de producció i les seves ordres de fabricació es fa consultant el gràfic ja existent a LIBRA. Per veure'l clarament no només és necessari disposar d'un ordinador si no d'un monitor gran.

**En què millorarà socialment (qualitat de vida) la teva solució respecte les existents?**

Com que el mòdul gràfic anirà inclòs al mòdul de mobilitat de LIBRA, és a dir, disponible a tot tipus de navegadors web, serà més fàcil per l'usuari visualitzar i modificar les dades a través de tot tipus de dispositius. A més, com que probablement s'hi afegiran més funcionalitats un cop desenvolupat el mòdul gràfic, serà més fàcil programar-ho des d'un entorn web.

**Existeix una necessitat real del projecte?**

Des del punt de vista d'EDISA, que són qui han proposat aquest projecte, aquest mòdul gràfic els interessa a diversos clients i han trobat necessari traslladar-lo al mòdul de Mobilitat per a tenir-ho a un format més modern i adaptable visualment a diversos dispositius.

**3.5.5.2. Fita final****Projecte Posat en Producció (PPP):****La realització d'aquest projecte ha implicat reflexions significatives a nivell personal, professional o ètic de les persones que han intervengut?**

Sí, la realització d'aquest projecte m'ha aportat un impacte positiu significatiu, sobretot a nivell personal i professional. A nivell personal, he experimentat un creixement i desenvolupament, enfrontant-me a nous reptes i superant obstacles. Aquesta experiència ha contribuït i enriquit les meves habilitats de resolució de problemes. Professionalment, el projecte m'ha ofert l'oportunitat d'aprendre noves tecnologies, millorar les competències tècniques i desenvolupar una major comprensió del treball en equip i de la gestió de projectes. Aquestes experiències han enfortit la meva carrera, obrint noves oportunitats i millorant les perspectives professionals.

**Vida Útil:****Qui es beneficia del projecte? Hi ha algú que se'n pot veure perjudicat? En quina mesura?**

EDISA i els seus clients interessats en aquest tipus de mòdul gràfic per a la Mobilitat de LIBRA són els principals beneficiaris del projecte. Com a autor del projecte també me'n beneficio amb experiència i una determinada remuneració dins del marc del conveni de pràctiques.

Pel que fa a possibles perjudicats, no sembla que hi hagi parts directament afectades negativament pel desenvolupament d'aquest projecte. No obstant això, és important considerar que qualsevol canvi tecnològic pot comportar desafiaments d'adaptació per a certs usuaris o grups d'interès, especialment si aquests no estan familiaritzats o còmodes amb les noves tecnologies implementades. Aquesta situació podria requerir una formació addicional o suport per facilitar una transició suau cap a la nova plataforma o sistema.

**En quina mesura soluciona el projecte el problema plantejat?**

El projecte aconsegueix eficaçment resoldre el problema plantejat, millorant el mòdul de Mobilitat de LIBRA mitjançant el desenvolupament d'una eina gràfica. Aquesta millora facilita la interacció de l'usuari i optimitza la visualització de dades, contribuint a la eficiència i modernització del sistema. En resum, el projecte satisfà els objectius inicials, proporcionant una solució integral que respon a les necessitats dels usuaris i millora el funcionament general de la plataforma.

**Riscos:**

**Podrien produir-se escenaris que fessin que el projecte fos perjudicial per algun segment particular de la població?**

Sí, podrien existir escenaris, tot i que molt menors i fàcils de resoldre, on el projecte resulti perjudicial per a certs segments de la població, com ara usuaris que no estan familiaritzats amb les noves tecnologies o els mòduls gràfics a la Mobilitat de LIBRA, que podrien trobar dificultats d'adaptació. També el manteniment de l'eina gràfica podria alterar les dinàmiques laborals existents, afectant aquells treballadors que depenen de mètodes més tradicionals, ja que el mòdul de Mobilitat és relativament nou a l'empresa i no tots els programadors hi tenen experiència. No obstant això, aquests potencials efectes negatius poden ser mitigats amb una planificació adequada, així com amb formació i suport continu als usuaris.

**Podria crear el projecte algun tipus de dependència que deixés als usuaris en posició de debilitat?**

Sí, tot i que són problemes fàcils de minimitzar, el projecte podria crear una certa dependència tecnològica que deixés als usuaris en una posició de debilitat. Això es pot donar si els usuaris es tornen excessivament dependents del mòdul gràfic per a les seves operacions diàries, sense alternatives viables o plans de contingència. Aquesta dependència es pot intensificar si el mòdul gràfic s'integra profundament en els processos de negocis dels usuaris, fent que qualsevol falla, error o obsolescència en el sistema pugui tenir un impacte significatiu en el seu funcionament. Per minimitzar aquest risc, és important assegurar-se que els usuaris disposin de suficient formació, suport i recursos per a gestionar i mantenir el sistema de manera eficient.

## 3.6. Seguiment del projecte

En aquesta secció, es detalla una anàlisi exhaustiva del seguiment del projecte, incloent els canvis rellevants que s'han produït en els àmbits d'abast, metodologia, planning i pressupost respecte la fita inicial. Aquesta revisió periòdica té com a objectiu proporcionar una visió clara de l'evolució del projecte, destacant les adaptacions i les decisions preses al llarg del procés de desenvolupament.

### 3.6.1. Abast

En l'apartat d'abast, s'han realitzat alguns ajustos a les seccions d'objectius i requisits. Pel que fa als objectius, no s'ha modificat cap dels establerts inicialment a la fita d'inici. No obstant això, s'ha optat per una reestructuració, presentant-los en una llista codificada per una millor comprensió. A la versió anterior, els objectius estaven breument explicats i barrejats en paràgrafs únics.

Pel que fa als requisits, s'ha efectuat un canvi en el requisit funcional número 5, que inicialment abordava la creació de documents a partir del gràfic, similar al que realitzen altres programes de LIBRA. Aquest aspecte s'ha reconsiderat i s'ha substituït pel requisit de personalització. Aquest nou requisit destaca la necessitat de permetre a l'usuari editar la visualització del gràfic segons els paràmetres visuals que triï, que es com es descriu seguidament als casos d'ús del disseny del projecte. Per altra banda, no s'han produït canvis a l'apartat de riscos i aquest continua sense veure's afectat per les modificacions realitzades a la fita inicial.

### 3.6.2. Metodologia

Arribats la fita final, s'ha decidit continuar amb la mateixa metodologia de treball adoptada inicialment. Les metodologies de cascada i l'ús de Kanban es mantenen per assegurar una coherència en el desenvolupament del projecte. La decisió de mantenir la metodologia original es fonamenta en la seva adaptació eficient a les característiques del projecte i la manera de treballar a EDISA.

Tot i no seguir un format diari típic de les metodologies Scrum, es realitzen periòdicament reunions amb el ponent del treball, el director i diversos consultors d'EDISA per tal d'encaminar bé el desenvolupament del projecte. Com que aquest seguiment ha estat efectiu es decideix no modificar la metodologia de treball.

### 3.6.3. Planning

Pel que fa a la gestió del temps, s'han efectuat ajustos en la durada estimada de diverses tasques, les quals han requerit més temps del previst inicialment. A més, s'han introduït modificacions en el gràfic de Gantt per reflectir amb precisió els canvis en les dates d'algunes tasques. Algunes d'aquestes han estat completades abans del previst, permetent iniciar les tasques programades posteriorment en dates anteriors a les

inicialment planejades. Aquestes adaptacions tenen com a objectiu ajustar amb precisió el calendari del projecte als progressos reals, assegurant una planificació eficient.

Concretament, s'han afegit 15 i 10 hores respectivament a les tasques DM9 i DM10, ja que estan requerint més temps del que s'havia previst inicialment. La tasca DM9 implica la connexió amb la base de dades, és a dir, transmetre tots els valors calculats als procediments dels paquets de PL/SQL en el format correcte perquè el gràfic els mostri amb precisió. Aquesta ha resultat ser una tasca més complexa del que es preveia, necessitant més hores de desenvolupament i reunió del que s'havia estimat inicialment. Pel que fa a la tasca DM10, aquesta implica el desenvolupament dels elements per permetre que l'usuari editi el gràfic. Això inclou la capacitat de moure les tasques i recalcular correctament les dates d'inici i fi en cada moviment. Aquesta tasca també ha requerit un ànalisi més profund del codi de la base de dades, traduint-se en unes 10 hores addicionals de treball de desenvolupament.

En el Gantt, s'han ajustat algunes tasques que han estat completades més ràpidament del que s'havia planificat inicialment, com la DM6 i la DM7, que s'han finalitzat dues setmanes abans. Això ha afectat el cronograma de les tasques successives, les quals han començat abans de les dates inicialment programades. Com a resposta a aquests canvis, les tasques que s'han vist afectades s'han ajustat al gràfic, reflectint-se un augment d'una setmana addicional en el temps total de dedicació.

A continuació a la Figura 8, es mostra el diagrama de Gantt modificat amb els ajustaments comentats anteriorment i es compara amb la versió inicial del Gantt:

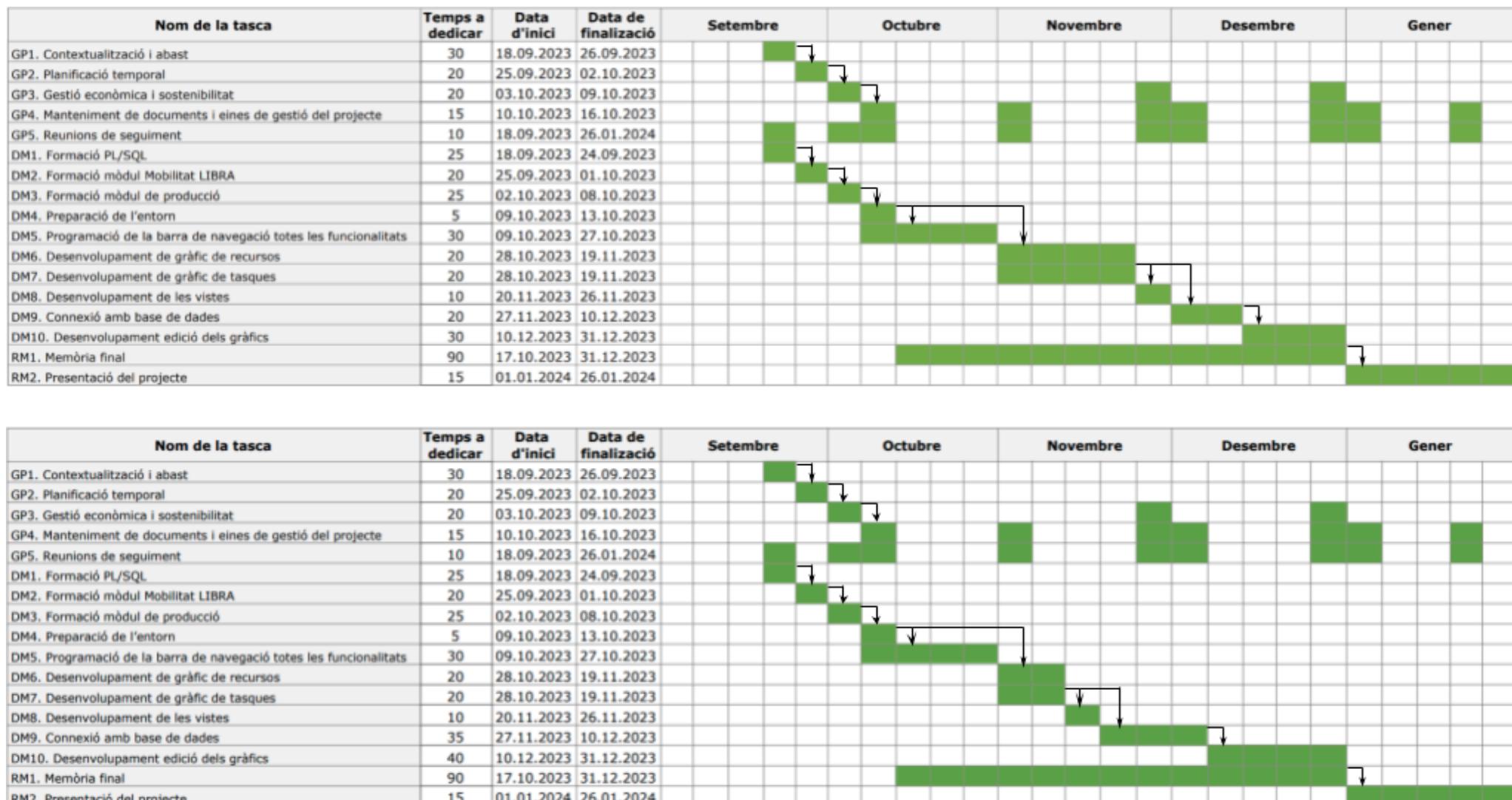


Figura 8. Diagrama de Gantt inicial (a dalt) i final (a baix). Font: Elaboració pròpia

### 3.6.4. Costos

Pel que fa al pressupost, els ajustos realitzats en els temps de les tasques definides a la fita inicial han generat una variació en el pressupost del projecte. Inicialment el cost total del pressupost era de 36,259.78 € i aplicant les ajustaments el pressupost ha quedat en 37,107.18 €. No obstant això, aquest cost addicional està significativament per sota del cost de la contingència calculada per als costos de personal per activitat, que ascendia a 1737,21 €. En aquest moment, el projecte es manté per sota del total previst per a la contingència, el qual era de 4324,95 €.

Quant al pressupost que s'ha calculat considerant el cost real dels recursos humans donada la remuneració com a treballador a EDISA, es té en compte que el cost real dels CPA es xifra en 1000 €, resultant en un cost total de 4300 € si es sumen les hores dedicades a les tasques. Si recalculem el pressupost final incorporant el cost real dels recursos humans, aquest ascendeix a 27,473.17 €.

A la Taula 16, es detallen els costos associats a les tasques descrites a la fita inicial. Seguidament, la Taula 17 presenten les hores i costos de les tasques, tal com s'han establert a la fita final."

Codi	Tasca	Duració autor (h)	Duració altres rols (h)	Hores										Cost (€)
				CP	AS	DS	D	CE	TT	DP	PP	PB	PF	
GP1	Contextualització i abast	30	4	30					2	1	1			1075.89
GP2	Planificació temporal	20	2	20					1		1			685.58
GP3	Gestió econòmica i sostenibilitat	20	2	20					1		1			685.58
GP4	Integració document final	15	2	15					2					519.92
GP5	Reunions de seguiment	10	10	10					3	5	2			626.27
DM1	Formació PL/SQL	25	5			15		10				5		655.75
DM2	Formació mòdul Mobilitat LIBRA	20	5			20		2				3		675.55

DM3	Formació mòdul de producció	25	5			15	5	5					5	737.45
DM4	Preparació de l'entorn	5	1			5		1						162.48
DM5	Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats	30	5		5	20	5						5	890.55
DM6	Desenvolupament de gràfic de recursos	20	5			10	10						5	584.35
DM7	Desenvolupament de gràfic de tasques	20	2		5	10	10						2	633.71
DM8	Desenvolupament de les vistes	10	1			8	2						1	285.59
DM9	Connexió amb base de dades	20	5		5	15							5	635.05
DM10	Desenvolupament edició dels gràfics	30	5			20	10						5	865.55
RM1	Memòria final	90	10	70	10	10			5	4	1			3065.54
RM2	Preparació defensa del TFG	15	-	15										478.2
		405	69										TOTAL	13,135.61

Taula 16. Costos per tasca - fita inicial. Font: Elaboració pròpia

Codi	Tasca	Duració autor (h)	Duració altres rols (h)	Hores										Cost (€)
				CP	AS	DS	D	CE	TT	DP	PP	PB	PF	
GP1	Contextualització i abast	30	4	30					2	1	1			1075.89
GP2	Planificació temporal	20	2	20					1		1			685.58
GP3	Gestió econòmica i sostenibilitat	20	2	20					1		1			685.58
GP4	Integració document final	15	2	15					2					519.92
GP5	Reunions de seguiment	10	10	10					3	5	2			626.27
DM1	Formació PL/SQL	25	5			15		10				5		655.75
DM2	Formació mòdul Mobilitat LIBRA	20	5			20		2					3	675.55
DM3	Formació mòdul de producció	25	5			15	5	5					5	737.45
DM4	Preparació de l'entorn	5	1			5		1						162.48
DM5	Programació de la barra de navegació totes les funcionalitats	30	5		5	20	5						5	890.55
DM6	Desenvolupament de gràfic de recursos	20	5			10	10						5	584.35
DM7	Desenvolupament de gràfic de tasques	20	2		5	10	10						2	633.71

DM8	Desenvolupament de les vistes	10	1			8	2					1	285.59
DM9	Connexió amb base de dades	35	5		5	30					5		1074.85
DM10	Desenvolupament edició dels gràfics	40	5			30	10				5		1146.75
RM1	Memòria final	90	10	70	10	10			5	4	1		3065.54
RM2	Preparació defensa del TFG	15	-	15									478.2
		430	69									TOTAL	13,984.01

Taula 17. Costos per tasca - versió final. Font: Elaboració pròpia

A la Taula 18 següent es mostra la taula inicial amb els costos generals i a la Taula 19 s'observa la taula tenint en compte els ajustaments que s'han realitzat:

Costos	Preu (€)
Costos de personal per activitat (CPA)	13,135.61
Hardware	893.62
Software	243.00
Altres despeses	16,115.00
Contingències	4,324.95
Imprevistos	1,546.6
TOTAL	36,259.78

Taula 18. Taula amb el pressupost estimat del projecte. Font: Elaboració pròpia

Costos	Preu (€)
Costos de personal per activitat (CPA)	13,984.01
Hardware	893.62
Software	243.00

Altres despeses	16,115.00
Contingències	4,324.95
Imprevistos	1,546.6
TOTAL	37,107.18

Taula 19. Taula amb el pressupost estimat del projecte - fita final. Font: Elaboració pròpia

Finalment, s'avalua a continuació els indicadors de control que s'han definit anteriorment a l'apartat de control de gestió (3.4.3):

- Desviació dels Costos de Personal per Activitat per tasca:

$$(cost\ estimat\ CPA - cost\ real\ CPA) \times consum\ hores\ real \\ = (37,107.18 - 36,259.78) \times 430 = 364,382$$

- Desviació hores consumides per tasca:

$$(hores\ estimades - hores\ reals) \times cost\ estimat \\ = (499 - 474) \times 36,259.78 = 906,494.5$$

- Desviació total dels costos de personal

$$cost\ estimat\ personal - cost\ real\ personal = 13,984.01 - 13,135.61 = 848.4$$

- Desviació total dels imprevistos

$$cost\ imprevistos\ estimat - cost\ imprevistos\ real = 1,546.6 - 1,546.6 = 0$$

- Desviació total d'hores

$$hores\ totals\ estimades - hores\ totals\ reals = 499 - 474 = 25$$

- Desviació total dels costos

$$costos\ totals\ estimades - costos\ totals\ reals = 37,107.18 - 36,259.78 = 847.4$$

## 4. Aspectes Tècnics

### 4.1. Especificació del sistema

En aquesta etapa d'especificació s'estableix els casos d'ús del sistema d'acord amb els requisits funcionals i no funcionals definits. Per a cadascun es delinea els detalls tècnics essencials per assegurar que el software compleix amb les expectatives i necessitats de l'usuari. A la mateixa vegada serveix com una guia detallada que informa a tots els implicats en el projecte tot el procés de desenvolupament i els serveix com a marc de referència.

#### 4.1.1. Diagrama de casos d'ús

A continuació, a la Figura 8, es mostra el diagrama de casos d'ús del sistema desenvolupat:

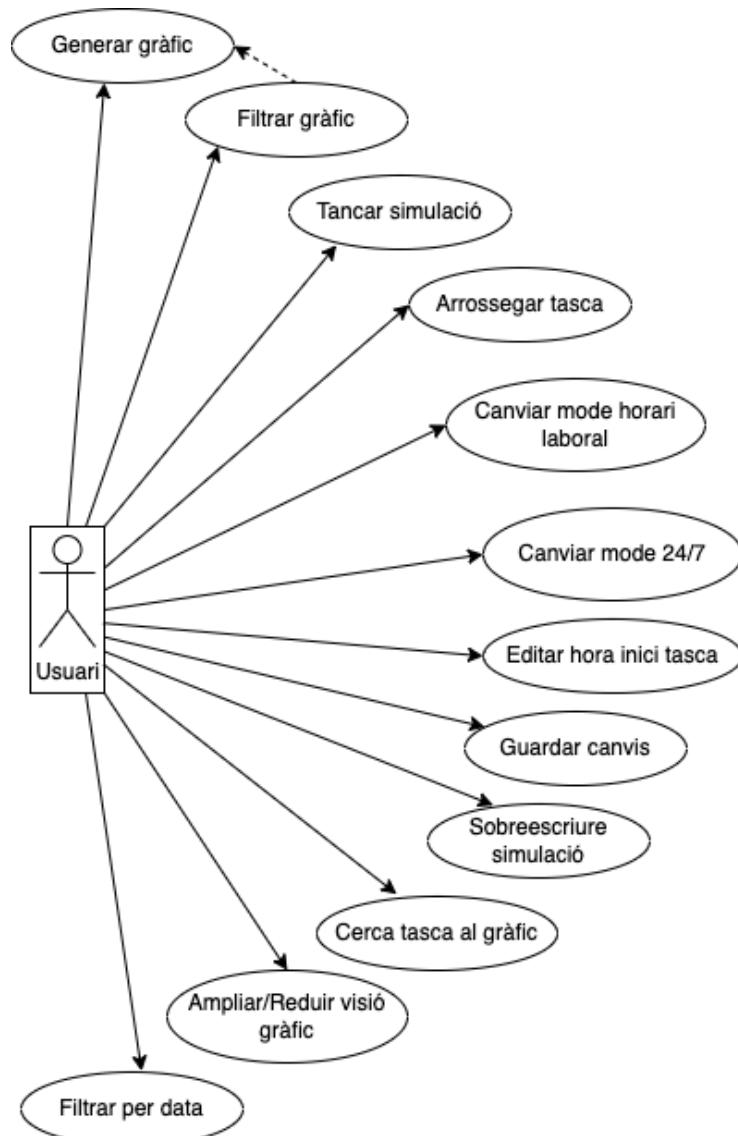


Figura 9. Diagrama de casos d'ús. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2. Llista de casos d'ús

A continuació s'enumeren els casos d'ús del sistema. Per cadascun es descriu l'actor implicat, l'objectiu, les precondicions, el procediment i les postcondicions, emprant una taula genèrica per facilitar-ne la lectura:

##### 4.1.2.1. Generar gràfic

Cas d'ús	#01	Generar gràfic
Actor	Usuari	
Objectiu	Generar i mostrar un gràfic de tasques i recursos d'una planta productiva.	
Disparador	L'usuari vol generar un gràfic.	
Precondició	Existeix una planta productiva i un codi de simulació.	
Procediment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Des de la pantalla inicial de Mobilitat, l'usuari entra al mòdul de mòdul de Producció i selecciona l'opció 'Gantt de la Carga de Máquinas'.</li> <li>2. Selecciona al camp de 'Planta Productiva' la planta que vol veure la gestió de les tasques i selecciona el 'Código Simulación'.</li> <li>3. Fa clic al botó 'Mostrar Gráfico'.</li> </ol>	
Postcondició	Es mostra una nova pantalla amb un gràfic que mostra les tasques i els recursos de la planta productiva i codi de simulació que s'ha seleccionat.	

Taula 20. Cas d'ús Generar gràfic. Font: Elaboració pròpia

##### 4.1.2.2. Filtrar gràfic

Cas d'ús	#02	Filtrar gràfic
Actor	Usuari	
Objectiu	Mostrar un gràfic de tasques i recursos d'una planta productiva aplicant els filtres seleccionats.	
Disparador	L'usuari vol filtrar un gràfic a partir de certs paràmetres.	
Precondició	Existeix una planta productiva i un codi de simulació i s'ha seleccionat algun dels filtres.	
Procediment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Des de la pantalla inicial de Mobilitat, l'usuari entra al mòdul de mòdul de Producció i selecciona l'opció 'Gantt de la Carga de Máquinas'.</li> <li>2. Selecciona un valor al camp de 'Planta Productiva' i un del</li> </ol>	

	<p>camp ‘Código Simulación’.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Aplica algun dels filtres següents: ‘Fecha Inicial Prevista’, ‘Fecha Final Prevista’, ‘Desde Orden Fabricación’, ‘Hasta Orden Fabricación’, ‘Desde Sección’, ‘Hasta Sección’, ‘Desde Tipo Máquina’, ‘Hasta Tipo Máquina’, ‘Desde Máquina’, ‘Hasta Máquina’, ‘Desde Proyecto’ i ‘Hasta Proyecto’. A tots es selecciona un valor d’una llista de valors que apareix en una pestanya, excepte als camps de dates que apareix un calendari.</li> <li>4. Fa clic al botó ‘Mostrar Gráfico’.</li> </ol>
Postcondició	Es mostra una nova pantalla amb un gràfic que mostra les tasques i els recursos de la planta productiva i codi de simulació que s’ha seleccionat aplicant els filtres seleccionats a la pantalla anterior

Taula 21. Cas d’ús Filtrar gràfic. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.3. Arrosseggar tasca

Cas d’ús	#03	Arrosseggar tasca
Actor	Usuari	
Objectiu	Arrosseggar una tasca sobre la línia de temps per canviar l’hora d’inici i fi.	
Disparador	L’usuari vol canviar d’hora una tasca determinada.	
Precondició	La tasca existeix a la planta de producció	
Procediment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S’arrossega mentre es manté clicat la tasca seleccionada al dia i hora on es vol posar.</li> <li>2. Es deixa anar la tasca al dia i hora d’inici determinada i es registra a la base de dades.</li> </ol>	
Postcondició	<p>Allà on es deixa anar la tasca la base de dades registrarà la nova hora d’inici i en calcularà la nova hora fi a partir de la duració d’aquesta.</p> <p>Hi ha una sèrie de restriccions a l’hora d’arrosseggar-les:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si la tasca s’ha deixat anar en un dia on, o bé l’hora d’inici o la de fi cauen en dia festiu o de cap de setmana, l’eina rebutja l’opció i la torna automàticament allà on era abans d’arrosseggar-la.</li> <li>- Com que la tasca té una duració predefinida, si aquesta comença en una hora determinada però no la pot acabar en aquell dia laborable, es redimensiona automàticament per a continuar-la el dia laborable següent i complir les hores que fan falta.</li> </ul>	

Taula 22. Cas d’ús Arrosseggar tasca. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.4. Canviar mode horari laboral

Cas d'ús	#04	Canviar mode horari laboral
Actor	Usuari	
Objectiu	Poder visualitzar les tasques sense dies festius i hores no laborals.	
Disparador	L'usuari vol canviar de mode de visualització per veure només les hores i dies laborals.	
Precondició	La planta productiva té definits les hores laborables diàries i els dies festius de l'any.	
Procediment	1. Es fa clic al botó amb el símbol del rellotge, a la part superior dreta de la pantalla del gràfic, que al passar el ratolí per sobre mostra el missatge 'Ver solo Horario de Trabajo'.	
Postcondició	Es redimensionen les tasques per tal de poder-les veure només en l'horari laboral que la planta productiva té definit. Els dies de cap de setmana no es veuen al gràfic i els festius estan marcats com a tal.	

Taula 23. Cas d'ús Canviar mode horari laboral. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.5. Canviar a mode 24/7

Cas d'ús	#05	Canviar mode 24/7
Actor	Usuari	
Objectiu	Poder visualitzar les tasques amb l'horari complet, amb dies de cap de setmana, festius i horaris no laborables.	
Disparador	L'usuari vol canviar de mode de visualització per veure les hores i dies laborals i no laborals.	
Precondició	La planta productiva té definits les hores laborables diàries i els dies festius de l'any.	
Procediment	1. Es fa clic al botó amb el símbol del rellotge, a la part superior dreta de la pantalla del gràfic, que al passar el ratolí per sobre mostra el missatge 'Ver solo Horario de Trabajo', quan l'horari està en mode horari laborable 2. Quan es fa clic a 'Mostrar Gráfico' a la pàgina inicial es veu el gràfic en aquest mode predeterminadament.	
Postcondició	Si prèviament el gràfic estava en mode horari laborable, es	

	mostraran els dies de cap de setmana i festius, i les hores no laborables de la planta productiva.
--	--

Taula 24. Cas d'ús Canviar a mode 24/7. Font: Elaboració pròpia

## 4.1.2.6. Editar hora inici tasca

Cas d'ús	#06	Editar hora inici tasca
Actor	Usuari	
Objectiu	Canviar hora d'inici tasca i que es mostri al gràfic allà on s'ha definit.	
Disparador	L'usuari vol canviar d'hora la tasca a una hora específica.	
Precondició	La tasca existeix a la planta productiva.	
Procediment		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es fa clic sobre la barra que representa una tasca.</li> <li>2. Sobre una nova pestanya sobre la pantalla que mostra dos camps no editables: l'ordre de fabricació i la seqüència de la qual forma part la tasca seleccionada i que l'identifica. I dos camps editables: la data d'inici i l'hora d'inici.</li> <li>3. Al seleccionar la data fi es mostra un calendari per a què l'usuari seleccione visualment la data. L'hora l'introduceix manualment seguint el format HH24:MI.</li> <li>4. Es fa clic a 'Actualizar' si es volen guardar els canvis o a 'Cancelar' si es no es volen desar als canvis i tornar al gràfic tal com estava al principi.</li> </ol>
Postcondició		<p>Es mostra el gràfic amb la tasca editada al lloc de la línia de temps que s'havia definit.</p> <p>Si el format de l'hora introduïda no és correcte surt una finestra d'error.</p>

Taula 25. Cas d'ús Editar hora inici tasca. Font: Elaboració pròpia

## 4.1.2.7. Guardar canvis

Cas d'ús	#07	Guardar canvis
Actor	Usuari	
Objectiu	Guardar els canvis de les modificacions que s'han fet al gràfic.	
Disparador	L'usuari vol desar les modificacions que ha realitzat durant la gestió de les tasques i recursos.	
Precondició	Hi ha hagut canvis al gràfic.	
Procediment		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Un cop hi ha hagut canvis al gràfic, es fa clic al botó de la</li> </ol>

	icona del disquet que posa 'Guardar' 2. Apareix una finestra que pregunta si es volen desar les modificacions. 3. Si es fa clic a 'Acceptar' es desen els canvis a la base de dades. Si es fa clic a 'Cancelar' es torna al gràfic i no es guarda res.
Postcondició	Es desen els canvis a la base de dades.

Taula 26. Cas d'ús Guardar canvis. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.8. Sobreescrivir simulació

Cas d'ús	#08	Sobreescrivir simulació
Actor	Usuari	
Objectiu	Eliminar el gràfic generat en una simulació amb totes les seves modificacions i generar-ne un de nou.	
Disparador	L'usuari vol sobreescrivir un gràfic ja generat i amb modificacions per un de nou.	
Precondició	Hi ha un gràfic creat amb el número de simulació seleccionat.	
Procediment	1. Des de la pantalla inicial es selecciona una planta productiva i un número de simulació d'un gràfic que ja ha estat generat per un usuari. 2. Es fa clic a 'Mostrar Gráfico' i apareix una pantalla que diu si es vol sobreescrivir la simulació. 3. Si es fa clic a 'Acceptar' es sobreescriva la simulació i es mostra el nou gràfic. Si es fa clic a 'Cancelar' retorna a la pantalla inicial.	
Postcondició	Es mostra un nou gràfic i es perden les dades de l'anterior simulació.	

Taula 27. Cas d'ús Sobreescrivir simulació. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.9. Cerca tasca al gràfic

Cas d'ús	#09	Cerca tasca al gràfic
Actor	Usuari	
Objectiu	Busca i mostra una tasca específica.	
Disparador	L'usuari vol cercar una tasca d'entre totes les que hi ha al gràfic.	
Precondició	La tasca que es busca ha d'exsistir a la planta productiva.	

Procediment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A la pantalla del gràfic, fa clic a la icona de la lupa a dalt a l'esquerra del gràfic.</li> <li>2. Apareix una barra de text i el nom de la tasca que es vol buscar.</li> <li>3. Les tasques s'identifiquen per el número d'ordre de fabricació i el número de seqüència.</li> </ol>
Postcondició	Apareix al gràfic la tasca cercada. Si hi ha més d'una tasca amb el mateix ordre de fabricació (OF), al cercar per aquest apareixeran totes les tasques amb a OF introduïda.

Taula 28. Cas d'ús Cerca tasca al gràfic. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.10. Filtrar per data

Cas d'ús	#10	Filtrar per data
Actor	Usuari	
Objectiu	Busca i mostra una tasca per data.	
Disparador	L'usuari vol filtrar les tasques per data sobre el gràfic ja generat.	
Precondició	Les tasques cercades amb les dates introduïdes han d'exsistir a la planta productiva.	
Procediment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A la pantalla del gràfic, fa clic a la icona del calendari a dalt a l'esquerra del gràfic.</li> <li>2. Apareix un calendari on s'hi pot seleccionar visualment el rang de dates que es vol buscar.</li> <li>3. Es selecciona la data d'inici primer i un cop fet clic es passa per sobre el calendari fins a fer clic a la data fi.</li> </ol>	
Postcondició	Apareix la tasca o les tasques amb les dates cercades. Si no n'hi ha cap el gràfic queda buit.	

Taula 29. Cas d'ús Filtrar per data. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.11. Ampliar/Reduir visió gràfic

Cas d'ús	#11	Ampliar/Reduir visió gràfic
Actor	Usuari	
Objectiu	Editar la visualització del gràfic respecte el calendari	
Disparador	L'usuari vol canviar la visualització del gràfic respecte unitats de temps.	
Precondició	Hi ha tasques i recursos en ús al calendari	

Procediment	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es fa clic a la barra d'opcions de dalt a la dreta i es selecciona una de les opcions: 'Minutos', 'Horas', 'Días', 'Semanas', 'Meses' o 'Años'.</li> <li>2. També es pot fer clic als botons '+' o '-' per ampliar o reduir el gràfic en les mateixes opcions esmentades a la barra d'opcions.</li> </ol>
Postcondició	Es mostra el gràfic sobre el calendari amb les tasques i recursos a partir de l'opció seleccionada.

Taula 30. Cas d'ús Ampliar/Reduir visió gràfic. Font: Elaboració pròpia

#### 4.1.2.12. Tancar simulació

Cas d'ús	#12	Tancar simulació
Actor	Usuari	
Objectiu	Tancar la pestanya del gràfic i tornar al menú de Mobilitat.	
Disparador	L'usuari vol tancar la simulació que representa el gràfic.	
Precondició	Hi ha una simulació oberta.	
Procediment		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es tanca la pestanya del navegador, es fa clic a tirar endarrere, o es fa clic a recarregar la pàgina.</li> <li>2. Apareix un avís que pregunta si es vol fer l'acció sense abans desar els canvis.</li> <li>3. Aquí entren dues opcions           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si no es vol guardar, es fa clic a tancar, recarregar o retrocedir a la finestra emergent d'avís.</li> <li>- Si es vol guardar, es fa clic a 'Cancel·la' i es guarda (veure cas d'ús 'Guardar canvis' a l'apartat 4.1.1.7.) abans de tornar a fer l'acció.</li> </ul> </li> </ol>
Postcondició		Es tanca la simulació i es torna al menú de Mobilitat

Taula 31. Cas d'ús Tancar simulació. Font: Elaboració pròpia

## 4.2. Disseny

La fase de disseny permet detallar com el sistema abordarà els requisits esmentats anteriorment. Aquesta etapa del projecte presentarà diversos nivells de profunditat: des del diagrama de classes global que cobreix l'abast complet del sistema, fins al detall del comportament que genera cadascun dels casos d'ús més rellevants.

El model general del sistema, com es mostra detallat en l'apartat següent, segueix un patró Model-Vista-Controlador. No obstant això, alguns dels casos d'ús mencionats anteriorment no incideixen en el model de dades associat a LIBRA, desenvolupat en llenguatge PL/SQL, sinó que incideixen directament i únicament en la capa de la vista i en la llibreria externa DHTMLxGantt en la qual es comunica, utilitzada per mostrar el gràfic.

De manera similar a com succeeix en molts softwares existents, es fa ús de la interacció amb la capa de la vista per a certes funcionalitats sense passar per altres capes. Aquestes funcionalitats inclouen mostrar elements específics en pantalla, personalitzar l'aparença o la configuració de la interfície (com temes, disseny, paràmetres de visualització o filtres), accions de navegació entre diferents pàgines o seccions d'un programa o web, expandir o replegar elements del menú, o realitzar interaccions bàsiques de la interfície d'usuari (com ara obrir un modal o una pestanya o realitzar validacions de formulari bàsiques, com la verificació del format d'una adreça de correu o la seguretat d'una contrasenya). Moltes d'aquestes accions no requereixen cap interacció amb el model de dades subjacent i, per tant, l'actor interactua únicament amb la capa superior del sistema, la vista. Encara que aquestes accions no necessiten comunicació amb les capes inferiors, ja que no requereixen informació de la base de dades ni l'execució de cap funció de la capa de model, aquestes funcionalitats es segueixen representant com a casos d'ús per al programa, que detallen els requeriments funcionals del sistema. Un cas d'ús es defineix com un escenari on el sistema rep una petició externa (com podria ser una entrada d'un usuari) i el sistema respon a aquesta, per tant, no es limita a escenaris que requereixen interacció amb totes les capes del sistema, ja que la funcionalitat ja es compleix amb la interacció amb una de les capes.

En conclusió, el sistema manté la seva estructura basada en el patró Model-Vista-Controlador, però amb una implementació flexible que permet que alguns casos d'ús interactuin principalment o exclusivament amb la capa de la vista. Això, en resum, demostra la capacitat d'aquest patró per a adaptar-se a diferents necessitats i contextos dins del desenvolupament.

### 4.2.1. Patrons arquitectònics

En aquest apartat es descriu el patró de disseny que es segueix al desenvolupar el sistema. Aquest mòdul gràfic que es desenvolupa, igual que tots els mòduls de Mobilitat, està definit per tres capes seguint el patró Model-Vista-Controlador (MVC).

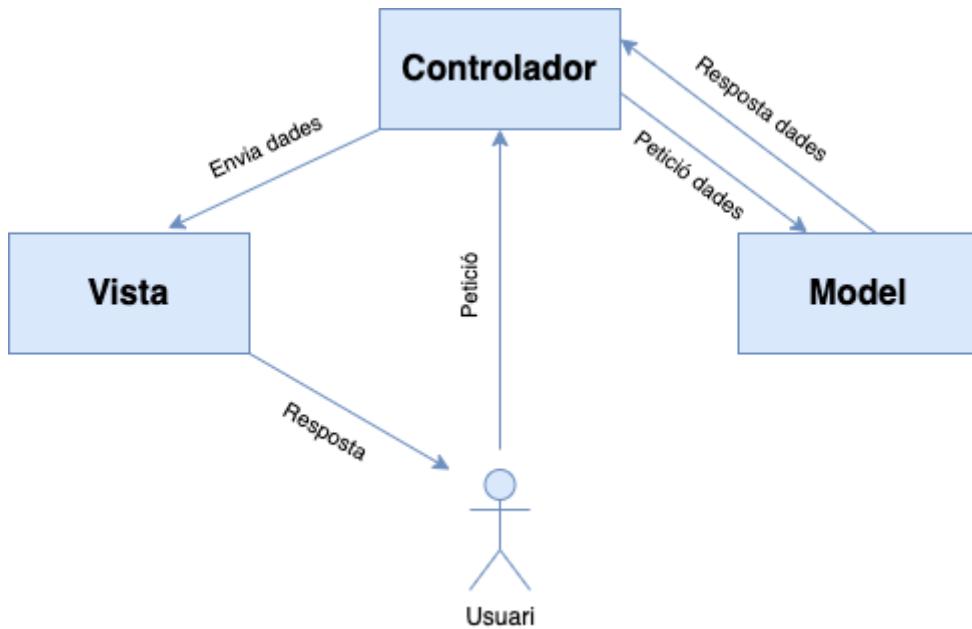


Figura 10. Diagrama del funcionament del patró MVC. Font: Elaboració pròpia

La capa de presentació, la vista, és la que mostra els components de la interfície d'usuari i és on l'usuari rep la informació que demana. La capa d'aplicació, funciona de controlador, és a dir, fa d'intermediari entre la vista i la capa de dades. Aquí es fan les peticions a les funcions i procediments de la base de dades. Finalment, la capa de dades, el model, és on hi ha tota la lògica del programa juntament amb les taules de la base de dades.

A continuació, es divideix l'explicació del disseny del sistema en dos parts. Per una banda, es defineix el disseny del patró Model-Vista-Controlador on, a la capa del model s'especifica, per cada cas d'ús que interacciona amb totes les capes del sistema, la seqüència d'operacions que es realitzen al sistema. Aquesta secció va vinculada al disseny de les entitats que s'empren als mòduls de LIBRA, és a dir, la col·lecció de paquets PL/SQL i funcions que s'executen per tal de realitzar les funcionalitats detallades en aquests casos d'ús. Per altra banda, es mostra el disseny d'aquelles funcionalitats, detallades també en casos d'ús, que només interaccionen amb la capa de la vista. Aquest apartat va relacionat amb aquells requisits on a la implementació, o bé s'ha interactuat únicament amb la llibreria DHTMLxGantt (que s'empra per a mostrar la interfície del mòdul gràfic i és externa a LIBRA), o es tracta d'una funcionalitat que no necessita cap connexió amb la lògica i el model de dades del sistema.

#### 4.2.2. Dissenys patró Model-Vista-Controlador

En aquest apartat es defineixen cadascuna de les capes que formen el patró arquitectònic Model-Vista-Controlador que es segueix en aquest sistema. Es mostra, a la capa de model, el disseny detallat de la seqüència d'operacions que s'executen per

---

cada cas d'ús que empra totes les capes del sistema per a implementar una funcionalitat determinada.

#### 4.2.2.1. Capa presentació - Vista

La capa de presentació, també coneguda com a capa d'usuari, té la responsabilitat de respondre a les peticions de servei de la capa d'aplicació i de representar el sistema a l'usuari a través dels diversos elements que configuren la interfície. Aquesta capa exerceix un paper crucial en el lliurament i formatació de la informació abans que aquesta arribi a la capa d'aplicació, la qual, posteriorment, processarà la resposta per mostrar-la a l'usuari.

La interfície generada per aquesta capa ha de ser clara, comprensible i fàcil d'utilitzar per a l'usuari. En el context del projecte, aquesta capa s'ha desenvolupat amb JavaScript, utilitzant la llibreria DHTMLxGantt per a mostrar el mòdul gràfic, a més d'altres elements, per mostrar botons, camps i filtres per a una experiència d'usuari eficaç. Aquest enfocament busca assegurar una interacció intuïtiva i eficient amb el sistema, millorant la usabilitat global de l'aplicació.

En aquest cas, per als casos d'ús que interaccionen amb totes les capes del sistema, la capa de la vista només s'encarrega de rebre les entrades de l'usuari, comunicar-se amb la capa del controlador per a cridar les funcions necessàries, referents a una funcionalitat determinada, executades a la capa de model i mostrar els resultats en pantalla.

#### 4.2.2.1.1. Mapa navegacional del mòdul gràfic a Mobilitat

A continuació, es presenta un mapa de navegació que detalla les dues pantalles que conformen el mòdul gràfic dins de la Mobilitat de LIBRA, així com les pantalles necessàries per accedir a aquest mòdul:

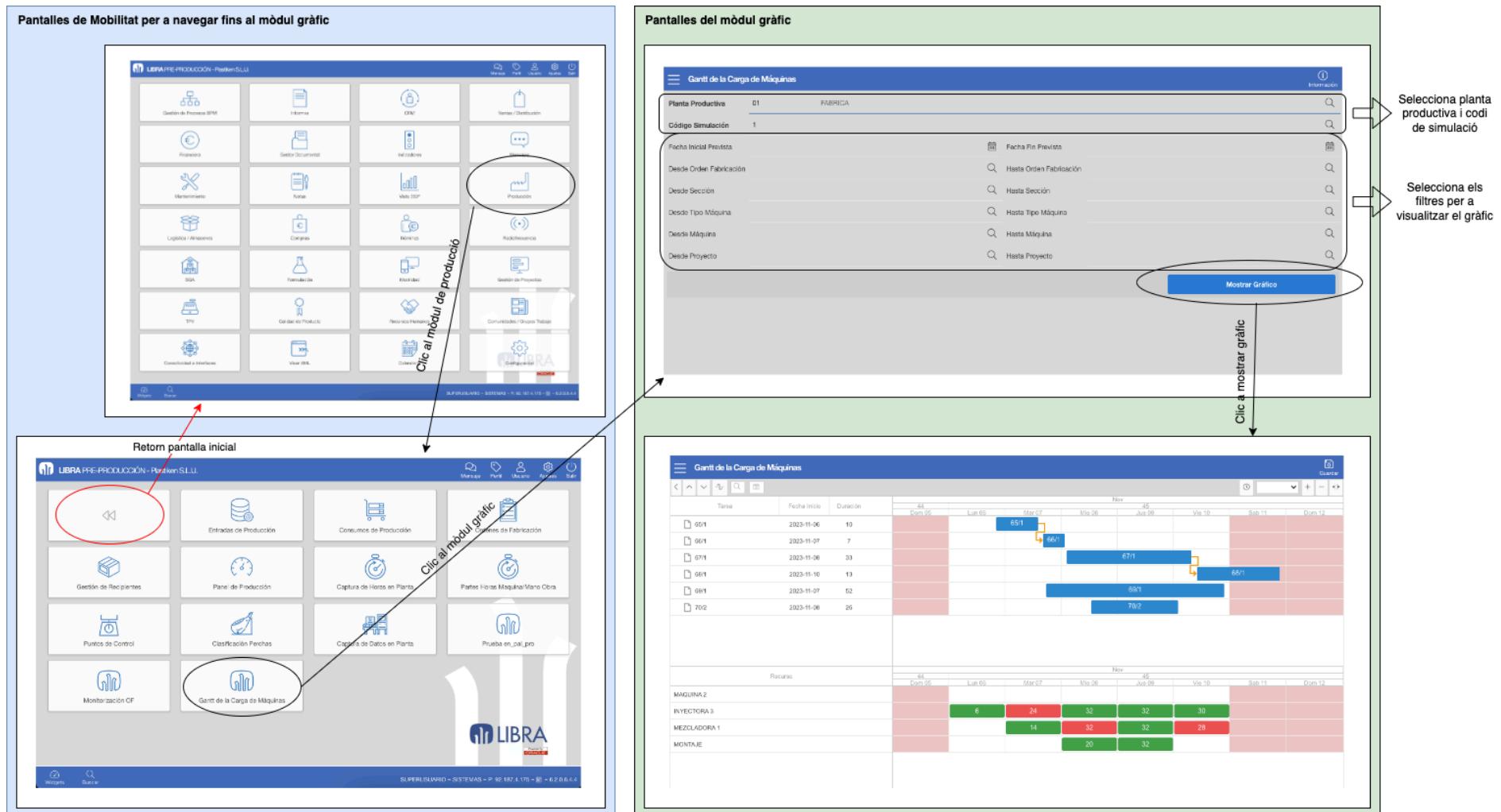


Figura 11. Mapa navegacional del mòdul gràfic a Mobilitat. Font: Elaboració pròpia

#### 4.2.2.2. Capa d'aplicació - Controlador

La capa d'aplicació, implementada en PHP, assumeix el rol d'intermediari entre la interfície de presentació i la capa de dades en aquesta arquitectura Model-Vista-Controlador (MVC). Funciona com a controlador, encarregant-se de rebre les crides provinents de la interfície de presentació i coordinant les accions associades. Mitjançant funcions específiques, aquesta capa envia les peticions necessàries a la capa de dades per executar les operacions requerides.

En detall, el flux d'operacions és el següent: l'usuari o la interfície de presentació interactua amb la interfície gràfica, generant crides que arriben a la capa de presentació. Aquesta capa, en la seva funció de controlador MVC, coordina les accions i envia les peticions a la capa d'aplicació (PHP). La capa d'aplicació, a més de rebre les crides, interacciona amb la capa de dades per a executar les operacions necessàries de les quals s'ha realitzat la petició. Un cop completades, els resultats d'aquestes operacions són retornats a la capa de presentació, convertits a format JSON per a la seva agilitat en la visualització mitjançant components d'interfície gràfica en JavaScript.

L'estructura d'aquesta capa proporciona una clara separació de responsabilitats entre les capes de dades i presentació, permetent una gestió eficient de les funcions de l'aplicació i una resposta efectiva a les interaccions de l'usuari a través de la interfície gràfica.

#### 4.2.2.3. Capa de dades - Model

Aquesta capa conté tota la lògica i les dades del programa desenvolupat. Aquí s'executen les funcions a partir de les peticions que es reben dels usuaris des de la capa de presentació i es retorna el resultat esperat. A més de gestionar l'execució de les instruccions, aquesta capa assumeix la responsabilitat de garantir la integritat del sistema.

En aquest sistema en concret, la base de dades va juntament amb la lògica del programa, és a dir, és la capa responsable de generar les funcionalitats disponibles del mòdul a base de les peticions dels usuaris, i a la vegada s'encarrega d'emmagatzemar les dades.

Per tal de garantir el sistema en aquesta capa es fa servir PL/SQL com a eina de treball per a definir i declarar les funcions i procediments necessaris i emmagatzemar les dades. Amb aquest llenguatge, la lògica del sistema va organitzada en paquets PL/SQL, els quals s'han emprat com a entitats per a representar el model conceptual del sistema. Seguidament, es defineix com és aquest model i com el representem amb un diagrama d'entitat-relació.

#### 4.2.2.3.1. Model conceptual

A continuació, per tal de descriure l'arquitectura i estructura del mòdul gràfic que es desenvolupa, es mostra un diagrama d'entitat-relació. La raó per la qual es fa servir aquest tipus de diagrama i no un d'UML és perquè el projecte no està basat en un sistema orientat a objectes. Per tant, s'ha decidit que la millor manera de representar conceptualment un sistema basat en PL/SQL és descriure-ho amb un esquema entitat-relació com es mostra a la següent Figura 12:

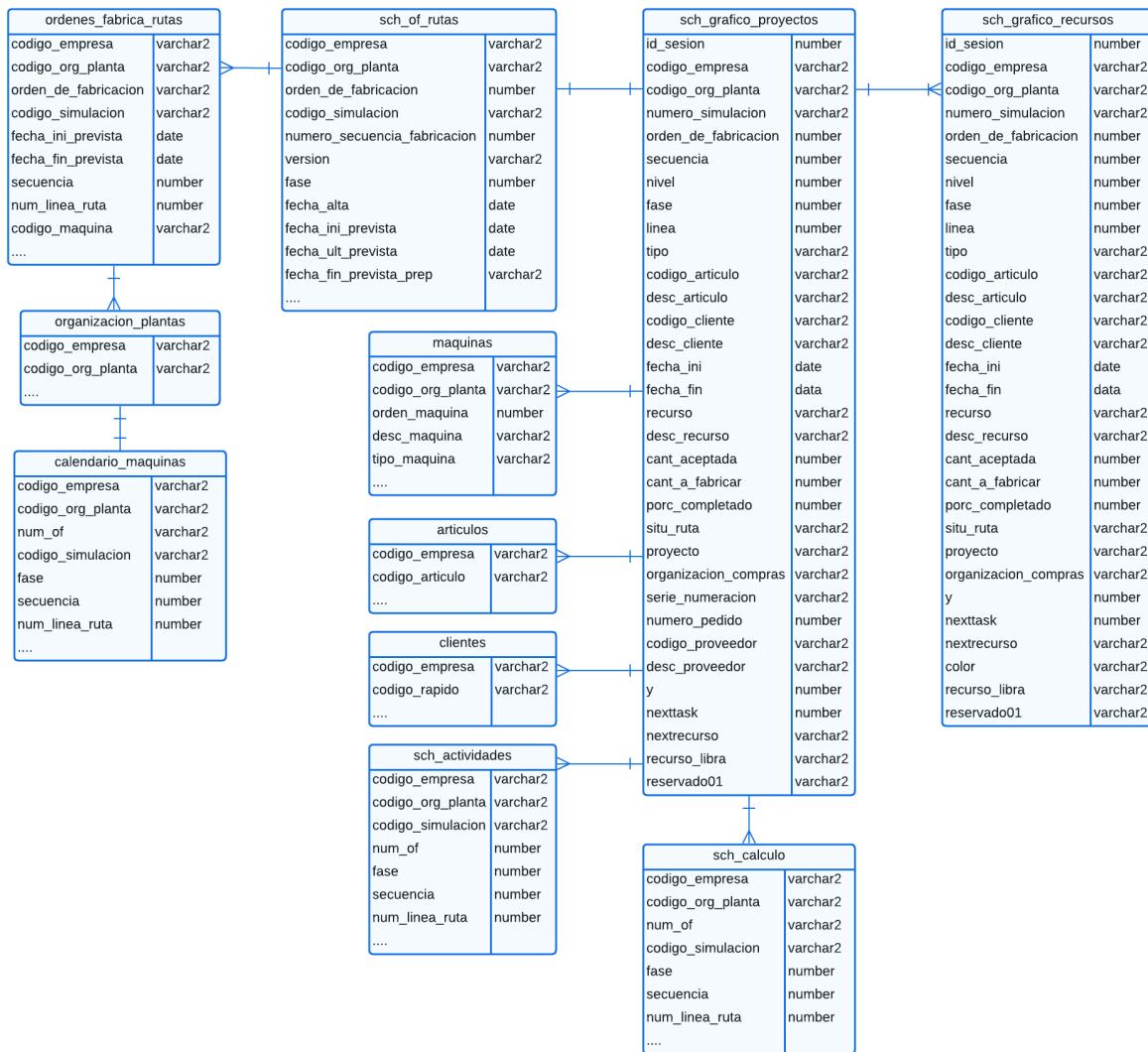


Figura 12. Model conceptual del sistema. Font: Elaboració pròpia

Per tal de mostrar aquest model conceptual en forma de diagrama entitat-relació, s'ha obtat per a mostrar les taules de la base de dades que s'empren per al desenvolupament del mòdul gràfic com a entitats, mentre que la lògica del programa codificada als paquets PL/SQL, que referencia aquestes taules, representen les relacions. D'aquesta manera es pot representar eficientment com la lògica i les taules de dades van unides a la capa de model.

A continuació, es mostren els diagrames de Procediment/Servei referents a les operacions més importants que es realitzen al sistema. Aquests, similars als diagrames de seqüència per a sistemes orientats a objectes, descriuen la interacció de dades entre les entitats i els mètodes que s'empren en cadascun dels casos d'ús a través dels paquets PL/SQL.

#### 4.2.2.3.2. Diagrames de Procediment/Servei

En aquesta secció, es presenta una anàlisi detallada per a cada cas d'ús que impacta en la lògica interna del sistema desenvolupat. Primerament, es proporciona una taula resumida que descriu la seqüència d'operacions executades en cada cas d'ús. A continuació, es presenta el diagrama de Procediment/Servei que il·lustra els paquets PL/SQL involucrats, així com les taules de la base de dades que es veuen afectades. El component etiquetat com a "WS" en aquests diagrames és el Servidor Web (Web Server en anglès)

S'ha decidit excloure aquells casos d'ús que no interfereixen amb les funcions i procediments de la part lògica del programa, concretament, aquells casos d'ús que es compleixen mitjançant les funcionalitats proporcionades per la interfície de l'eina del mòdul gràfic.

##### **- Cas d'ús #01 i #02: Generar gràfic i Filtrar gràfic**

Aquest cas d'ús s'enfoca en la creació i càcul de la disposició de tasques i recursos al gràfic. Tant la generació com la filtració del gràfic comparteixen funcionalitats, però amb paràmetres diferents. En el cas de "Generar gràfic", només s'omplen els camps obligatoris (planta\_productiva, numero\_simulacio, codigo\_empresa), i el gràfic es mostra íntegrament, ja que cap filtre està activat (tots els altres paràmetres es defineixen com a NULL). D'altra banda, en el cas de "Filtrar gràfic", es presumeix que algun dels altres paràmetres de filtre conté un valor, restringint així el contingut del gràfic.

Aquest enfocament permet una flexibilitat en la visualització del gràfic, ja que l'usuari pot optar per generar el gràfic en la seva totalitat o aplicar filtres per personalitzar la visualització en funció de les seves necessitats específiques aplicant les mateixes funcions i emprant diferents paràmetres.

El que fan les funcions que representen aquest cas d'ús és, primer esborrar les dades de les taules sch\_grafico\_recursos i sch\_grafico\_proyectos amb els valors passats a la funció per paràmetre (que són les taules que representen els valors del gràfic), per tal d'esborrar els valors anteriors. Seguidament, es tornen a omplir les taules amb els nous valors calculats a partir de les diverses taules i tenint en compte el calendari laboral de la planta productiva. Finalment, es modifica la taula de tasques per a fer les relacions entre tasques d'una mateixa ordre de fabricacions, ja que al gràfic han de sortir enllaçades en una fletxa.

Les funcions associades a aquest cas d'ús realitzen diverses operacions. En primer lloc, esborren les dades de les taules sch\_grafico\_recursos i sch\_grafico\_proyectos utilitzant els paràmetres proporcionats a la funció, els quals representen els valors del gràfic. Aquest pas assegura l'eliminació dels valors de gràfics preexistents en anteriors simulacions per fer l'espai necessari per les noves dades.

A continuació, les taules es tornen a omplir amb les noves dades, les quals es calculen a partir de diverses taules i considerant el calendari laboral de la planta productiva. Aquesta fase implica la generació del contingut actualitzat del gràfic, que es reflectirà posteriorment en la visualització final.

Finalment, s'efectua una modificació a la taula de tasques per establir les relacions adequades entre les tasques d'una mateixa ordre de fabricació. Aquest pas és essencial perquè al gràfic es representin adequadament les connexions entre les tasques mitjançant fletxes. A continuació, a la Taula 32 i a la Figura 13 es mostren els detalls de la seqüència de les funcions i procediments que participen en aquest cas d'ús:

<b>Context</b>	generarGràfic(planta_productiva:string, numero_simulacio:int, codigo_empresa:string, hasta_proyecto:string, desde_proyecto:string, hasta_maquina:string, desde_maquina:string, hasta_orden_fabricacion:string, desde_orden_fabricacion:string, fecha_fin_prevista:date, fecha_ini_prevista:date, desde_seccion:string, hasta_seccion:string, desde_tipo_maquina:string, hasta_tipo_maquina:string)
<b>Post</b>	Es genera un gràfic a la planta productiva.
<b>Accions a paquets PL/SQL</b>	<pre>pk_web_p_ccmaqs.rehacer_tablas(planta_productiva, numero_simulacio, codigo_empresa, hasta_proyecto, desde_proyecto, hasta_maquina, desde_maquin, hasta_orden_fabricacion, desde_orden_fabricacion, fecha_fin_prevista, fecha_ini_prevista, desde_seccion, hasta_seccion, desde_tipo_maquina, hasta_tipo_maquina)  DELETE from sch_grafico_recursos; DELETE from sch_grafico_proyectos; sch_carga_maquinas.prepara_grafico; sch_carga_maquinas.calcula_carga_maquinas;</pre>
	<pre>sch_carga_maquinas.prepara_grafico(planta_productiva, numero_simulacio, codigo_empresa, hasta_proyecto, desde_proyecto, hasta_maquina, desde_maquin, hasta_orden_fabricacion, desde_orden_fabricacion, fecha_fin_prevista, fecha_ini_prevista, desde_seccion, hasta_seccion, desde_tipo_maquina, hasta_tipo_maquina)</pre>

	<pre> INSERT into sch_grafico_recursos from maquinas, sch_of_rutas, articulos, clientes, sch_actividades, sch_calculo; INSERT into sch_grafico_proyectos from maquinas, sch_of_rutas, articulos, clientes, sch_actividades, sch_calculo; UPDATE sch_grafico_proyectos set nexttask = NVL((SELECT y from sch_grafico_proyectos gg where gg.codigo_empresa = g.codigo_empresa AND gg.codigo_org_planta = g.codigo_org_planta AND gg.proyecto = g.proyecto AND gg.numero_simulacion = g.numero_simulacion AND gg.orden_de_fabricacion = g.orden_de_fabricacion AND gg.secuencia = g.secuencia + 1), -1); </pre>
	<pre> sch_carga_maquinas.calcula_carga_maquinas(planta_productiva, numero_simulacio, codigo_empresa UPDATE set fecha_ini, fecha_fin from sch_grafico_proyectos where (SELECT fecha_ini, fecha_fin from calendario_maquinas); </pre>

Taula 32. Taula cas d'ús Generar gràfic. Font: Elaboració pròpia

[params] => planta\_productiva, numero\_simulacio, codigo\_empresa,  
 hasta\_proyecto, desde\_proyecto, hasta\_maquina, desde\_maquin,  
 hasta\_orden\_fabricacion, desde\_orden\_fabricacion,  
 fecha\_fin\_prevista, fecha\_ini\_prevista, desde\_seccion,  
 hasta\_seccion, desde\_tipo\_maquina, hasta\_tipo\_maquina

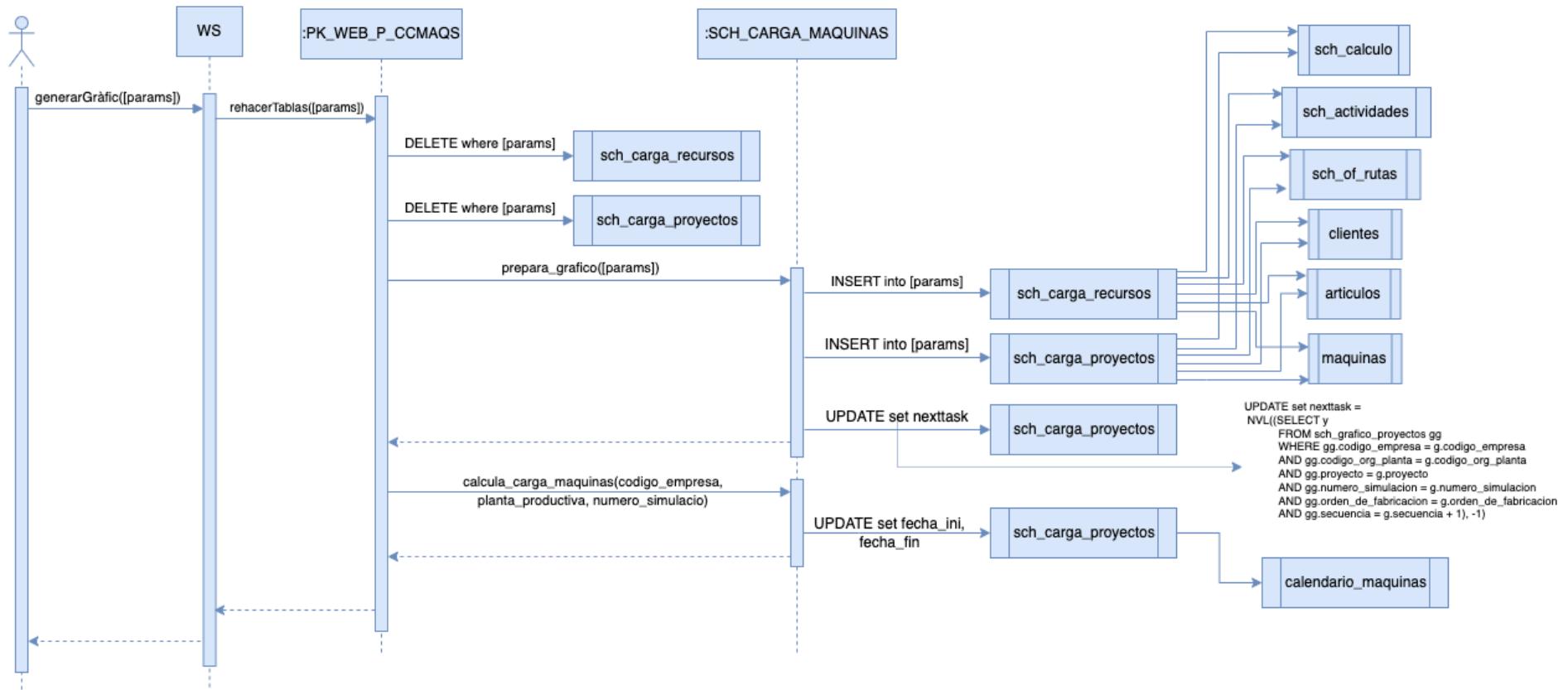


Figura 13. Diagrama procediment/servei cas d'ús Generar gràfic. Font: Elaboració pròpia

### - Cas d'ús #03: Arrosseggar tasca

Aquest cas d'ús il·lustra la funcionalitat quan l'usuari realitza l'acció de moure una de les barres del gràfic sobre la línia de temps. Quan aquesta barra, que representa una tasca, es deixada anar en un temps específic, tots els valors que identifiquen la tasca i la seva data d'inici es passen als paquets PL/SQL. A partir d'aquests paràmetres, es calcula la nova data de finalització al gràfic en funció de com s'ha modificat la data d'inici. La seqüència d'aquestes funcions es detalla a la Taula 33 i es mostra de manera gràfica a la Figura 14:

<b>Context</b>	arrosseggarTasca(codigo_empresa:string, plantaProductiva:string, numeroSimulacio:int, orden_de_fabricacion:number, secuencia:number, fecha_inicio:string)
<b>Post</b>	Es mou la tasca en la línia de temps del gràfic.
<b>Accions a paquets PL/SQL</b>	<pre>pk_web_p_ccmaqs.actualizar_datos_tarea(codigo_empresa, plantaProductiva, numeroSimulacio, orden_de_fabricacion, secuencia:number, fecha_inicio) sch_carga_maquinas.calcula_fecha_fin;</pre> <pre>sch_carga_maquinas.calcula_fecha_fin(codigo_empresa, plantaProductiva, numeroSimulacio, orden_de_fabricacion, secuencia:number, fecha_inicio) UPDATE sch_grafico_recursos set fecha_fin = (fecha_fin - fecha_ini) + new_fecha_ini, fcha_ini = new_fecha_ini; UPDATE sch_grafico_proyectos set fecha_fin = (fecha_fin - fecha_ini) + new_fecha_ini, fcha_ini = new_fecha_ini;</pre>

Taula 33. Taula cas d'ús Arrosseggar tasca. Font: Elaboració pròpia

[params] => codigo\_empresa:string, plantaProductiva:string,  
 numeroSimulacio:int, orden\_de\_fabricacion:number,  
 secuencia:number, fecha\_inicio:string

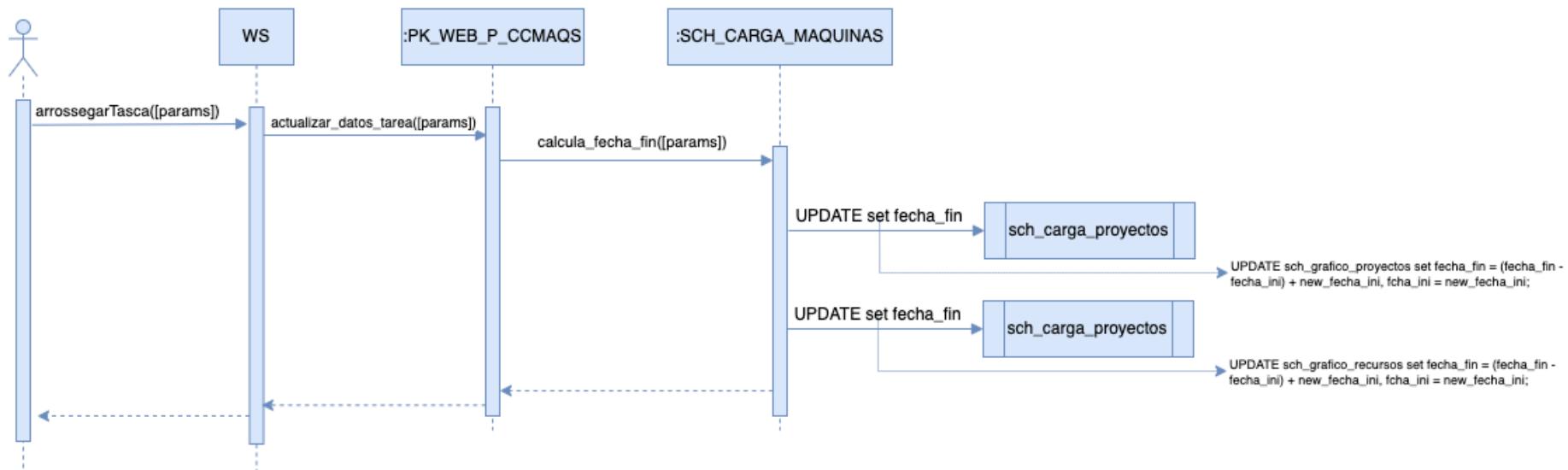


Figura 14. Diagrama procediment/servei cas d'ús Arrossegar tasca. Font: Elaboració pròpia

**- Cas d'ús #08:** Sobreescriure simulació

En aquest cas d'ús, es detalla la funcionalitat del sistema de verificar si es poden sobre-escriure les dades d'un altre gràfic que estigui en procés per un altre usuari, sobre la mateixa simulació seleccionada. Si el sistema detecta que està en ús, notifica a l'usuari i, si aquest ho accepta, crida la funció `rehacer_tablas` del paquet `pk_web_p_ccmaqs` per regenerar el gràfic amb noves dades i esborrar les modificacions fetes anteriorment que no s'han guardat. Aquesta funció, juntament amb les que crida posteriorment, està explicada al cas d'ús 'Generar gràfic', evitant repeticions innecessàries. A la Taula 34 i Figura 15 següent es mostra la seqüència de funcions:

<b>Context</b>	sobreescriureSimulació(codigoEmpresa:string, plantaProductiva:string, numeroSimulacio:int)
<b>Post</b>	Es sobreescriu la simulació i es genera nou gràfic
<b>Accions a paquets PL/SQL</b>	<pre> bool enUso = pk_web_p_ccmaqs.es_simulacion_en_uso(codigo_empresa, planta_productiva, numero_simulacio); v_en_uso := SELECT 1 from sch_grafico_recursos; return v_en_uso;  if (enUso) {     pk_web_p_ccmaqs.rehacer_tablas(planta_productiva,     numero_simulacio, codigo_empresa, hasta_proyecto,     desde_proyecto, hasta_maquina, desde_maquin,     hasta_orden_fabricacion, desde_orden_fabricacion,     fecha_fin_prevista, fecha_ini_prevista, desde_seccion,     hasta_seccion, desde_tipo_maquina, hasta_tipo_maquina); } </pre>

Taula 34. Taula cas d'ús Sobreescriure simulació. Font: Elaboració pròpia

[params1] => codigoEmpresa:string, plantaProductiva:string, numeroSimulacio:int

[params2] => planta\_productiva, numero\_simulacio,  
 codigo\_empresa, hasta\_proyecto, desde\_proyecto, hasta\_maquina,  
 desde\_maquin, hasta\_orden\_fabricacion, desde\_orden\_fabricacion,  
 fecha\_fin\_prevista, fecha\_ini\_prevista, desde\_seccion,  
 hasta\_seccion, desde\_tipo\_maquina, hasta\_tipo\_maquina

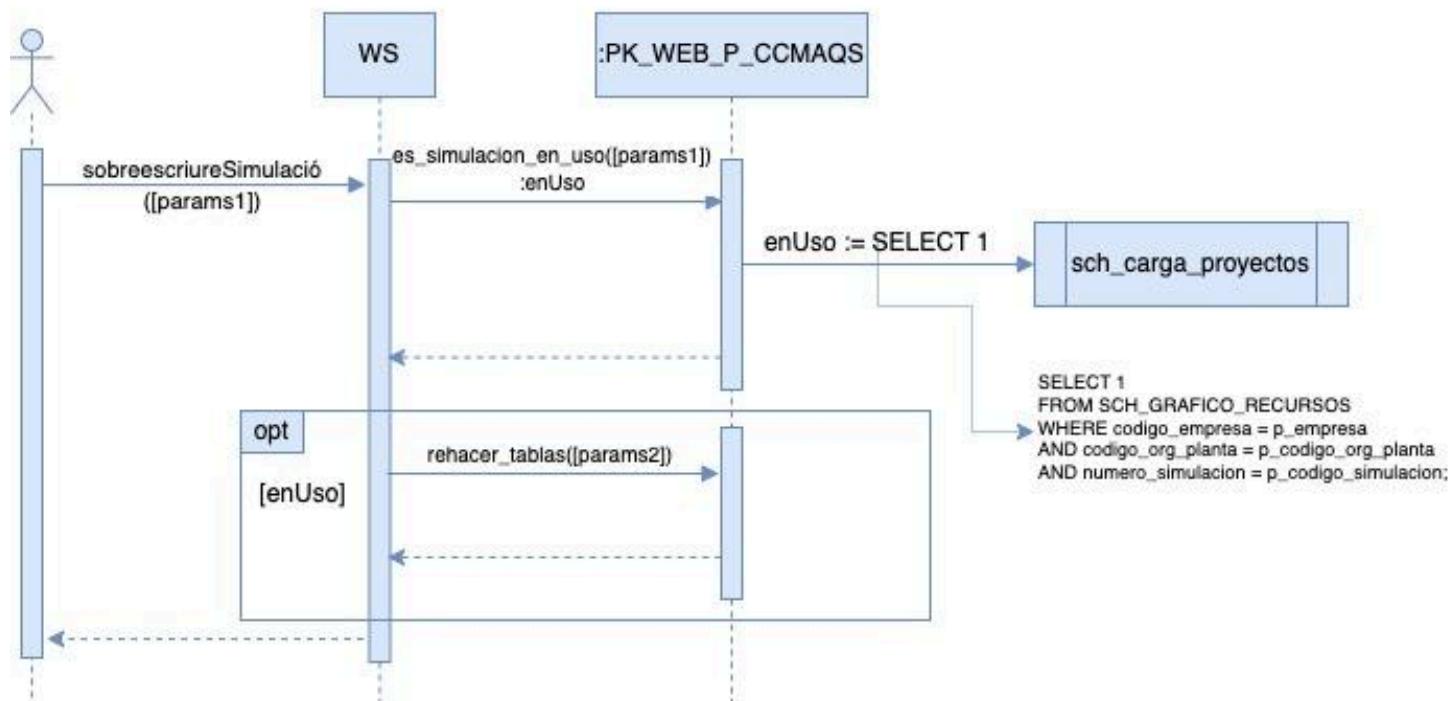


Figura 15. Diagrama procediment/servei cas d'ús Sobreescriri simulació. Font: Elaboració pròpia

**- Cas d'ús #06:** Editar hora inici tasca

Aquest cas d'ús descriu la situació quan un usuari fa clic sobre una barra d'una tasca i modifica manualment la data i l'hora d'inici desitjades per a aquella tasca. Al fer clic, sobre una pestanya amb camps editables per canviar la data i l'hora d'inici d'aquella tasca específica. L'eina del gràfic calcula automàticament la nova data fi i aquesta informació es transmet a la base de dades juntament amb la data d'inici actualitzada. A partir d'aquests paràmetres, les dates de la tasca es posen al dia a la taula sch\_grafico\_proyectos. La seqüència detallada d'aquesta tasca es presenta a la Taula 35 i la Figura 16:

<b>Context</b>	editarHoraIniciTasca(id_tarea:number)
<b>Post</b>	Es mou la tasca en la línia de temps del gràfic.
<b>Accions a paquets PL/SQL</b>	<pre>pk_web_p_ccmaqs.get_task_details(id_tarea) v_task_details IS RECORD (orden_de_fabricacion, secuencia, codigo_org_planta, numero_simulacion, fecha_ini, hora_ini, fecha_fin, hora_fin); v_task_details = (SELECT orden_de_fabricacion, secuencia, codigo_org_planta, numero_simulacion, fecha_ini, hora_ini, fecha_fin, hora_fin FROM sch_grafico_proyectos where y = id_tarea); return v_task_details;</pre>
	<pre>pk_web_p_ccmaqs.actualizar_datos_tarea_con_fecha_fin(codigo _empres, planta_productiva, numero_simulacio, orden_de_fabricacion, numero_secuencia, p_fecha_inicio, p_fecha_fin) UPDATE sch_grafico_proyectos SET fecha_ini = p_fecha_inicio, fecha_fin = p_fecha_fin</pre>

Taula 35. Taula cas d'ús Editar hora inici tasca. Font: Elaboració pròpia

[params] => codigo\_empresa:string, plantaProductiva:string,  
 numeroSimulacio:int, orden\_de\_fabricacion:number,  
 secuencia:number, fecha\_inicio:date, fecha\_fin:date

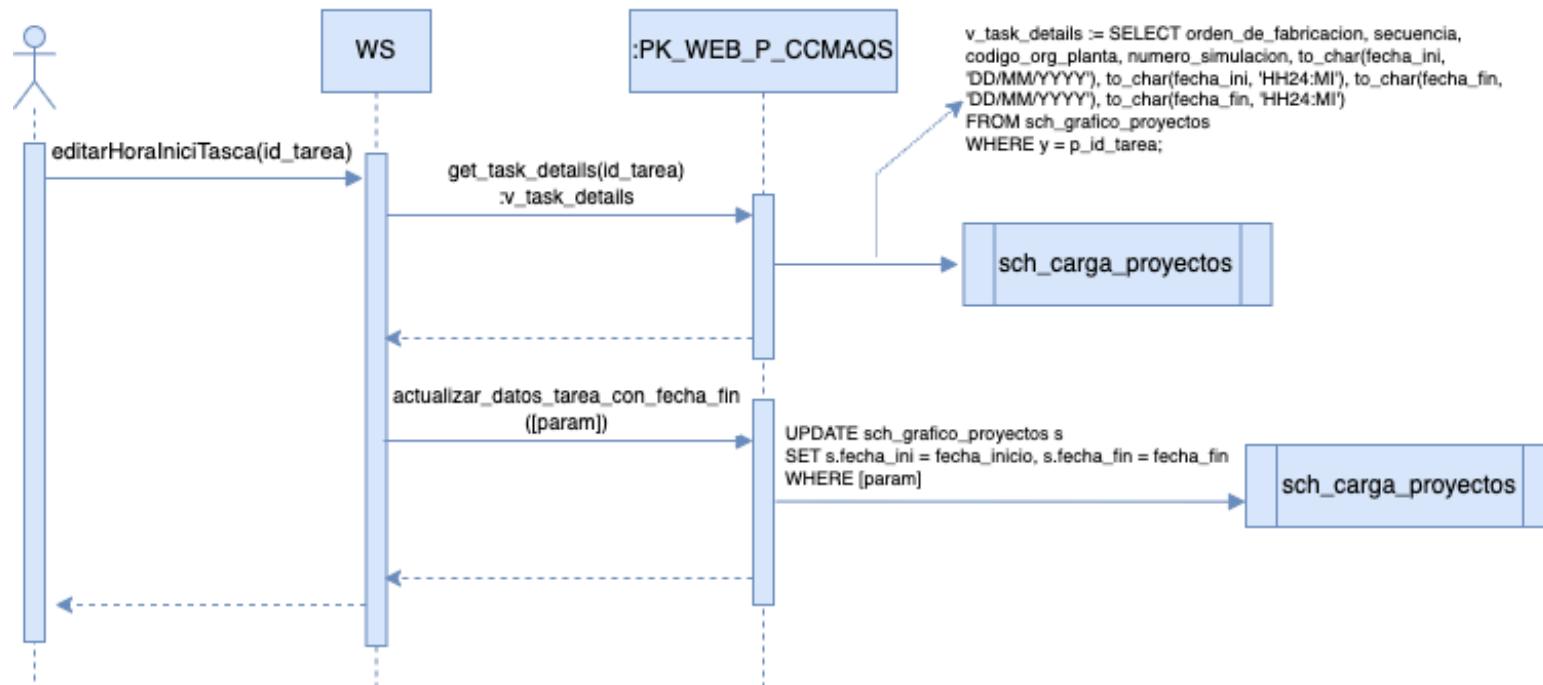


Figura 16. Diagrama procediment/servei cas d'ús Editar hora inici tasca. Font: Elaboració pròpia

### - Cas d'ús #07: Guardar canvis

Pel cas d'ús 'Guardar canvis', es fa referència a la funcionalitat de guardar totes les modificacions que l'usuari realitza sobre el gràfic. Donat que els canvis possibles es limiten a les dates i les hores d'inici i fi de les tasques, la funció del paquet PL/SQL realitza una operació de l'update a la taula sch\_of\_rutas, que es la taula que obté les dades guardades del gràfic. Això assegura que les dades del gràfic, emmagatzemades a la taula, es posin al dia amb qualsevol modificació realitzada. A la següent Taula 36 i Figura 17 es mostra la seqüència d'aquesta funció:

<b>Context</b>	guardarCanvis()
<b>Post</b>	Es guarda a base de dades les modificacions fetes al gràfic
<b>Accions a paquets PL/SQL</b>	<pre> pk_web_p_ccmaqs.guardar_datos_grafico() UPDATE sch_of_rutas sor SET sor.fecha_ini_prevista = (SELECT gp.fecha_ini FROM sch_grafico_proyectos gp WHERE gp.codigo_empresa = sor.codigo_empresa AND gp.codigo_org_planta = sor.codigo_org_planta AND gp.numero_simulacion = sor.codigo_simulacion AND gp.orden_de_fabricacion = sor.orden_de_fabricacion AND gp.secuencia = sor.numero_secuencia_fabricacion), sor.fecha_fin_prevista = (SELECT gp.fecha_fin FROM sch_grafico_proyectos gp WHERE gp.codigo_empresa = sor.codigo_empresa AND gp.codigo_org_planta = sor.codigo_org_planta AND gp.numero_simulacion = sor.codigo_simulacion AND gp.orden_de_fabricacion = sor.orden_de_fabricacion AND gp.secuencia = sor.numero_secuencia_fabricacion); </pre>

Taula 36. Taula cas d'ús Guardar canvis. Font: Elaboració pròpia

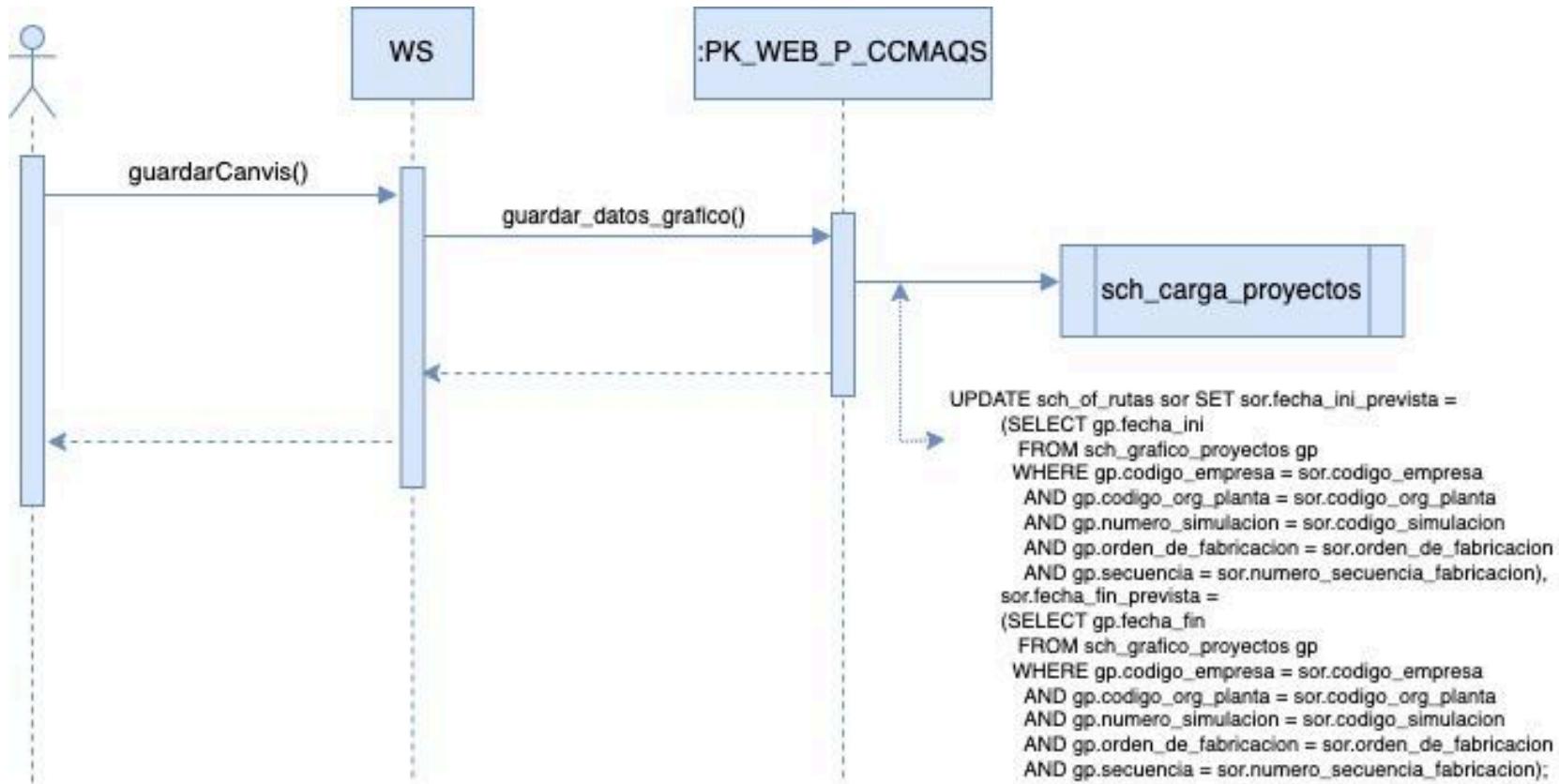


Figura 17. Diagrama procediment/servei cas d'ús Guardar canvis. Font: Elaboració pròpia

#### 4.2.3. Interacció amb la vista i integració de la llibreria DHTMLxGantt

En aquest apartat es defineix el disseny que formen tots aquells casos d'ús que representen funcionalitats que només interactuen amb la capa de la vista i no amb altres capes subjacentes. Aquests casos d'ús fan referència a requisits funcionals que no necessiten accés a la lògica del programa desenvolupada a la capa de model per tal de ser implementats. A la Figura 18, es fa una senzilla representació de com és la interacció amb la capa de la vista únicament



Figura 18. Diagrama interacció exclusiva a la capa de Vista. Font: Elaboració pròpia

Els casos d'ús que només interactuen amb la capa de presentació i cap més capa inferior són els següents: #04, #05, #09, #10, #11 i #12. D'aquests casos, tots excepte el #12 emprén en la seva implementació la llibreria DHTMLxGantt per a garantir les funcionalitats que defineixen, tal i com s'explica amb més detall més endavant.

Abans de definir el disseny de cadascun dels casos d'ús mencionats anteriorment cal explicar en detall quina és la llibreria que s'implementa i per a què serveix. DHTMLxGantt és una biblioteca JavaScript avançada i versàtil, especialitzada en la creació de gràfics de Gantt interactius. Aquesta biblioteca s'empra en l'àmbit de la gestió de projectes per a aplicacions web, oferint una solució òptima per a visualitzar i gestionar tasques complexes dins d'un calendari projectat. La seva aplicabilitat és particularment útil en el gràfic de la càrrega de màquines que es desenvolupa al projecte

La similitud entre els gràfics de Gantt i les necessitats de representació de les tasques i recursos en una planta productiva ha estat clau en l'elecció de DHTMLxGantt. Aquesta eina facilita la representació de tasques amb duracions específiques, mostrant les dependències entre elles i permetent un seguiment clar del progrés de cada tasca. La interactivitat que ofereix la biblioteca permet als usuaris planificar, coordinar i fer el seguiment de les tasques de manera intuitiva per als gestors de la planta. Així, es pot gestionar el temps i els recursos de manera més eficient i visual, millorant significativament la gestió de projectes i la productivitat.

##### - Cas d'ús #04 i #05: Canviar mode horari laboral/mode 24/7

Aquests casos d'ús s'implementen en un botó del gràfic que conté una icona d'un rellotge. Quan es fa clic es canvia de mode i es modifica la visualització del gràfic. Hi ha dos modes de visualització: en un es mostren totes les hores i dies tant laborals com no

laborals (aquests últims van marcats en vermell per a diferenciar-se) i l'altre mode només mostra els dies laborals. Les barres de les tasques es redimensionen per tal de mostrar-se correctament sobre la visualització del gràfic corresponent. Canviar a cadascun d'aquests dos modes representa un cas d'ús respectivament. A la Figura 19 següent es mostra el botó per a realitzar aquestes funcionalitats de canviar de mode:

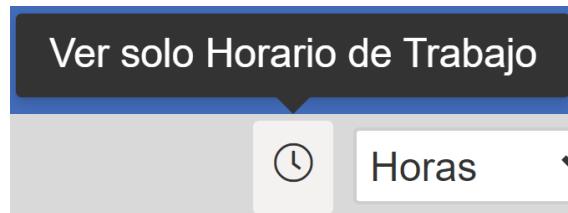


Figura 19. Botó canvi de mode de visualització d'horari. Font: Mobilitat LIBRA

La funcionalitat s'implementa a partir del botó de la figura anterior, on la seva acció canvia el valor de la variable `filtrar_horario_trabajo`. Aquesta s'ha definit el seu valor com a 'A' per al calendari sense el temps no laboral i com a 'T' per al calendari complet. Cada vegada que es realitza l'acció es renderitza altre cop el gràfic de manera que es comprova el valor d'aquesta variable definida i s'amaguen o no les hores no laborals. A continuació es veu com es fa aquesta comprovació:

```
if(_this.opciones.filtrar_horario_trabajo === 'A') {
    _this.opciones.dom.btn_timeline_worktime = $('<button class="no-border"
data-accion="toggle_worktime" title=' + app.opts.lang.ver_solo_horario_trabajo +
'"><span class="icon icon-clock"></span></button>').appendTo(
    _this.opciones.dom.gantt_controles_timeline );
}
```

Si la variable té el valor corresponent saltarà l'event `toggle_worktime` definit a la funció de `_preparar_controles` com es veu a continuació:

```
toggle_worktime: function() {
    gantt.config.skip_off_time = !(gantt.config.skip_off_time);
    gantt.render();
}
```

La propietat `gantt.config.skip_off_time` de l'eina DHTMLxGantt permet amagar els temps no laborals del calendari i automàticament recalcula la dimensió de les barres de les tasques. En cas que es torni a activar l'acció del botó es desactivarà la propietat i mostrerà el calendari al complet altre cop.

### - Cas d'ús #09: Cerca tasca al gràfic

Aquest cas d'ús s'implementa al gràfic a partir d'un buscador a la part superior esquerra del diagrama. En aquesta barra de cerca l'usuari introduceix el nom de la tasca, que està formada pel número d'ordre de fabricació i número de seqüència separats per una barra. A continuació, a les Figures 20 i 21 es mostra la barra de cerca i el botó per a obrir-la:

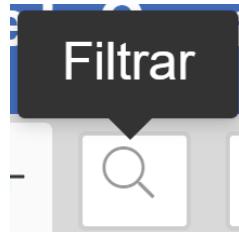


Figura 20. Botó per a obrir barra de cerca de tasques. Font: Mobilitat LIBRA

			<	^	<^	<input checked="" type="checkbox"/> 65	<input type="button" value="Calendar"/>
			Tarea	Fecha Inicio	Duración		
	65/1			2023-11-27	0.17 horas		

Figura 21. Barra de cerca per a fer el filtratge. Font: Mobilitat LIBRA

Per tal d'implementar aquesta barra de cerca, quan es fa clic a aquesta icona de la lupa salta la funció `_preparar_buscador` que prepara la barra de cerca per als inputs de l'usuari:

```
gantt_movilidad.prototype._preparar_buscador = function() {
    var _this = this;
    _this.opciones.dom.input_filtrar.off().on('keyup', function () {
        _this.actualizar_valor_buscador();
    }).on('blur', function () {
        _this.actualizar_valor_buscador({'refrescar_busqueda': false});
    });

    _this.opciones.dom.wrapper_grid_filtrar.find('.limpiar-campo').on('click',
    function() {
        _this.opciones.dom.input_filtrar.val('');
        _this.actualizar_valor_buscador();
    });

    _this.opciones.dom.wrapper_grid_filtrar.find('.icono-campo').on('click', function()
    {
        _this.opciones.dom.input_filtrar.removeClass('sin-valor').focus();
    });
}
```

```

RegExp.escape = function(text) {
  if (!arguments.callee.sRE) {
    var specials = [
      '/', '.', '*', '+', '?', '|',
      '(', ')', '[', ']', '{', '}', '\\'
    ];
    arguments.callee.sRE = new RegExp(
      '\\\\' + specials.join('\\\\\\') + ')', 'g'
    );
  };
  return text.toLowerCase().replace(arguments.callee.sRE, '\\$1');
};

gantt.attachEvent("onBeforeTaskDisplay", function (p_id, p_task) {
  //var v_task = gantt.getTask(p_id);
  var v_buscador = _this._valor_buscador;
  if( typeof v_buscador !== 'undefined' && v_buscador !== '' ) {
    if( typeof p_task.text !== 'undefined' && p_task.text !== '' ) {
      v_buscador = RegExp.escape(v_buscador);
      v_buscador = v_buscador.replace("%", ".*").replace("_", ".");
      v_name = p_task.text.toLowerCase();
      var match = (new RegExp(v_buscador)).exec(v_name) != null;
      return match;
    };
  } else {
    return true;
  };
}) ;
};

```

El mètode `gantt_movilidad.prototype._preparar_buscador` que es mostra anteriorment, inicia la configuració de la cerca associant diversos controladors d'esdeveniments amb l'element d'input preparat per a rebre la consulta de l'usuari. Quan l'usuari escriu en aquest input es crida la funció `actualizar_valor_buscador`. Aquesta funció actualitza el valor de la cerca basant-se en el que l'usuari ha introduït.

A més, el mètode configura un botó per esborrar la consulta de cerca (mostrat com la icona d'una creu a la interfície tal i com es veu a la Figura 21). Quan aquest botó és premut, esborra el contingut de l'input de cerca i crida novament la funció per actualitzar la consulta i reinicia el procés de filtratge. Això permet als usuaris cancellar ràpidament les seves cerques anteriors i començar de nou amb facilitat.

Seguidament, el mètode defineix una funció `RegExp.escape` que s'encarrega de gestionar caràcters especials que venen de l'entrada introduïts per l'usuari. D'aquesta manera

s'assegura que qualsevol caràcter especial que l'usuari pugui introduir no alteri la lògica de l'expressió que es forma per realitzar la cerca.

Finalment, el mètode afegeix un controlador d'esdeveniments a l'event `onBeforeTaskDisplay` del gràfic de Gantt. Aquest controlador té la tasca de filtrar les tasques que es mostraran en el gràfic basant-se en la consulta de cerca de l'usuari. Utilitza l'expressió regular generada per determinar si el text de cada tasca coincideix amb la consulta. Si la tasca compleix amb els criteris de la cerca, es mostra; si no, es queda oculta.

La barra de cerca s'implementa de la següent manera per cridar a la funció explicada anteriorment:

```
; 
this.opciones.dom.wrapper_grid_filtrar = $('<div
class="gantt-wrapper-filtrar"><button class="icono-campo icon icon-search" title=""'
+ app.opts.lang.filtrar + '"></button><button class="limpiar-campo icon
icon-times-circle oculto"></button><input type="text" class="sin-valor"
/>').appendTo( this.opciones.dom.gantt_controles_grid );
this.opciones.dom.input_filtrar =
this.opciones.dom.wrapper_grid_filtrar.find('input');
```

#### - Cas d'ús #10: Filtrar per data

El cas d'ús de filtrar per data s'implementa a partir d'un calendari que s'obre per mitjà d'un botó situat a la part superior esquerre del gràfic. L'usuari utilitza aquest calendari per establir una data d'inici i una data de finalització per al filtrat de tasques. Les tasques i recursos que es mostraran seran només aquells que es trobin dins d'aquest rang seleccionat. Aquesta funcionalitat és particularment útil per a centrar-se en períodes específics dins d'un projecte més gran, permetent als usuaris gestionar millor els seus recursos i planificació. A la Figura 22 següent es mostra com és aquest calendari de filtratge:

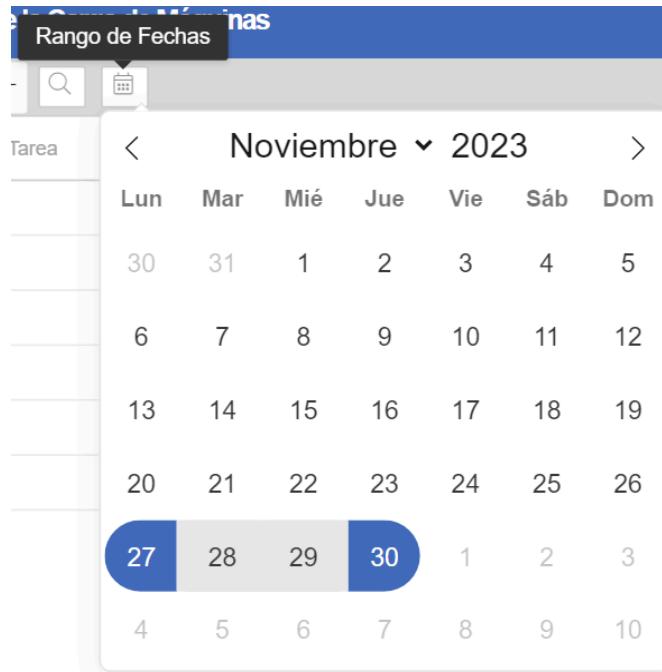


Figura 22. Calendari per a filtrar per data. Font: Mobilitat LIBRA

El procés comença quan l'usuari interactua amb el calendari i selecciona el rang de dates desitjat. Una vegada seleccionades les dates, el sistema emmagatzema aquestes dades en una variable `input_rango_fechas`.

```
_this.opciones.dom.wrapper_grid_rango_fechas = $('<div
class="gantt-wrapper-filtrar"><button class="icono-campo icon icon-calendar"
title="' + app.opts.lang.rango_de_fechas + '"></button><button class="limpiar-campo
icon icon-times-circle oculto"></button><input id="rango_fechas" rel="rango_fechas"
name="rango_fechas" type="text" class="tal flatpickr sin-valor" value=""
inputmode="text" autocomplete="off" />').appendTo(
_this.opciones.dom.gantt_controles_grid );
_this.opciones.dom.input_rango_fechas =
_this.opciones.dom.wrapper_grid_rango_fechas.find('input');
```

A partir d'aquest rang de dades, es selecciona la data d'inici i fi fent servir el plugin `flatpickr`, que permet a partir d'una configuració específica preparar els paràmetres de les dates del rang en un format determinat. Aquests paràmetres d'inici i fi del rang es passen amb la crida a la funció `actualizar_rango_fechas`. Aquesta funció és la clau del procés de filtratge: actualitza la vista del gràfic de Gantt per reflectir només les tasques dins del rang de dates seleccionat. Si l'usuari neteja la selecció, `actualizar_rango_fechas` es crida sense paràmetres, fet que fa que es restableixi la vista del gràfic per mostrar totes les tasques.

```
if(_this.opciones.dom.input_rango_fechas.length > 0) {
    if(typeof $.fn.paneldate === 'function') {
```

```

app.fn.ejecutar_plugin('flatpickr', function() {

    var v_formato = app.opts.mask.fecha.slice(0);

    v_formato = v_formato.replace('YYYY', 'Y');
    v_formato = v_formato.replace('YY', 'y');
    v_formato = v_formato.replace('MM', 'm');
    v_formato = v_formato.replace('DD', 'd');

    var v_opciones_flatpickr = {
        'dateFormat': v_formato,
        'allowInput': true,
        // 'clickOpens': false,
        'mode': 'range',
        'locale': app.opts.usuario.locale,
        'onChange': function(selectedDates, dateStr, instance) {

            if(selectedDates.length === 0) {
                _this.actualizar_rango_fechas();
            } else if(selectedDates.length === 2) {
                _this.actualizar_rango_fechas({'fecha_inicio': selectedDates[0],
'fecha_fin': selectedDates[1]});
            }
        }
    };
    _this.opciones.dom.input_rango_fechas.flatpickr(v_opciones_flatpickr);

}, 'files/plugins/flatpickr', $.fn);

_this.opciones.dom.wrapper_grid_rango_fechas.find('.limpiar-campo').on('click',
function() {
    _this.actualizar_rango_fechas();
});
_this.opciones.dom.wrapper_grid_rango_fechas.find('.icono-campo').on('click',
function() {
    _this.opciones.dom.input_rango_fechas.focus();
});
} else {
    _this.opciones.dom.input_rango_fechas.parent().hide();
}
};
}
;

```

En conclusió, la funcionalitat de filtrat per dates en el gràfic de Gantt és una característica clau per a la gestió eficaç de projectes. La seqüència d'operacions

començà amb la inicialització d'un control de calendari interactiu proporcionat per flatpickr, una eina que facilita la selecció d'un interval de dates específic. Seguidament, el calendari es configura amb detall per adaptar-se a les necessitats de l'usuari, incloent l'ajustament del mode de rang i la personalització del format de la data. A mesura que l'usuari selecciona o modifica les dates, la funció actualizar\_rango\_fechas es crida per refinar la visualització de les tasques dins del rang escollit. Això resulta en una actualització dinàmica del gràfic de Gantt, on només es mostren aquelles tasques que es duen a terme entre les dates seleccionades.

#### - Cas d'ús #11: Ampliar/Reduir visió gràfic

Aquest cas d'ús s'implementa de dues maneres per a realitzar la funcionalitat. Una consisteix en dos botons de zoom: '+' i '-' per a ampliar o reduir respectivament la visió del gràfic. El gràfic es pot representar en 7 unitats de temps diferents que, segons el nombre d'ordres de fabricació que té la taula i les seves durades respectives fa que sigui més o menys visualitzable. Aquestes unitats de temps són minuts, hores, dies, setmanes, mesos, trimestres i anys.

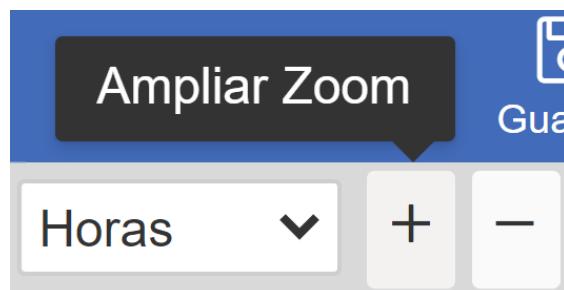


Figura 23. Botons de zoom del gràfic. Font: Mobilitat LIBRA

L'altra manera de realitzar aquesta funcionalitat és seleccionar la unitat de temps a partir d'un desplegable al costat dels botons de zoom:

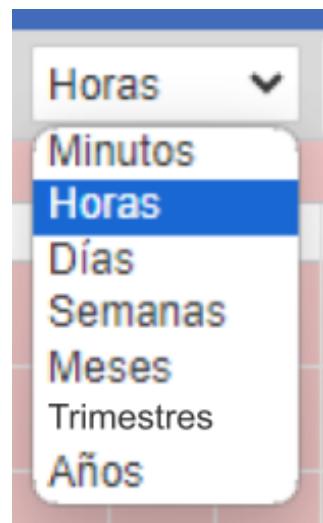


Figura 24. Desplegable per a seleccionar la unitat de temps de visualització. Font: Mobilitat LIBRA

Per a implementar totes aquestes funcionalitats s'ha fet servir l'eina de DHTMLxGantt. Els botons i el menú desplegable es preparen al generar el gràfic cridant a la següent funció:

```
gantt_movilidad.prototype._preparar_zoom = function()
```

Aquesta defineix les unitats de temps que el calendari es pot mostrar: minuts, hores, dies, setmanes, mesos, trimestres i anys. Al codi següent es mostra com es defineixen aquests nivells d'unitat de temps a l'objecte 'zoomConfig':

```
var zoomConfig = {
    levels: [
        {
            name: "minutes",
            scales: [
                {unit: "day", step: 1, format: "%d %M"}, 
                {unit: "hour", step: 1, format: "%G"}, 
                {unit: "minute", step: _this.opciones.grid.minutos_minimos, format: "%i"}
            ],
            min_column_width: 30
        },
        {
            name: "hours",
            scales: [
                {unit: "day", step: 1, format: "%d %M"}, 
                {unit: "hour", step: 1, format: "%G"}
            ],
            min_column_width: 30
        },
        {
            name: "days",
            scales: [
                {unit: "month", step: 1, format: "%M"}, 
                {unit: "week", step: 1, format: "%W"}, 
                {unit: "day", step: 1, format: "%D %d"}
            ]
        },
        {
            name: "weeks",
            scales: [
                {unit: "year", step: 1, format: "%Y"}, 
                {unit: "month", step: 1, format: "%M"}, 
                {unit: "week", step: 1, format: "%W"}
            ]
        }
    ]
}
```

```

        ],
      },
      {
        name: "months",
        scales: [
          {unit: "year", step: 1, format: "%Y"},
          {unit: "month", step: 1, format: "%M"}
        ]
      },
      {
        name: "quarters",
        scales: [
          {unit: "year", step: 1, format: "%Y"},
          {unit: "quarter", step: 1, format: function quarterLabel(date) {

            var month = date.getMonth();
            var q_num;

            if (month >= 9) {
              q_num = 4;
            } else if (month >= 6) {
              q_num = 3;
            } else if (month >= 3) {
              q_num = 2;
            } else {
              q_num = 1;
            }

            return "Q" + q_num;
          }},
          {unit: "month", step: 1, format: "%M"}
        ]
      },
      {
        name: "years",
        scales: [
          {unit: "year", step: 1, format: "%Y"}
        ]
      }
    ];
  };
}
;
```

Un cop definida a l'eina les unitats de temps que es volen per calendari del gràfic es declaren una sèrie d'events que s'activen quan l'usuari selecciona les opcions de l'eina

que s'han descrit anteriorment. Per als botons de *zoom in* i *zoom out* salten els següents events

```
zoomOut: function() {
    isActive = true;
    gantt.ext.zoom.zoomOut();
    gantt.render();
},
zoomIn: function() {
    isActive = true;
    gantt.ext.zoom.zoomIn();
    gantt.render();
},
```

Aquests events permeten disminuir i augmentar el nivell de zoom actual del calendari i seguidament es renderitza, cridant a la funció `render()`, que recarrega el gràfic i crida a la funció següent:

```
gantt._movilidad.prototype.ajustar_fechas_escala
```

Aquest mètode anterior ajusta la dimensió de les barres del gràfic a l'escala de la unitat de temps del calendari.

Pel que fa al menú desplegable s'activa el següent event per a establir la unitat de temps que vol per a visualitzar el calendari:

```
setZoom: function(level) {
    isActive = true;
    gantt.ext.zoom.setLevel(level);
},
```

El paràmetre `level` és un identificador que determina la unitat que ha seleccionat l'usuari tal i com s'ha determinat a l'objecte `zoomConfig`.

#### - Cas d'ús #12: Tancar simulació

Aquest cas d'ús no està relacionat amb la integració de la llibreria DHTMLxGantt, però, com en els casos d'ús anteriors, només implica la interacció amb la capa de presentació. Quan l'usuari desitja tancar la simulació que representa el gràfic que té en pantalla, pot fer-ho tancant la pestanya del navegador, refrescant la pàgina o retrocedint a la pàgina anterior. En el cas que l'usuari no hagi desat les modificacions que ha realitzat, apareixerà una finestra emergent que l'alertarà sobre els canvis no guardats i li demanarà si vol continuar amb l'acció o desar els canvis abans de procedir. La següent figura (Figura 25) mostra com es veu aquesta finestra emergent d'avís:

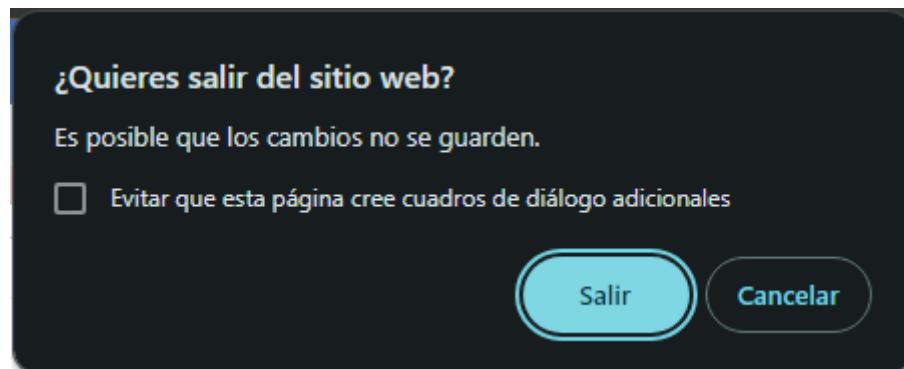


Figura 25. Finestra emergent d'avís per modificacions no desades. Font: Mobilitat LIBRA

La implementació d'aquesta funcionalitat es basa en l'ús d'*event listeners*, que estan pends de les accions com ara tornar a la pàgina anterior, refrescar la pàgina o tancar-la si no s'han realitzat canvis.

Per determinar si s'han realitzat modificacions, s'ha declarat una variable global al fitxer JavaScript principal anomenada *unsavedChanges*. Aquesta variable és de tipus booleà i s'inicialitza a 'false'. Es posa a 'true' en aquelles accions que representin modificacions del gràfic.

Per mostrar la finestra emergent, s'ha desenvolupat el següent mètode que mostra un avís a la part superior de la pantalla si els canvis no s'han desat, és a dir, si la variable *unsavedChanges* és 'true':

```
window.addEventListener("beforeunload", function (e) {
    if (unsavedChanges) {
        e.returnValue = "You have unsaved changes. Are you sure you want to leave?";
    }
});
```

Segons a quin navegador s'executi el gràfic, pot ser que el missatge personalitzat no es mostri i es vegi un de genèric per raons de seguretat del sistema del navegador. Per tal de cridar la finestra emergent s'empra la següent sentència:

```
var unsavedChangesEvent = new Event('beforeunload');
window.dispatchEvent(unsavedChangesEvent);
```

En resum, quan s'intenta tancar la pestanya del navegador on es troba la simulació, si no s'han realitzat modificacions, es tancarà sense cap problema. No obstant això, si s'han fet canvis, es mostrerà un avís que requerirà la confirmació de l'usuari abans de continuar amb l'acció de tancar la pestanya, sense desar els canvis. Aquesta funcionalitat proporciona una capa de protecció per evitar pèrdues de dades involuntàries.

## 4.3. Implementació

En aquesta secció es descriuen els detalls tècnics i pràctics del desenvolupament del projecte. Es descriu els llenguatges i tecnologies emprades i l'arquitectura del sistema des d'un punt de vista de la distribució dels components.

### 4.3.1. Tecnologies emprades

En el marc d'aquest projecte, s'han seleccionat diverses tecnologies que es complementen per proporcionar una solució robusta i eficient. A continuació, es detalla cada una d'aquestes tecnologies i es justifica el seu ús en la implementació del projecte.

#### 4.3.1.1. PL/SQL

Procedural Language/Structured Query Language (PL/SQL) és un llenguatge de programació dissenyat per a la gestió i manipulació de bases de dades Oracle. No només es basa en el llenguatge SQL, sinó que també enriqueix aquesta base mitjançant l'addició de característiques avançades. Amb una estructura basada en variables, mòduls, control de flux, presa de decisions i gestió d'excepcions, PL/SQL proporciona una potent extensió del paradigma SQL, oferint als desenvolupadors un conjunt ric de funcionalitats per a la creació d'aplicacions robustes.

A diferència de ser simplement una extensió de SQL, PL/SQL és integrat directament en el servidor de la base de dades, juntament amb les eines d'Oracle com Forms i Reports. Això significa que els programadors tenen la capacitat de construir blocs PL/SQL directament dins d'un entorn de bases de dades, utilitzant-los com a procediments o funcions. Aquests programes, anomenats paquets, es poden emmagatzemar com a objectes a la mateixa base de dades, facilitant la gestió i manteniment centralitzat.

Els paquets PL/SQL són executats en el servidor, oferint avantatges significatives en l'estalvi de recursos als clients. Aquesta característica és fonamental en entorns on l'optimització del rendiment i eficiència dels recursos són crítics. La integració de PL/SQL amb el servidor de bases de dades Oracle no només millora l'execució dels procediments i funcions, sinó que també contribueix a la seguretat i integritat de les dades.

Dins del marc d'EDISA, PL/SQL és una eina clau per al desenvolupament de l'ERP LIBRA i de la seva gestió. L'empresa confia en la tecnologia Oracle per a la implementació del sistema, utilitzant-la tant a nivell de la base de dades com en el desplegament d'aplicacions mitjançant el sistema WebLogic. Tots programes dels mòduls de LIBRA estan desenvolupats en paquets de PL/SQL, és a dir, tot allò que els programadors anomenem el *backend*, l'algorísmia i tota la lògica d'un programa està construïda emprant aquest llenguatge d'Oracle.

En el context del meu projecte específic, el programa del mòdul gràfic que estic desenvolupant es basa íntegrament en un paquet de PL/SQL. Aquest paquet està compost per diversos procediments i funcions que, a la vegada, criden altres procediments i funcions emmagatzemats en paquets ja existents a LIBRA. A través d'aquests paquets, on s'ha executat l'algoritme de seqüènciació, s'estreuen amb precisió els valors dels recursos i tasques necessaris, que posteriorment es representaran gràficament al mòdul de Mobilitat.

En conclusió, la utilització d'aquesta arquitectura basada en PL/SQL no només reforça la coherència i la consistència en el desenvolupament del sistema, sinó que també demostra la capacitat d'aquest llenguatge per gestionar amb eficàcia tota la lògica d'un software com és LIBRA.

#### 4.3.1.2. PHP

PHP és un llenguatge de script versàtil, orientat al servidor, que destaca per la seva aplicabilitat general, amb un especial enfocament en el desenvolupament web. A diferència del llenguatge JavaScript, on el codi s'executa del costat del client, PHP s'executa al costat del servidor. Aquest procés implica que el resultat de l'execució de PHP esdevé part integrant del codi HTML que s'envia al navegador. En aquest sentit, el navegador no té consciència de l'elaboració que ha tingut lloc al servidor.

Dins del marc del projecte, PHP actua com un intermediari entre JavaScript, encarregat de mostrar el mòdul gràfic a la Mobilitat de LIBRA, i les funcions i procediments continguts als paquets PL/SQL. Dins del fitxer PHP del programa, es realitzen totes les crides necessàries als paquets PL/SQL pertinents i els resultats se'ls retorna amb un format "parsejat" per ser consumit pel JavaScript, generalment en JSON que és el format més compatible amb aquest llenguatge.

#### 4.3.1.3. JavaScript

JavaScript és un llenguatge de programació del costat del client que es fa servir per a la interactivitat i dinamisme a les pàgines web. Amb l'ús de JavaScript, es pot validar dades del costat client, realitzar crides asíncrones a servidors i gestionar l'estat de l'aplicació, millorant així la interactivitat i eficàcia de la plataforma. A diferència de PHP que s'executa al costat del servidor, JavaScript opera directament al navegador de l'usuari permetent la manipulació i modificació de continguts de manera dinàmica sense necessitat de recarregar la pàgina.

En el context del projecte, JavaScript és el llenguatge clau per a la visualització del mòdul gràfic de la Mobilitat de LIBRA. Però no només controla la presentació del mòdul, sinó que també gestiona la interacció amb els paquets PL/SQL. A través de crides Ajax, les quals es realitzen al script PHP, es duen a terme les comunicacions amb les funcions i procediments declarats als paquets PL/SQL. Aquesta integració facilita la recollida i

manipulació de dades de manera eficient, permetent una actualització en temps real del mòdul gràfic basant-se en les operacions del “backend”.

Pel que fa a la part gràfica, JavaScript treballa juntament amb dues eines per tal que es vegin els filtres i camps que l'usuari ha de seleccionar per a mostrar el gràfic, i la visualització i edició mòdul gràfic en si. Per una banda, es comunica amb l'eina del FORMS HTML de LIBRA el qual permet gestionar el contingut a visualitzar mitjançant els camps i operacions que s'introdueixen. A la mateixa vegada, el navegador, és a dir des del codi JavaScript, pot enviar events i dades al FORMS per tal de realitzar certes operacions. Per altra banda, la visualització del gràfic es construeix amb l'ajuda d'una llibreria anomenada DHTMLX Gantt. Aquesta eina fa molt més fàcil la creació de gràfics per a la planificació de tasques, semblant als gràfics de Gantt, que és justament el que interessa desenvolupar. Aquesta llibreria ja incorpora de manera intuïtiva la representació visual de tasques i recursos en un projecte. La meva feina al projecte és associar les tasques i recursos i classificar-les per cadascuna de les ordres de fabricació que es determinen a la planta productiva.

En resum, JavaScript no només proporciona dinamisme i interactivitat a la interfície d'usuari enviant i rebent dades constantment de la base de dades, si no que també assumeix un paper vital, fent ús de la llibreria DHTMX Gantt, en la construcció i visualització del mòdul gràfic.

#### 4.3.1.4. Forms de LIBRA

El LIBRA FORMS HTML és una peça essencial dins del marc del projecte i de tots els mòduls de LIBRA. Està integrat dins l'ERP i permet la creació de programes dins dels mòduls comunicant-se eficientment amb les funcionalitats i procediments definits als paquets PL/SQL.

Pel que fa al projecte del mòdul gràfic, el FORMS es fa servir principalment per a omplir visualitzar els camps i filtres que l'usuari ha de seleccionar per tal de crear el gràfic. També es fa servir per a editar les tasques i recursos del gràfic, obrint pestanyes on es veu per camps els camps editables del que s'ha seleccionat. A continuació, a les figures 26 i 27 podem veure un exemple del forms i de com es visualitzen els camps des del mòdul de la Mobilitat quan es criden des del JavaScript.

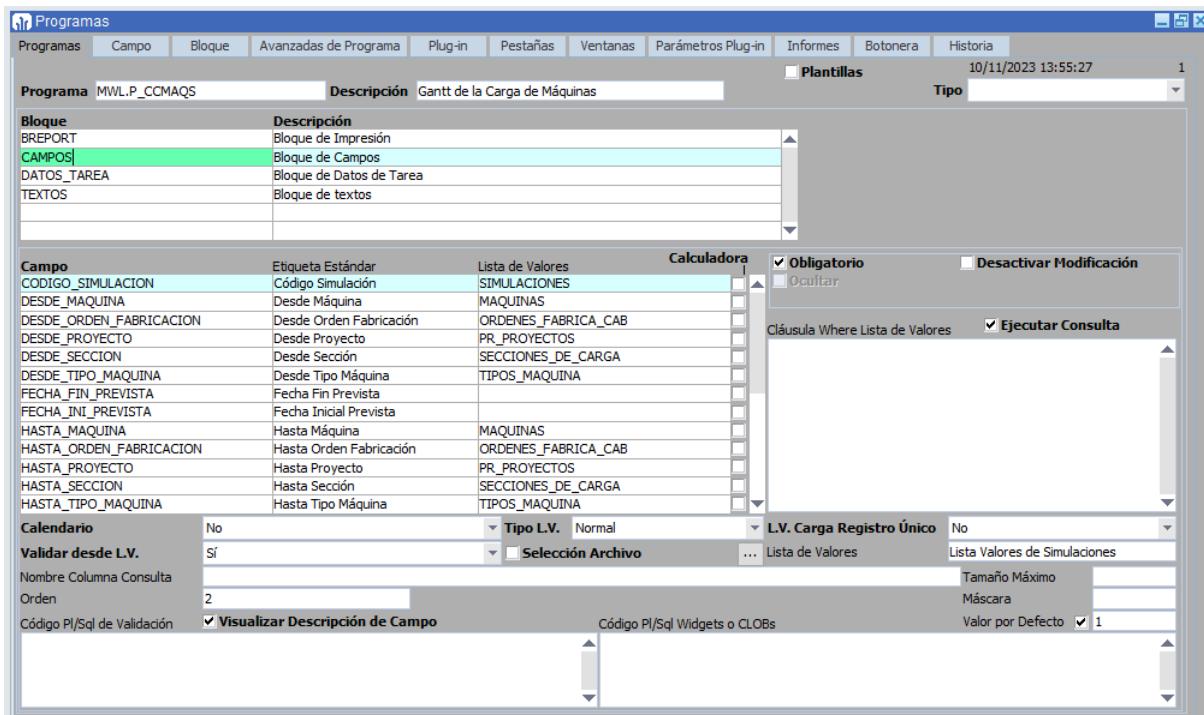


Figura 26. Pantalla del FORMS del programa del mòdul gràfic a LIBRA. Font: LIBRA

Figura 27. Pantalla de filtres per generar un gràfic d'una planta productiva. Font: Mobilitat LIBRA

Com podem veure a les imatges anteriors els camps introduïts al FORMS del programa del mòdul gràfic són els que apareixen a la pantalla de filtres del mòdul gràfic a la Mobilitat.

#### 4.3.1.5. Visual Basic .NET

Visual Basic .NET (VB.NET) és un llenguatge de programació orientat a objectes que es pot considerar una evolució de l'original Visual Basic implementada sobre el framework .NET.

El desenvolupament del mòdul gràfic per a la gestió de tasques de plantes productives a LIBRA va iniciar-se el 2007, amb l'ús simultani de PL/SQL i Visual Basic .NET. Malgrat que després del 2013 es va deixar d'actualitzar el gràfic, aquest llenguatge ha estat suplantat en el desenvolupament de nous mòduls, però el seu paper continua essent fonamental. És important per a desenvolupar el nou mòdul gràfic a Mobilitat saber entendre el codi que es va fer anteriorment.

El coneixement del codi de VB.NET és imperatiu coma a programador que està al càrrec del projecte actual. Les actualitzacions i millors de la funcionalitat del mòdul de Mobilitat requereixen una comprensió detallada dels procediments i funcions implementats en VB.NET al llarg dels anys. Aquesta necessitat emergeix perquè, mitjançant l'anàlisi del codi del mòdul antic, es puguin identificar les funcionalitats que van ser implementades en aquell moment i replicar-les amb millors en la construcció del nou gràfic.

En resum, Visual Basic .NET es manté com un element essencial, no només com a marc històric en el desenvolupament de LIBRA, sinó com un recurs crític per a la innovació i la millora contínua del sistema, assegurant la transició cohesionada del mòdul antic al nou de Mobilitat amb una comprensió contextualitzada del codi existent.

A continuació, a la Figura 28, es mostra el diagrama de components, que descriu com s'empra cada tecnologia descrita anteriorment i la comunicació entre elles:

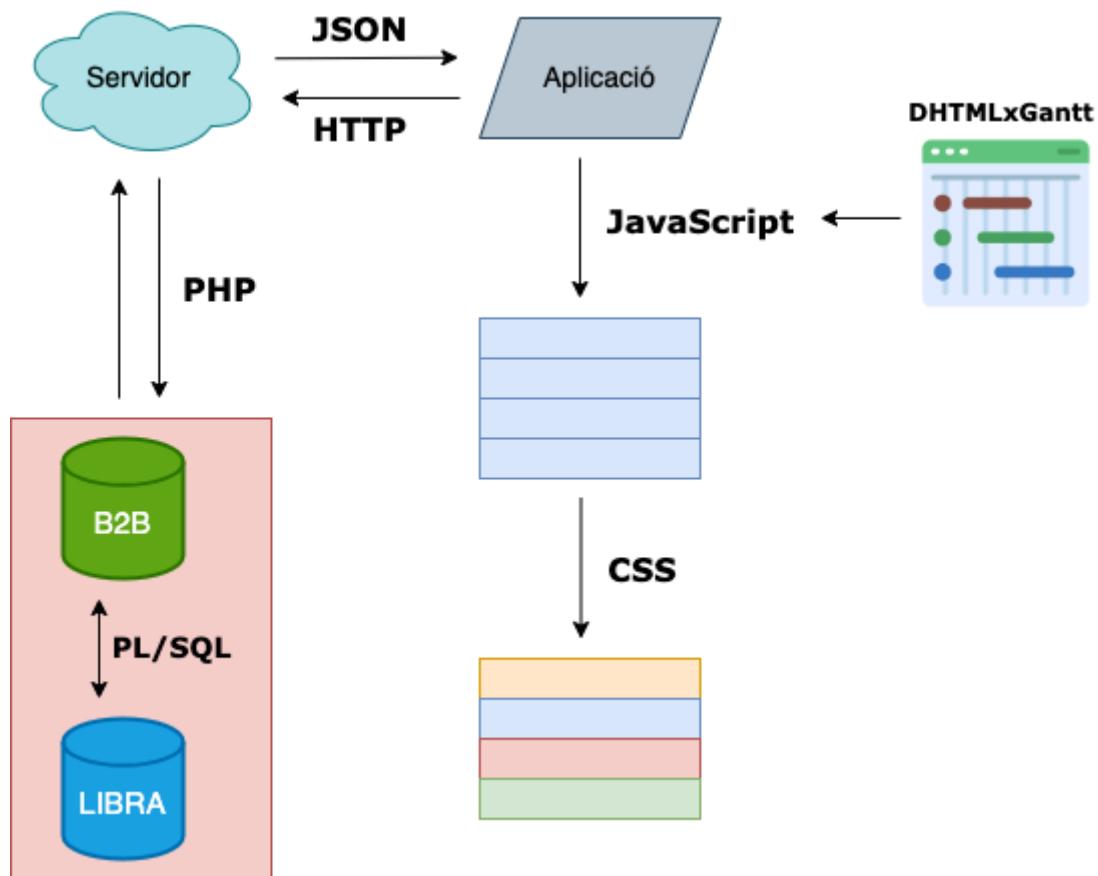


Figura 28. Diagrama de components. Font: Elaboració pròpia

Com es veu a la Figura 28 anterior, el funcionament de l'eina comença amb la part implementada en PL/SQL, que és on hi ha tota la lògica del programa en una sèrie de funcions declarades en diferents paquets. Es treballa amb dos usuaris dins l'entorn de *backend*: l'usuari LIBRA, que conté tot el codi de la lògica de les funcions i executa els processos i la càrrega de taules, i l'usuari B2B que funciona de pont entre el servidor web i l'usuari LIBRA de base de dades a través de PHP. L'aplicació realitza peticions al servidor web per a carregar el programa, validar un camp, introduir informació, etc. i aquesta resposta se li és retornada en format JSON. L'aplicació processa aquest format de la resposta amb el JavaScript i genera la sortida visual corresponent. Per tal de fer el gràfic empra la llibreria DHTMLxGantt com s'ha esmentat anteriorment. Finalment, el navegador aplica les regles de format definides al CSS per maquetar la sortida visual d'acord amb els estils predefinits a la Mobilitat de LIBRA.

#### 4.3.2. Detall de les pantalles

En aquest apartat es descriu en detall els components de la interfície que forma el mòdul gràfic. Es mostra els aspectes principals de cadascun dels components i el perquè del seu disseny.

El sistema del mòdul gràfic només té dues pantalles, la inicial per tal de generar i filtrar el gràfic tal i com l'usuari el vol, i l'altra és la del gràfic en si, mostrant les tasques i

recursos que formen cada ordre de fabricació. Tot i que la interfície no és molt complexa, tota la complicació del programa es troba en les operacions de càlcul que hi ha a la base de dades per tal de mostrar tota la informació correctament.

#### 4.3.2.1 Pantalla inicial

A l'entrar al mòdul gràfic dins de l'apartat de producció de Mobilitat s'entra a la pantalla principal. Aquesta té la funció de que l'usuari introdueixi els camps necessaris per tal de generar el gràfic. La pantalla està formada per 14 camps dels quals dos són obligatoris: la planta productiva i el codi de simulació. Els 12 camps restants són filtres per tal de visualitzar el gràfic amb certes dades. Els camps de filtres són els següents: 'Fecha Inicial Prevista', filtra les tasques des de la data seleccionada; 'Fecha fin Prevista', les filtra fins la data seleccionada; 'Desde Orden de Fabricación', 'Hasta Orden de Fabricación', 'Desde Sección', 'Hasta Sección', 'Desde Tipo de Máquina', 'Hasta Tipo de Máquina', 'Desde Máquina', 'Hasta Máquina', 'Desde Proyecto' i 'Hasta Proyecto'.

A continuació, a la Figura 29 es pot observar els camps descrits anteriorment:



Gantt de la Carga de Máquinas		Información
Planta Productiva	p1	FABRICA
Código Simulación	1	
Fecha Inicial Prevista		<input type="button" value="Calendar"/>
Desde Orden Fabricación		<input type="button" value="Search"/>
Desde Sección		<input type="button" value="Search"/>
Desde Tipo Máquina		<input type="button" value="Search"/>
Desde Máquina		<input type="button" value="Search"/>
Desde Proyecto		<input type="button" value="Search"/>
Fecha Fin Prevista		<input type="button" value="Calendar"/>
Hasta Orden Fabricación		<input type="button" value="Search"/>
Hasta Sección		<input type="button" value="Search"/>
Hasta Tipo Máquina		<input type="button" value="Search"/>
Hasta Máquina		<input type="button" value="Search"/>
Hasta Proyecto		<input type="button" value="Search"/>
<b>Mostrar Gráfico</b>		

Figura 29. Pantalla inicial 'Gantt de la Carga de Máquinas'. Font: Mobilitat LIBRA

Aquest mòdul ha estat dissenyat amb la versatilitat en ment, considerant la seva utilització en diversos dispositius, incloent-hi no només ordinadors de taula i portàtils, sinó també dispositius mòbils, ja que s'executa a través d'un navegador web. Amb la finalitat de millorar la usabilitat en aquest entorn divers, s'ha pres la decisió conscient d'evitar la dependència del teclat en aquesta pantalla inicial. Tots els camps presents a la pantalla han estat dissenyats per ser seleccionats amb pocs clics, optant per una interacció més accessible.

En el cas dels camps de dates ('Fecha Inicial Prevista' i 'Fecha fin Prevista'), s'ha implementat un calendari interactiu que elimina la necessitat d'introduir manualment la

data. Aquest calendari permet a l'usuari seleccionar fàcilment la data desitjada amb només un clic. Aquesta aproximació no només simplifica la introducció de dates, sinó que també garanteix una experiència d'usuari més fluida i amigable.

Pel que fa als altres camps, s'ha adoptat una estratègia similar per assegurar una interacció eficient. En fer clic a la icona de la lupa, s'obre una pestanya que mostra una llista dels possibles valors disponibles per a aquell camp específic. Aquest enfocament agilitza la selecció d'opcions i millora la navegació a través dels diferents valors disponibles.

La Figura 30 il·lustra un exemple visual del calendari interactiu utilitzat per seleccionar camps de dates, mentre que la Figura 31 mostra com es presenta una de les llistes de valors en la interfície gràfica. Aquesta atenció als detalls en el disseny de la interfície té com a objectiu proporcionar una experiència d'usuari intuïtiva i eficient, independent del dispositiu utilitzat.

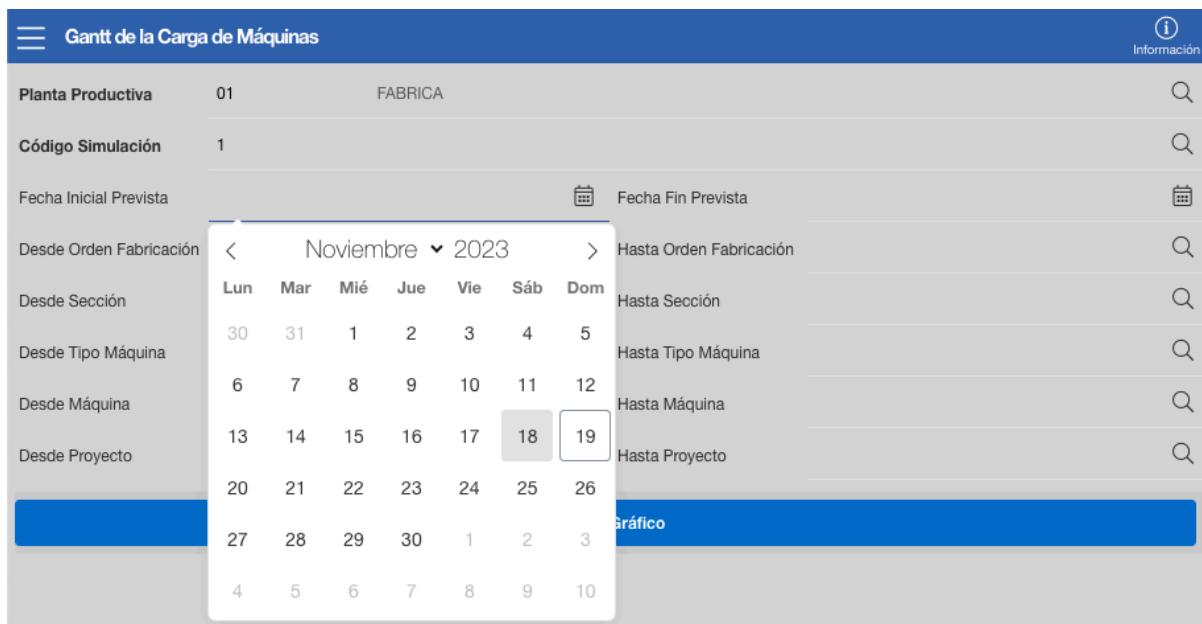


Figura 30. Calendari del camp 'Fecha Inicial Prevista'. Font: Mobilitat LIBRA

Gestió de la Carga de Màquines		ORDENES DE FABRICACIÓN					
Planta Productiva	01	FABRICA					
Código Simulación	1	ORDENES DE FABRICACIÓN					
Orden	Descripción	Artículo	Descripción Artículo	Pres.	Tipo	Tipo Orden	Cantidad a Fabricar
Desde Orden Fabricación	45 4564	204016	ORGANIZER 32 CM TITANIUM PRO C6	UN			100
Desde Sección	47 TES MACETA REDONDA Ø 32 CM BLA C12	300143	TES MACETA REDONDA Ø 32 CM BLA C12	UN			100
Desde Tipo Máquina	48 MACETA 32 TES BRO UD	801214	MACETA 32 TES BRO UD	UN			200
Desde Máquina	49 TAPA ORGANIZER 32 TRA UD	802069	TAPA ORGANIZER 32 TRA UD	UN			200
Desde Proyecto	50 BASE ORGANIZER 32 NEG UD	802024	BASE ORGANIZER 32 NEG UD	UN			25000
	51 TAPA ORGANIZER 32 TRA UD	802069	TAPA ORGANIZER 32 TRA UD	UN			50
	52 MEZCLA STOCK COPO 49 HOMO 49 BRO	901003	MEZCLA STOCK COPO 49 HOMO 49 BRO	KG			200
	53 MACETA 32 TES BRO UD	801214	MACETA 32 TES BRO UD	UN			800
	54 BASE CUBO 7L PLA UD	801247	CONO 18 TES BRO UD	UN			100
	55 TES CONO 18 CM BRO C24	304003	TES CONO 18 CM BRO C24	UN			100
	56 BASE CUBO 7L PLA UD	801247	CONO 18 TES BRO UD	UN			100
	57 TES CONO 18 CM BRO C24	304003	TES CONO 18 CM BRO C24	UN			100

Figura 31. Llista de valors del camp 'Desde Orden Fabricación'. Font: Mobilitat LIBRA

Els camps 'Planta Productiva' i 'Código Simulación' es configuren com a obligatoris per a la generació del gràfic, garantint que mai quedin sense completar. En la càrrega inicial de la pàgina, aquests camps s'inicialitzen amb els primers valors de les respectives llistes de valors com a valor predeterminat. És important destacar que, tot i que molts usuaris representen empreses amb una única planta productiva, s'ha tingut en compte la possibilitat que alguns en tinguin més d'una. En el cas de les simulacions, els usuaris poden gestionar-ne tantes com necessitin. No obstant això, quan un usuari ja està treballant en una simulació i un altre intenta regenerar el gràfic, apareix una finestra emergent que alerta l'usuari sobre la possibilitat de sobreescrivir la simulació actual. Aquesta acció comportaria la pèrdua dels canvis no guardats i la regeneració de la simulació des de zero. Aquesta mesura de precaució té com a objectiu evitar pàrdues accidentals de dades i assegurar-se que l'usuari estigui conscient de les conseqüències abans de procedir amb l'acció. Aquest disseny respon a les diverses necessitats i pràctiques operatives dels usuaris, proporcionant una experiència d'usuari segura i eficient en la gestió de les simulacions i la generació dels gràfics associats.

Pel que fa als filtres, aquests són opcionals i es poden deixar en blanc. Aquests només serveixen per a veure certes tasques segons el paràmetre que l'usuari vulgui.

Un cop introduïts tots els camps i filtres necessaris per a generar el gràfic es fa clic a 'Mostrar Gráfico' i es mostra una nova pantalla amb el gràfic generat.

#### 4.3.2.2 Pantalla del gràfic

En aquesta pantalla es mostra el gràfic que s'ha generat prèviament. Aquest mostra una sèrie de tasques, representades en barres segons la duració que tenen, i una sèrie de recursos, representats en verd o vermell dependent de si s'estan fent servir per una o múltiples tasques a la vegada.

A continuació, a la Figura 32, es mostra un exemple de com es veu aquest gràfic en pantalla amb unes quantes tasques:

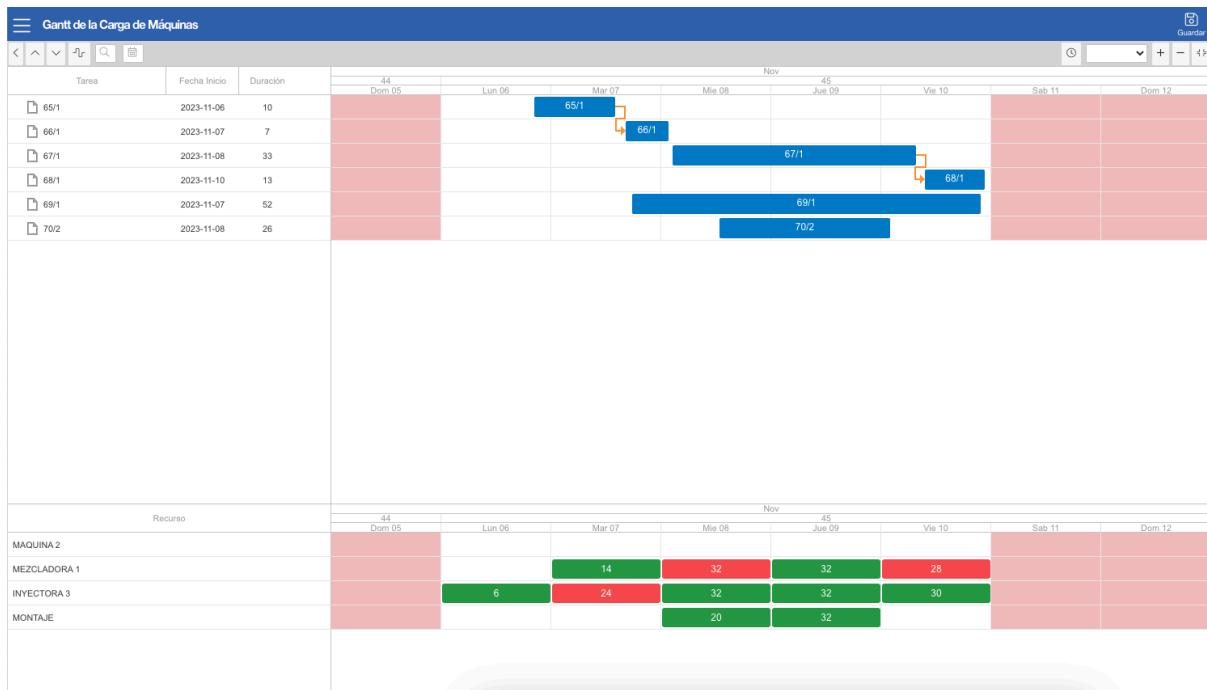


Figura 32. Pantalla del gràfic de tasques i recursos. Font: Mobilitat LIBRA

Cada tasca està representada en una fila del gràfic i té un nom que l'identifica, que està format per l'ordre de fabricació de la qual forma part i de la seqüència. Cada una té una data d'inici i una duració, que venen nombrades a les columnes de l'esquerra, i aquestes van d'acord amb la posició sobre la línia de temps i l'amplada de la barra que representa la tasca. Les tasques que van unides amb una fletxa formen part de la mateixa ordre de fabricació però són de diferent seqüència.

Pel que fa als recursos aquests estan representats a la part inferior de la pantalla per files i aquests van identificats per un nom. Per cada dia, hora, setmana o quina sigui la unitat, depenen de com s'està visionant el gràfic, és mostren les hores d'ús en aquella franja de temps. Si un recurs està fent-se servir per una tasca aquesta es marcarà en verd. En cas que s'estigui emprant per més d'una tasca aquesta es marcarà en vermell, avisant de l'usuari que això no és possible i que cal reorganitzar les tasques en el temps per tal que no hi hagi solapaments.

Els dies marcats en vermell són els no laborables, i per tant no hi poden haver tasques que comencin o acabin en aquests dies ja que la planta no està oberta. Quan es mouen les tasques sobre el gràfic ja es té en compte que una tasca no pugui començar en un dia no laborable, per tant quan es vol deixar anar sobre aquest, la barra de la tasca torna al lloc inicial.

En el cas que una tasca sigui arrossegada a una ubicació on la data d'inici és un dia laborable mentre que la data final no ho és, el sistema respon amb un càlcul automàtic i redimensiona la barra de la tasca. Mitjançant la detecció de la duració de la tasca, el sistema evalua la data d'inici i els dies en què la planta no està operativa. Així, recalcula la data de finalització prevista per garantir que la tasca conclogui quan la planta torni a estar operativa.

De la mateixa manera que una planta té dies laborables, cada jornada també té unes determinades hores. A continuació, a la Figura 33 es mostra com és el visionat de les tasques des del punt de vista de les hores:

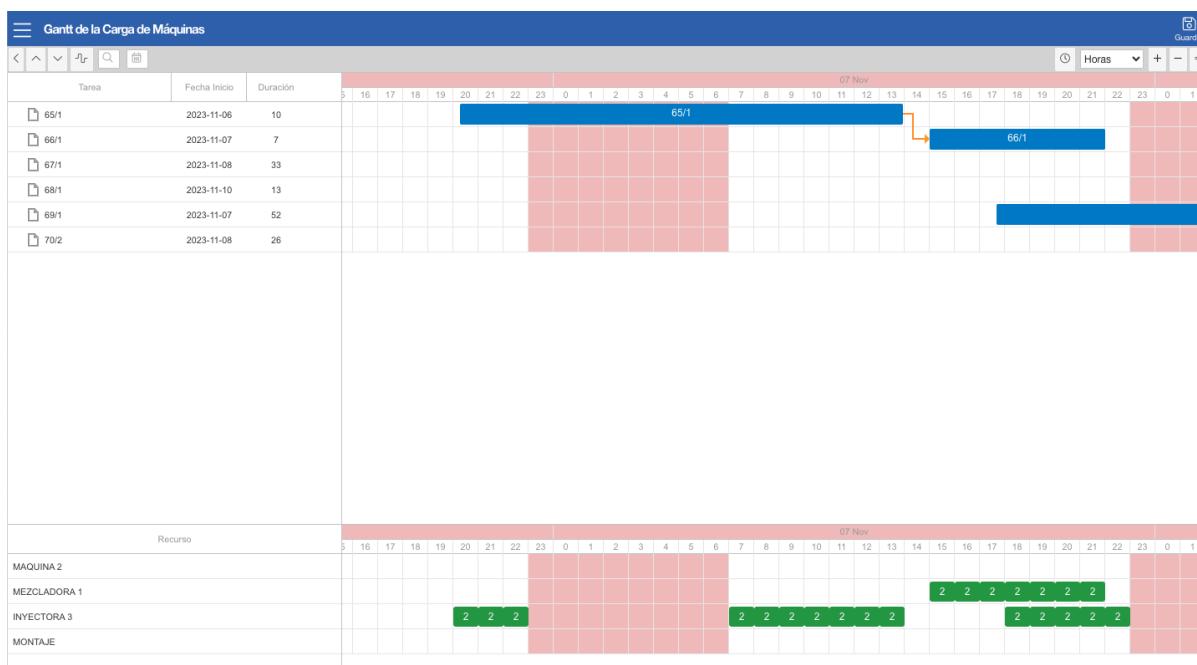


Figura 33. Pantalla del gràfic de tasques i recursos per hores. Font: Mobilitat LIBRA

Com es pot veure al gràfic anterior, aquest exemple de planta productiva no obre les 24 hores del dia i, per tant, hi ha una sèrie d'hores a la matinada que no obre. En aquí podem veure un exemple de com tasques, com la '65/1', no poden acabar-se en una jornada i han de continuar-se la següent quan es torni a obrir la planta. Si aquesta s'arrossegà per a què comenci el dia següent al matí, es redimensiona per a què compleixi la duració predefinida tal i com es veu a la Figura 34 següent:

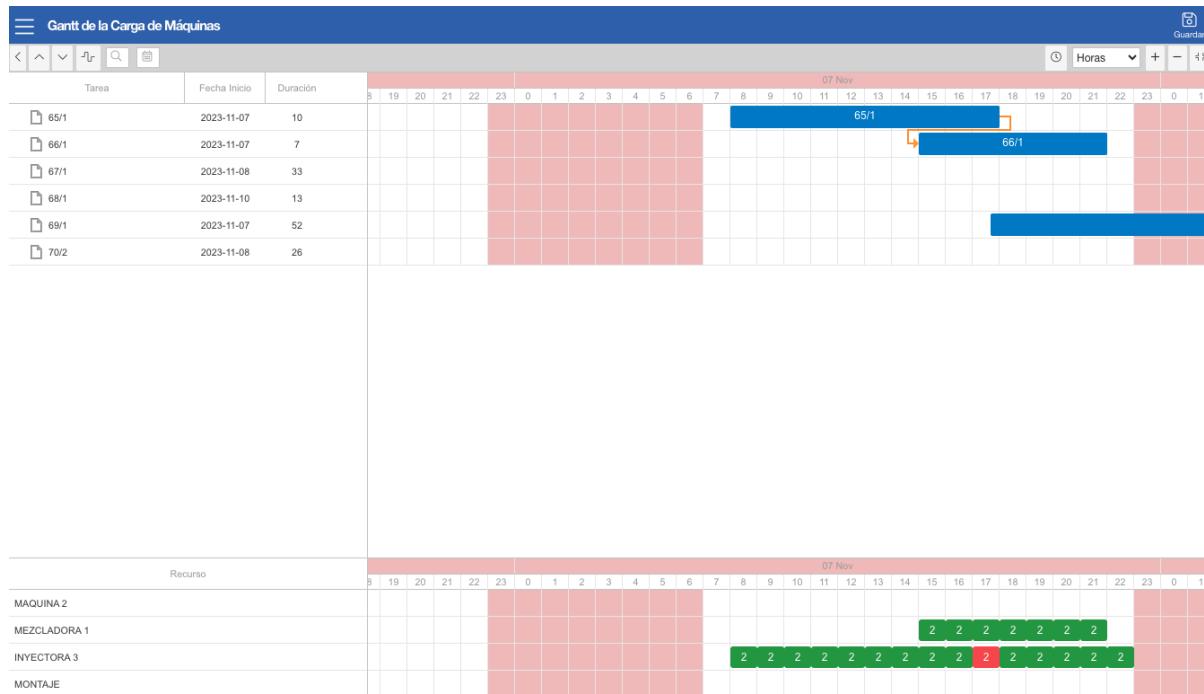


Figura 34. Pantalla del gràfic de tasques i recursos per hores. Font: Mobilitat LIBRA

Cada planta productiva té definida prèviament quin és el seu calendari de treball, és a dir, quines hores al dia es treballa i quins són els dies festius.

A part de veure les tasques i recursos per hores també es poden veure per minuts, dies, setmanes, mesos i anys, tal i com es pot seleccionar a la pestanya desplegable de dalt a la dreta. També es pot canviar el visionat del gràfic respecte el temps fent clic als botons de '+' i '-' per a augmentar o disminuir la vista o es pot ajustar la visió a la manera com estava inicialment, fent clic al botó a la dreta d'aquests. A la Figura 35, es mostren les opcions d'aquesta pestanya i els botons que s'han descrit anteriorment:

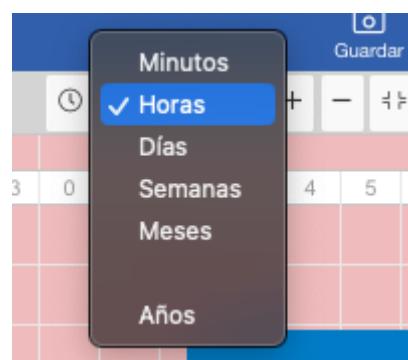


Figura 35. Pestanya canvi de visionat. Font: Mobilitat LIBRA

Una tasca també es pot moure de lloc sobre la línia de temps de manera més precisa introduint manualment la data inici que on es vol posar. Si es fa clic a una de les barres sobre una pestanya en la qual es pot canviar la data i l'hora d'inici de la tasca

seleccionada. A continuació, a la Figura 36, es veu com és aquesta pestanya d'edició d'una tasca sobre el mòdul gràfic:

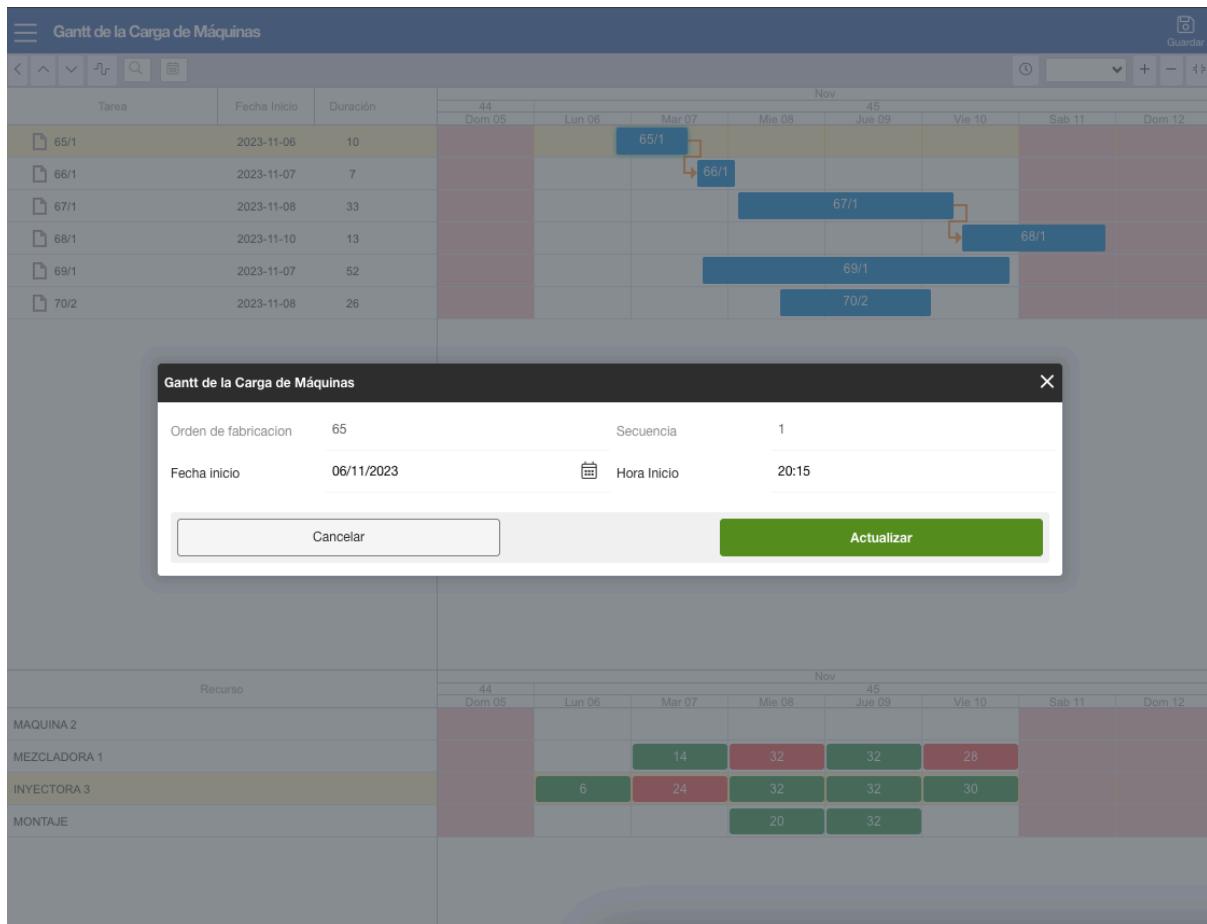


Figura 36. Pestanya canvi edició tasca. Font: Mobilitat LIBRA

Per tal de canviar la data d'una tasca s'empra l'eina del calendari altre cop per fer més fàcil i intuitiu a l'usuari la selecció de la nova data d'inici. L'hora s'introdueix manualment fent servir el format HH24:MI. Un cop fet es fa clic al botó 'Actualizar' i es guarda a la base de dades.

Dins del gràfic també hi ha un parell de filtres que es poden fer servir per tal de visionar millor certes tasques. A la part de dalt a l'esquerra del gràfic hi ha una lupa que permet filtrar les tasques pel seu identificador. A la Figura 37 se'n veu un exemple:

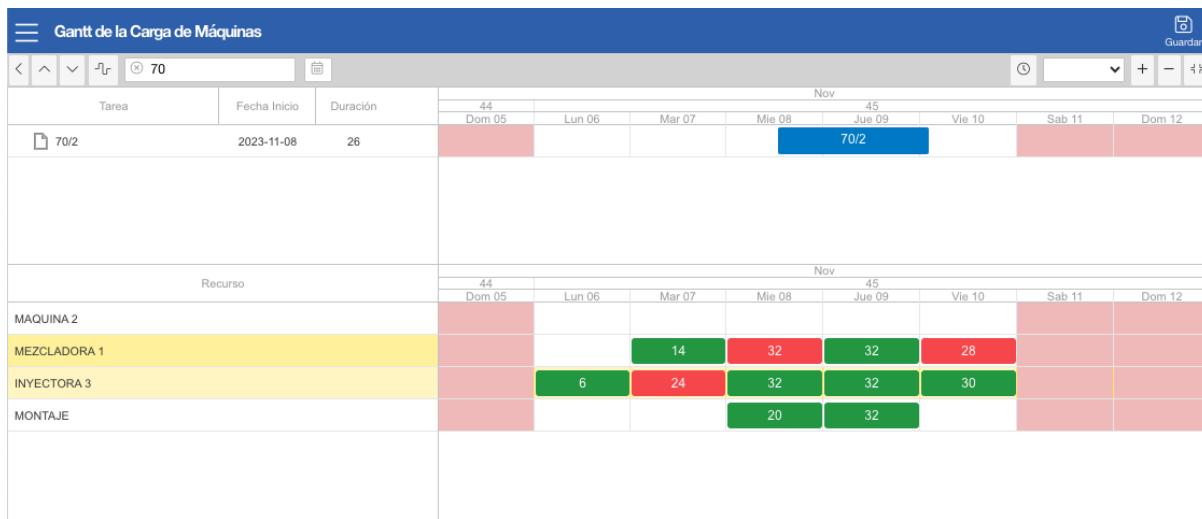


Figura 37. Gràfic filtrat per nom de tasca. Font: Mobilitat LIBRA

També es pot filtrar les tasques per rang de dates. Si es fa clic a la icona del calendari a la dreta de la lupa, s'obre un calendari el qual es pot seleccionar un rang de dies els quals es vol consultar les tasques. A continuació, a la Figura 38, es veu com és aquest calendari per rangs:

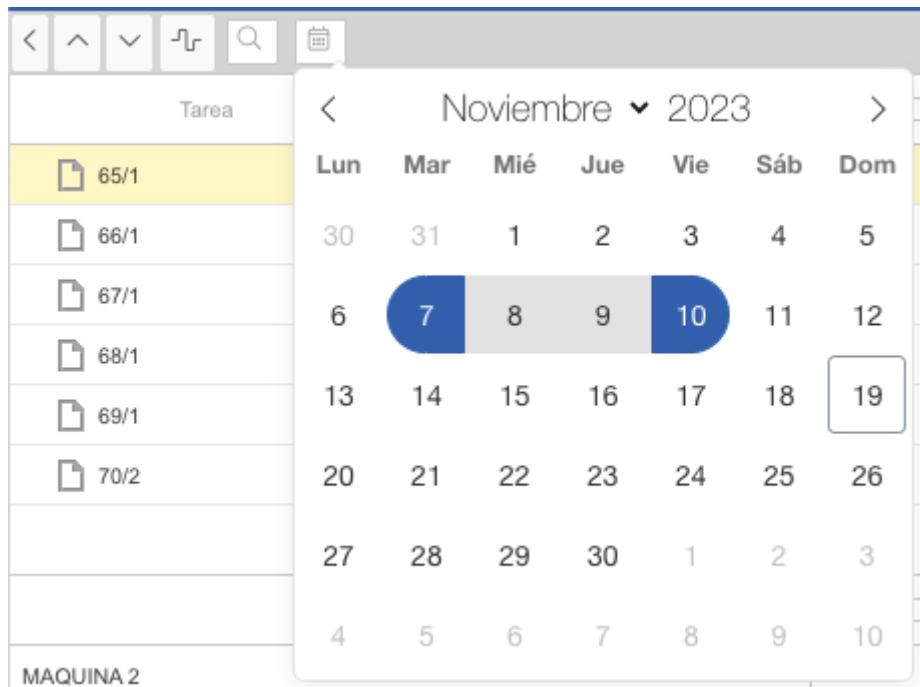


Figura 38. Calendari que filtra per rangs de tasques. Font: Mobilitat LIBRA

Finalment, un cop s'han fet els canvis al gràfic que es volien fer, cal guardar les dades d'aquesta simulació. Fent clic a la icona del disquet que posa 'Guardar' s'obrirà una pestanya com la que es mostra a la Figura 39 següent:

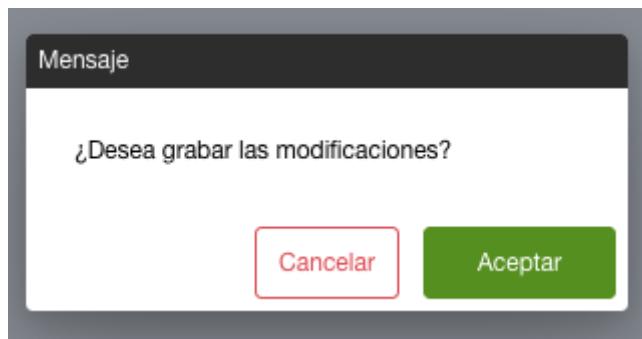


Figura 39. Pestanya guardar canvis. Font: Mobilitat LIBRA

Quan es fa clic a 'Aceptar' es guarda a la base de dades les modificacions que s'han fet. Si no s'ha guardat una simulació i s'intenta tancar, refrescar o tirar endarrere la pàgina, el programa avisa a l'usuari conforme si vol guardar abans les modificacions. En cas de continuar es perden totes les dades dels canvis que s'han realitzat. A continuació, a la Figura 40, es veu un exemple de com seria una pestanya d'avís de navegador com la que s'ha descrit:

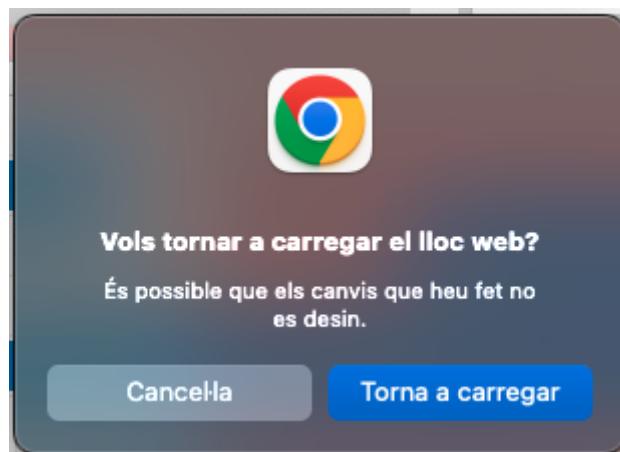


Figura 40. Pestanya d'avís recordant guardar els canvis. Font: Mobilitat LIBRA

#### 4.3.3. Problemes trobats i solucions aplicades

En aquesta secció es parla dels desafiaments que s'han enfrontat durant la implementació i les solucions que s'han aplicat. Amb això es justifica la capacitat d'adaptació i resolució de problemes que s'ha demostrat durant el desenvolupament del programa.

##### 4.3.3.1. Aprofitament de codi

L'eina actual del mòdul existeix dins del marc de LIBRA des de fa més de dues dècades. La seva primera versió, anomenada LIBRA Scheduling, es va completar l'any 2003. A la Figura 41 es mostra una imatge de la pantalla del gràfic de càrrega de màquines en aquella època:

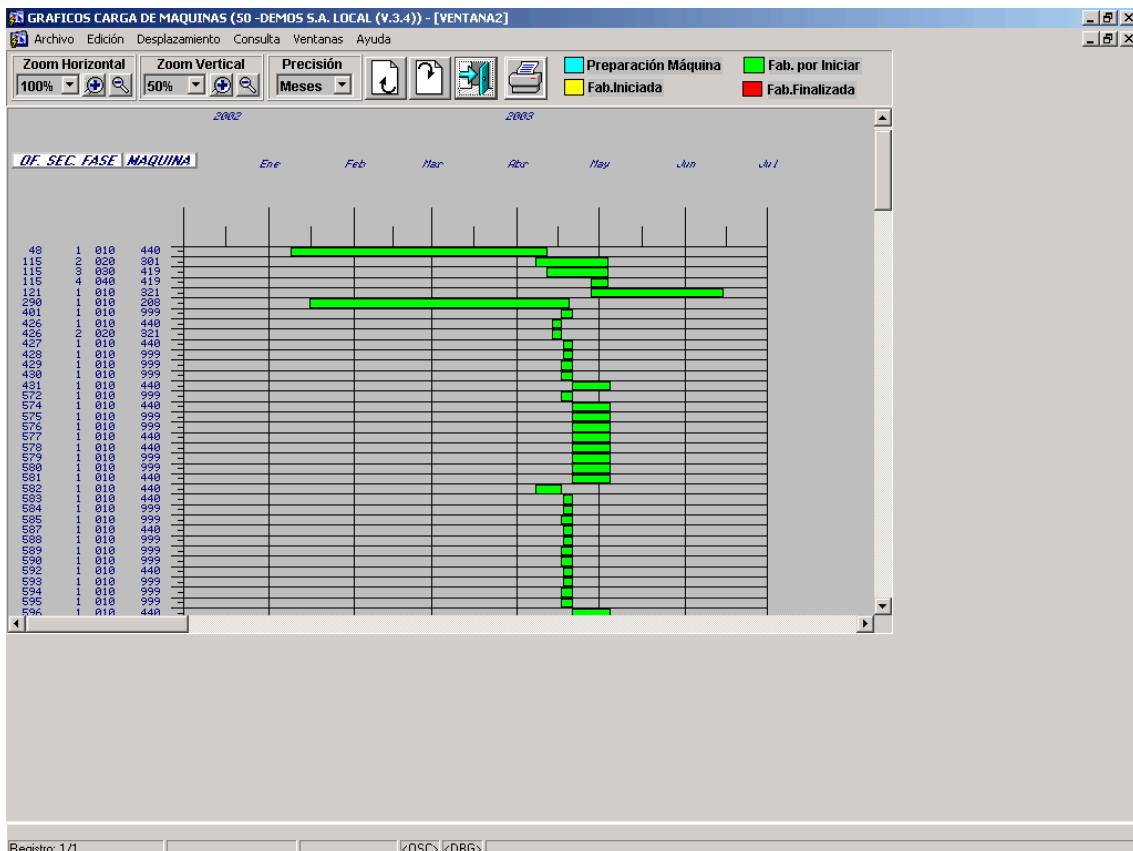


Figura 41. Gràfic de la càrrega de màquines de LIBRA Scheduling. Font: Manual Programación Carga de Máquinas

Amb el temps, es va desenvolupar una nova versió del gràfic que es va integrar al mòdul de producció de LIBRA. Aquest desenvolupament va iniciar-se l'any 2007 i es va deixar d'actualitzar l'any 2013. En aquesta nova versió del gràfic, es van introduir noves vistes i es va habilitar la gestió de recursos, entre altres funcionalitats. A continuació, a la figura 42, es troba un exemple de com és aquest gràfic:

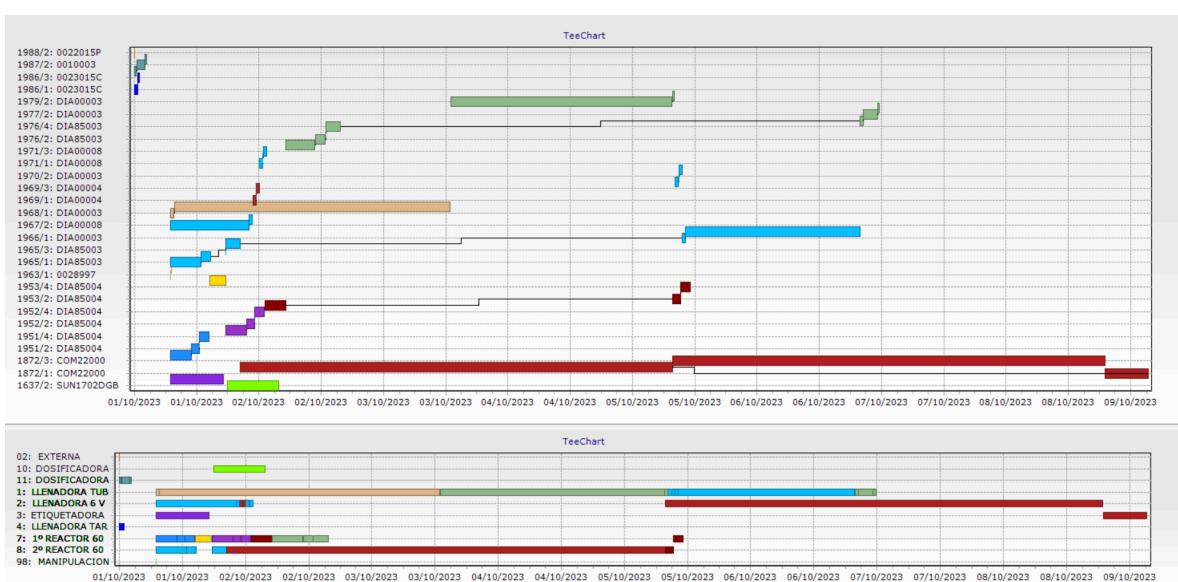


Figura 42. Gràfic de la càrrega de màquines. Font: Mòdul de producció de LIBRA

A partir d'aquesta última actualització de fa 10 anys, s'inicia el desenvolupament d'aquest projecte amb l'objectiu de fer-lo compatible amb navegadors i, per tant, per a tot tipus de dispositius dins del nou mòdul de Mobilitat de LIBRA. Per això, el procés de reciclatge de codi emergeix com una part essencial per al desenvolupament d'aquest nou mòdul gràfic, ja que l'algoritme de seqüènciació que gestiona les tasques i els recursos ha sigut aprofitat i integrat.

Tot el nucli lògic del programa es troba juntament amb les taules de la base de dades en diversos paquets de PL/SQL. La majoria de les funcions i procediments que realitzen el càlcul de la càrrega de màquines estan continguts en un paquet PL/SQL anomenat sch\_carga\_maquinas. Aquests mètodes actuen directament sobre les taules relacionades amb les ordres de fabricació, tasques, recursos, calendaris, seqüències, màquines, entre altres, per seleccionar, actualitzar o esborrar dades quan és oportú.

En la meva tasca a la part de *backend*, ha sigut crear un nou paquet PL/SQL i cridar a aquestes funcions preexistents perquè actuïn sobre les taules de dades quan l'usuari realitzi certes accions des de la intereficie gràfica. Aquest nou paquet inclou declaracions de diverses funcions addicionals, com ara obtenir valors com les hores i els dies que la planta productiva té declarats com a no laborables, comprovar si la simulació està en ús o no, actualitzar les dades d'una tasca després de ser moguda al gràfic, desar les modificacions a les taules corresponents i obtenir les dades de les ordres de fabricació i els recursos que es volen projectar al gràfic de la planta.

Aquestes funcions preexistents al paquet principal de sch\_carga\_maquinas, en crida d'altres a situades a altres paquets del mòdul de Producció de LIBRA on es treballa. A continuació a la Figura 43 es mostra la seqüència de crides dels paquets PL/SQL que executen les funcions que permeten el càlcul del gràfic de tasques i recursos al complet:

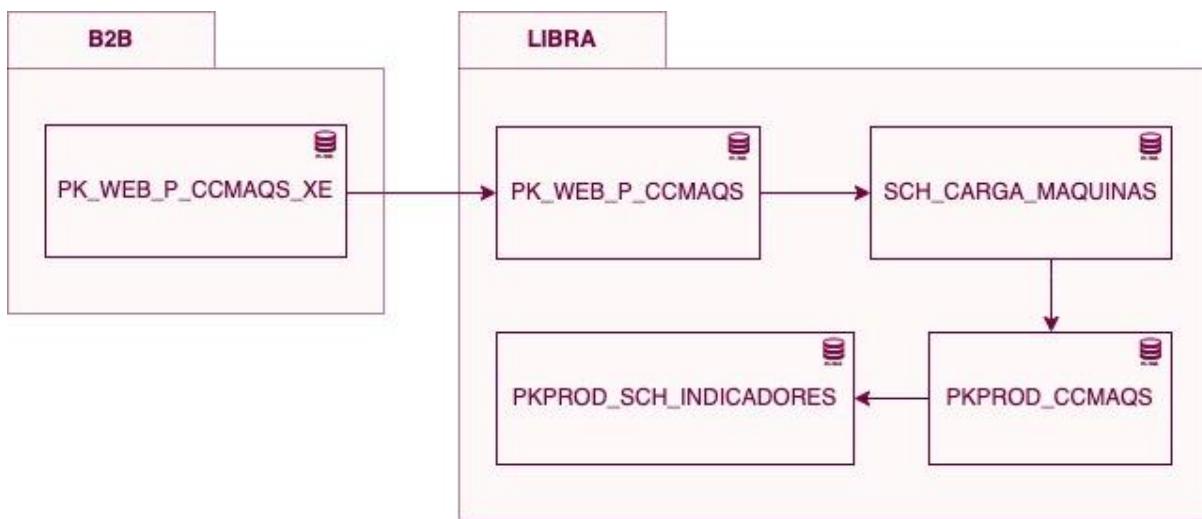


Figura 43. Diagrama dels paquets PL/SQL existents per al càlcul del gràfic. Font: Elaboració pròpia

En definitiva, la feina a l'hora de fer el desenvolupament intern del gràfic en PL/SQL ha sigut cridar a múltiples operacions ja existents, que formaven part de paquets que construïen el gràfic antic, i actuar sobre taules de la base de dades que ja formen part del sistema del mòdul de producció. A partir d'això s'assegura una sincronització fluïda amb la interfície gràfica, de manera que les dades s'enviïn en el format més còmode per al frontal del programa i, a la mateixa vegada es rebin correctament els paràmetres des de la interfície d'usuari.

L'última versió del gràfic implementat classifica les barres de les tasques per colors segons el recurs que empra, tal i com es veu a la Figura 44 següent:

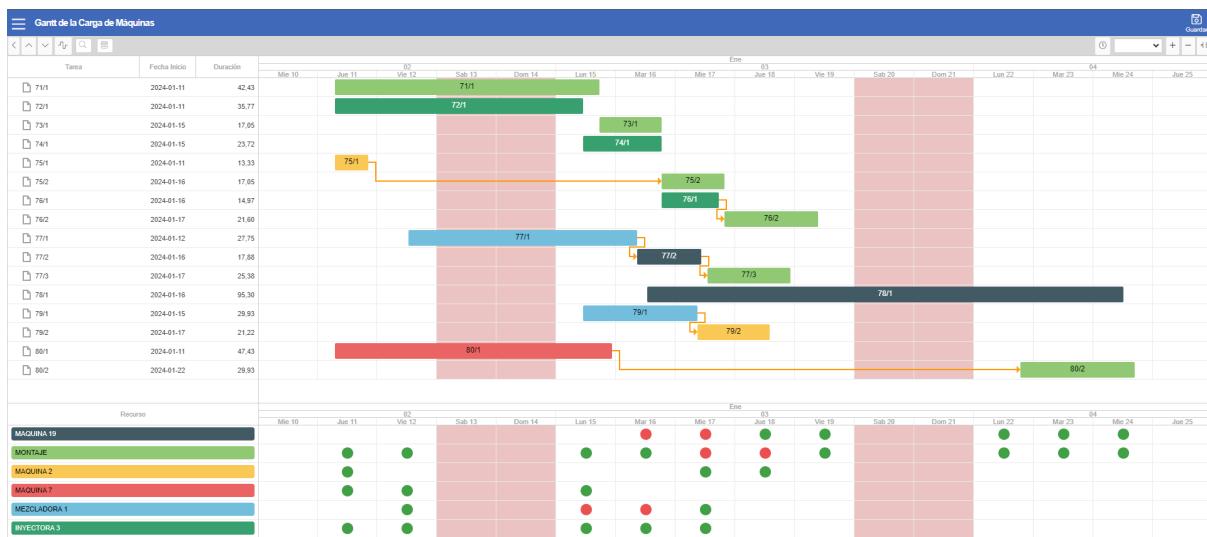


Figura 44. Exemple de pantalla del gràfic de la càrrega de màquines (última versió). Font: Mobilitat LIBRA

En resum, el procés de desenvolupament intern del gràfic en PL/SQL ha implicat la crida a diverses operacions ja existents, les quals formaven part de paquets que construïen el gràfic antic. A través d'aquests, s'ha actuat sobre les taules de la base de dades que ja estan integrades al sistema del mòdul de producció. Aquest enfocament garanteix una sincronització fluida amb la interfície gràfica, assegurant que les dades es transmeten en el format més convenient per al frontend del programa i que, simultàniament, es rebin correctament els paràmetres des de la interfície d'usuari. Aquesta integració eficaç contribueix a la coherència del sistema i a una experiència d'usuari optimitzada, aconseguint una bona interacció entre la part lògica del backend i les funcionalitats que es permeten des del frontend.

#### 4.3.3.2. Seguiment de les bones pràctiques del desenvolupament de LIBRA

A EDISA, la importància de seguir bones pràctiques internes en el desenvolupament de nous programes per a LIBRA és una consideració fonamental. Durant les primeres setmanes de formació en PL/SQL, es va posar un fort èmfasi en l'adopció de bones pràctiques per a programar les operacions dels paquets. Aquest enfocament busca assegurar que el codi sigui altament eficient, llegible i fàcil de reutilitzar en el futur.

L'empresa ha elaborat un document exhaustiu que compila aquestes bones pràctiques per al desenvolupament de LIBRA. Aquest document proporciona directrius precises sobre les nomenclatures de variables, la creació de nous camps a les taules, la implementació de constraints, i moltes altres regles a seguir i accions a evitar al programar en PL/SQL. A més, s'inclouen bones pràctiques específiques per a l'ús de FORMS i la sincronització amb els paquets desenvolupats en PL/SQL. Aquesta orientació detallada reflecteix l'èmfasi continu de l'empresa en la creació i el manteniment de codi de la màxima qualitat i consistència en el desenvolupament de la seva aplicació LIBRA.

En el procés de desenvolupament del nou programa, he hagut de seguir de manera estricta les bones pràctiques establertes per EDISA per al desenvolupament de LIBRA. No obstant això, ha sorgit un repte significatiu en l'adaptació dels codis del gràfic antic, ja que en aquella època aquestes pràctiques no estaven establertes i, per tant, aquests codis no les seguien.

La falta d'adhesió a les bones pràctiques en els codis preexistents ha presentat desafiaments significatius en la interpretació i modificació d'aquests. Amb l'objectiu de comprendre millor el codi i identificar la funcionalitat de cada operació dels paquets, s'ha dut a terme una anàlisi meticulós dels fitxers. En alguns casos, s'han implementat canvis per a alinear els codis amb els estàndards de bones pràctiques actuals.

Un dels desafiaments més importants, relacionats amb els problemes de no fer servir bones pràctiques, ha estat la diversitat en la nomenclatura de les columnes de les taules, on algunes es referien al mateix valor amb noms diferents. Per exemple, la columna que fa referència al codi de simulació podia ser anomenada 'codigo\_simulacion' en algunes taules i 'numero\_simulacion' o 'simulacion' en altres.

Malgrat aquests reptes, l'adaptació dels codis preexistents juntament amb els nous ha estat important per assegurar la coherència i la conformitat amb les pràctiques actuals. Aquest esforç no només facilita una millor comprensió del codi, sinó que també contribueix a mantenir un desenvolupament continu i més sostenible del nou programa dins del marc de LIBRA.

#### 4.3.3.3. Integració d'una nova eina i coordinació amb la base de dades

En el desenvolupament del gràfic antic al mòdul de producció de LIBRA, la interfície ha sigut implementada en Visual Basic .NET i interactua directament amb les funcions dels paquets PL/SQL encarregats dels càlculs. Per al desenvolupament de la nova interfície, ha estat essencial comprendre el codi del frontend antic, creat amb .NET, amb l'objectiu de tenir una millor comprensió de quan cridar les funcions en certes accions de l'usuari.

La nova interfície s'ha implementat utilitzant JavaScript i el FORMS de LIBRA. S'ha incorporat la llibreria DHTMLxGantt en JavaScript per a facilitar la creació del nou gràfic, modificant-lo per mostrar les tasques i els recursos d'una planta productiva. La dificultat principal per mostrar les dades en aquesta nova interfície per a navegadors ha estat adaptar les dades al format específic que requereix l'eina. El gràfic només accepta un format JSON concret amb una sèrie de paràmetres que representen tasques, enllaços entre elles per a les que són d'una mateixa ordre de fabricació i recursos, entre altres.

Per abordar aquest desafiament, s'ha implementat un fitxer PHP que actua com a intermediari entre la nova interfície i les funcions dels paquets PL/SQL. Des de aquest punt, es criden les funcions i es reben els valors. Abans de ser manipulats pel JavaScript, aquests valors són convertits en format JSON. Aquesta estratègia permet una construcció fluida de la nova interfície amb les funcionalitats existents als paquets PL/SQL, tot i la complexitat inherent a adaptar les dades al format específic requerit per l'eina.

## 4.4. Proves i resultats

Durant el desenvolupament de les tasques vinculades amb la programació del mòdul gràfic a Mobilitat, s'han dut a terme extenses proves per garantir el funcionament correcte de totes les funcionalitats que l'usuari podria voler realitzar. A mesura que s'han desenvolupat les diverses característiques del gràfic, s'han realitzat proves iteratives i s'han detectat i abordat errors en les reunions de seguiment amb els consultors i el director del projecte a EDISA.

Aquestes proves, prèviament, s'han planificat amb l'objectiu de validar el correcte funcionament de totes les funcionalitats i interaccions possibles que l'usuari pot tenir amb el software. Aquesta planificació assegura que cada aspecte del programa sigui provat, garantint així una experiència d'usuari òptima i la fiabilitat del sistema.

Al llarg de la implementació, s'han anat realitzant proves assegurant que cada funcionalitat afegida al gràfic fos sotmesa a una validació. Tot i que no s'ha implementat una integració contínua, i les proves no són automatitzades, s'han realitzat jocs de proves manualment, i s'han simulat situacions d'ús per emular les accions de l'usuari. A mida que la implementació evoluciona, es continuen realitzant proves específiques per cada nova funcionalitat abans de la seva finalització. A continuació, es mostra, per cada cas d'ús, una idea general de les proves que s'hi han realitzat per tal de validar el seu funcionament:

### 4.4.1. Proves per cas d'ús

#### Cas d'ús #01 - Generar gràfic:

1. Navegació a la pantalla inicial de Mobilitat, entrada al mòdul de Producció i

- selecció l'opció 'Gant de la Càrrega de Màquines' per verificar que les opcions estan disponibles i funcionen correctament.
2. Selecció una planta productiva específica i verificació que la selecció d'un codi de simulació està habilitada i funciona correctament.
  3. Clic al botó 'Mostrar Gràfic' i confirmar que aquesta acció produeix la visualització del gràfic corresponent en una pantalla diferent.
  4. Comprovació que la simulació mostri les tasques i recursos sense solapaments entre seqüències.
  5. Comprovació que el gràfic no mostri tasques que empren un mateix recurs que se solapin. Cap recurs surt en vermell a la línia temporal quan s'acaba de calcular la simulació i no hi ha hagut canvis.
  6. Comprovació que totes les tasques respecten el calendari de la planta seleccionat. No hi ha tasques que comencin o acabin en horari no laboral.
  7. Comprovació que l'ús dels recursos correspon en la posició de la tasca sobre el calendari.

#### **Cas d'ús #02 - Filtrar gràfic:**

1. Selecció una planta productiva específica i verificació que la selecció d'un codi de simulació està habilitada i funciona correctament.
2. Comprovació dels filtres de data: generar el gràfic amb una 'Fecha Inicial Prevista' introduïda, generar el gràfic amb una 'Fecha Final Prevista' introduïda, generar el gràfic amb tots dos filtres (d'inici i fi).
3. Comprovació dels filtres d'ordre de fabricació: generar el gràfic amb una ordre de fabricació 'Desde', generar el gràfic amb una ordre de fabricació 'Hasta', generar el gràfic amb tots dos filtres ('Desde Orden Fabricación' i 'Hasta Orden Fabricación').
4. Comprovació dels filtres de secció: generar el gràfic amb una secció 'Desde', generar el gràfic amb una secció 'Hasta', generar el gràfic amb tots dos filtres ('Desde Sección' i 'Hasta Sección').
5. Comprovació dels filtres de tipus de màquina: generar el gràfic amb un tipus màquina 'Desde', generar el gràfic amb un tipus màquina 'Hasta', generar el gràfic amb tots dos filtres ('Desde Tipo Máquina i 'Hasta Tipo Máquina).
6. Comprovació dels filtres de màquina: generar el gràfic amb una màquina 'Desde', generar el gràfic amb una màquina 'Hasta', generar el gràfic amb tots dos filtres ('Desde Máquina i 'Hasta Máquina).
7. Comprovació dels filtres de màquina: generar el gràfic amb una màquina 'Desde', generar el gràfic amb una màquina 'Hasta', generar el gràfic amb tots dos filtres ('Desde Máquina i 'Hasta Máquina).
8. Comprovació de diversos filters a la vegada. Provar diverses combinacions, sobretot les de data i ordre de fabricació que són les més comunes per a un client.

#### **Cas d'ús #03 - Arrosseggar tasca:**

1. Arrosseggar tasca d'una data inici i fi laborals i comprovar que es desplaça correctament a aquest lloc i els recursos es marquen com a emprats en aquell espai de temps.
2. Arrosseggar tasca en una data d'inici no laboral i comprovar que rebota al lloc inicial.
3. Arrosseggar tasca en una data fi no laboral (data d'inici laboral) i comprovar que la

barra de la tasca es redimensiona correctament per a què la data fi sigui laboral.

4. Comprovació que una tasca arrossegada no canvia la seva duració tot i que es redimensioni.
5. Comprovació que una tasca arrossegada a una posició que solapi una altra que empra el mateix recurs, es marca en vermell al gràfic de recursos en aquelles posicions on es solapen.
6. Comprovació que una tasca arrossegada que té enllaços, les seves seqüències posteriors es mouen com una unitat.

#### **Cas d'ús #04 - Canviar mode horari laboral:**

1. Comprovació que al fer clic a la icona del rellotge, les hores no laborals desapareixen del calendari i les tasques es redimensionen adequadament per a mostrar la duració real de la tasca.

#### **Cas d'ús #05 - Canviar mode 24/7:**

1. Comprovació que al fer clic a la icona del rellotge, les hores no laborals apareixen al calendari i les tasques es redimensionen adequadament per a mostrar la duració de la tasca tenint en compte el calendari complet de la planta.

#### **Cas d'ús #06 - Editar hora inici tasca:**

1. Clic sobre una barra de tasca i observar que apareix la finestra modal amb tota la informació detallada de la tasca correctament.
2. Canvi de data i/o hora d'inici i comprovar que es desplaça correctament a aquest lloc i els recursos es marquen com a emprats en aquell espai de temps.
3. Selecció d'una data i/o hora d'inici fora d'horari laboral i observar com apareix una pestanya emergent avisant que l'acció no es pot fer.
4. Clic sobre tasca que no és la primera seqüència de l'ordre de fabricació que forma part i selecció d'una data anterior a la data fi de la seqüència anterior. Observar que apareix una finestra emergent conforme no es pot fer.
5. Clic sobre tasca que té seqüències enllaçades seguidament a la mateixa i seleccionar una data posterior. Observar com les tasques enllaçades es mouen com una unitat.

#### **Cas d'ús #07 - Guardar canvis:**

1. Comprovació que quan es fa clic sobre la icona del disquet apareix una finestra emergent que pregunta si es volen desar les modificacions fetes.
2. Clic a 'Acceptar' per a guardar els canvis i tornar al gràfic, desapareixent així la finestra emergent.
3. Clic a 'Cancelar' per a cancel·lar desar els canvis i tornar a visualitzar el gràfic.
4. Comprovació que si s'ha guardat, tornar al menú principal i tornar a generar la mateixa simulació per visualitzar que els canvis s'han guardat correctament.

**Cas d'ús #08 - Sobreescriure simulació:**

1. Comprovació que si es vol generar un gràfic d'una simulació que té modificacions sense guardar, apareix la finestra d'avís.
2. Clic a 'Aceptar' a la finestra d'avís genera un gràfic amb les últimes modificacions desades.

**Cas d'ús #09 - Cerca tasca al gràfic:**

1. Clic a la icona de la lupa i introduir el número d'ordre de fabricació a cercar i observar que es filtra el gràfic.
2. Comprovació de filtrar una tasca que forma part d'una ordre de fabricació amb diverses seqüències.

**Cas d'ús #10 - Filtrar per data:**

1. Clic a la icona del calendari i seleccionar una data d'inici i fi i observar com es filtra el gràfic.
2. Selecció d'una data inici i fi pertanyent al mateix dia i observar com es filtra només aquell dia seleccionat.

**Cas d'ús #11 - Ampliar/Reduir visió gràfic:**

1. Clic a les icones de '+' i '-' per tal d'ampliar i reduir, respectivament, el gràfic i observar que les barres de les tasques es redimensionen d'acord amb la visualització seleccionada.
2. Selecció de l'opció de visualització per la barra d'opcions. Prova amb 'Minutos', 'Horas', 'Días', 'Semanas', 'Meses' i 'Años', i comprovar que es redimensiona tot correctament (calendari, tasques i recursos).

**Cas d'ús #12 - Tancar simulació:**

1. Realització de canvis al gràfic i tancar la finestra del navegador. Observar com apareix una finestra d'avís dient que no s'han desat els canvis.
2. Provar el mateix recarregant la pàgina.
3. Provar el mateix retrocedint la pantalla.
4. Observar que al fer clic a 'Aceptar' es procedeix a fer l'acció que es volia realitzar sense desar els canvis fets.

#### 4.4.2. Proves d'estrès

Per altra banda, s'han dut a terme proves d'estrès per assegurar que l'eina pot gestionar eficientment diversos volums de dades, adaptant-se a les necessitats de diferents tipus de clients. Aquests escenaris varien des de situacions amb un nombre reduït d'ordres de fabricació fins a casos on s'han de processar centenars d'elles. Aquestes proves són fonamentals per confirmar que el sistema pot visualitzar de manera precisa totes les tasques i recursos, i alhora garantir un rendiment òptim durant canvis de càrrega. Es considera que un interval de temps de càrrega de pàgina de 0 a 2 segons és ideal, però fins a 3 segons també resulta acceptable en contextos de major demanda [34]. Tot i que l'usuari típic del mòdul gràfic gestionarà, com a màxim, unes desenes de tasques, s'han

simulat condicions amb un volum significativament més alt per verificar els límits de l'eina, tal com es detalla a la Taula 37 següent:

Número de tasques	Temps (segons)
10	0.7
100	1.3
1000	2.6

Taula 37. Taula de proves d'estrés. Font: Elaboració pròpia

Les proves que es representen als resultats anteriors, s'han realitzat amb l'inspector del navegador del Google Chrome, que anota els temps de càrrega de les pàgines. Com es pot observar en els resultats obtinguts, els temps de càrrega són adequats per a un rang extens de tasques, complint amb els estàndards establerts prèviament.

Pel que fa a les proves d'integració del mòdul gràfic en general, incloses les d'estrés, aquestes es realitzen al final de la implementació del mòdul gràfic complet. S'organitzen demostracions durant les reunions de seguiment amb els consultors o altres programadors de l'empresa per identificar possibles errors o millores que puguin passar desapercebudes durant el procés de desenvolupament. Aquest enfocament permet garantir que la integració global del mòdul compleixi amb les expectatives i s'ajusti als requisits específics.

## 5. Conclusions

El desenvolupament d'aquest projecte proposat per EDISA Projectes Informàtics, SA. ha sigut una experiència enriquidora que ha culminat amb èxit en l'assoliment dels objectius predefinits. En aquest apartat es reflexiona sobre els objectius assolits, les futures millores si el sistema s'evolucionés, l'assoliment de les competències tècniques i els coneixements apresos.

### 5.1. Objectius assolits

En aquest apartat es realitza una revisió dels objectius inicials que es van proposar durant la descripció de l'abast del projecte i s'analitza si s'han complert o no.

L'objectiu principal del projecte, que és crear un mòdul gràfic d'una planta productiva dins del mòdul de Mobilitat de LIBRA, s'ha aconseguit. S'ha desenvolupat un gràfic en un mòdul web que es capaç de representar la càrrega de treball d'una planta. L'usuari és capaç d'editar de manera intuitiva les tasques i recursos per tal de gestionar l'ordre i duració de les ordres de fabricació de la planta que opera.

Pel que fa als objectius més precisos referents al sistema, s'analitza a continuació si s'han complert:

- **Integració eficient amb LIBRA ERP:** El nou sistema gràfic creat a Mobilitat està totalment integrat amb l'ERP de LIBRA ja que comparteix la mateixa base de dades pel que fa al seu mòdul de producció i molts dels camps per a generar el gràfic s'han generat amb el FORMS de LIBRA. Moltes de les funcionalitats per a calcular les dades del gràfic utilitzen els algoritmes de seqüènciació que emprava el gràfic antic.
- **Representació dinàmica de la càrrega de treball:** El mòdul gràfic representa dinàmicament la càrrega de treball de la planta productiva de l'usuari. Quan una tasca és editada, s'actualitzen els recursos que empra i es calcula la data d'inici i fi respecte el calendari de la planta. També es gestiona el moviment entre tasques d'una mateixa ordre de fabricació.
- **Adaptable visualment a diversos dispositius:** Com que el mòdul s'ha realitzat al mòdul web de Mobilitat fa que pugui ser adaptable per a ser visualitzat i gestionat des de diversos dispositius, ja siguin ordinadors o dispositius mòbils. L'eina de la interfície gràfica ha sigut desenvolupada per a ser compatible per a diferents mides de pantalla.
- **Millora del gràfic del Mòdul de Producció de LIBRA:** El nou gràfic desenvolupat és molt més intuitiu i més fàcil d'utilitzar per a l'usuari que el ja existent al mòdul

de producció de LIBRA. S'inclouen les funcionalitats que ja tenia el gràfic i es canvia la visualització d'alguns aspectes, com és el dels recursos que ja no es mostren amb barres si no que per cada unitat de temps es mostra el número d'hores.

- **Investigació i implementació de funcionalitats noves:** Tot i que s'han mantingut moltes de les funcionalitats que oferia el gràfic antic i s'han passat en un nou mòdul més adaptable, s'han afegit algunes funcionalitats que fan l'ús més fàcil. Tenint en compte el calendari de la planta el gràfic ara és capaç de calcular quan ha d'acabar les tasques tenint en compte la jornada laboral de la planta. Si una tasca no es pot acabar en una jornada el sistema calcula a quina hora acabarà el dia laboral següent quan es reprengui.

En definitiva, durant el desenvolupament del projecte, s'han aconseguit amb èxit els objectius inicialment establerts. A més, un aspecte que no estava previst però que és rellevant comentar-lo, és que s'ha assolit un objectiu addicional que té una gran rellevància per a EDISA. Aquest objectiu consisteix en la completa aportació de tota la documentació generada, que inclou els requisits, el disseny i la documentació interna del codi. Aquesta pràctica és beneficiosa per a l'empresa en diversos aspectes: millora la transparència del projecte, optimitza els processos interns i facilita el desenvolupament de futurs projectes similars. Cal destacar que aquesta documentació inclou recursos visuals com gràfics que ajuden a definir el disseny del projecte i això pot servir de bona pràctica per a millorar la documentació de futures iniciatives com aquesta per a la millora del sistema general.

## 5.2. Futures millores

Tot i que s'han assolit els objectius proposats inicialment, com que es tracta d'un sistema que està en contacte directe amb els seus usuaris, requereix un constant manteniment i evolució segons les seves necessitats. Per tant, és molt probable que vagin apareixent noves funcionalitats relacionades amb el mòdul. A continuació, es comenta alguna d'aquestes millores:

- **Incloure el programa de 'Cálculo de Carga de Máquinas' a la Mobilitat:** El programa del mòdul només és capaç de dibuixar les dades de tasques i recursos d'una planta productiva a partir d'una simulació ja generada. Aquestes simulacions es creen a partir del programa de LIBRA del mòdul de producció 'Cálculo de Carga de Máquinas'. No és molt lògic que el gràfic visual i el programa de càlcul estiguin separats en diferents mòduls (Producció i Mobilitat), és per això que a la llarga es veurà necessari integrar el programa de càlcul al mòdul de Mobilitat també.

- **Integrar una política de testing:** En el desenvolupament d'aquest mòdul no s'ha realitzat una integració continua del procés, de manera que s'ha anat testejant manualment l'eina poc a poc a mida que s'anava fent. Seria molt més eficient i, segurament, requeriria menys manteniment, si es portés un control exhaustiu del que es va desenvolupant i s'assegura que funciona. Això inclou tenir tests unitaris i d'integració pel programa que es van executant a mida que es va construint el mòdul gràfic.
- **Creació de noves tasques i recursos directament des del gràfic:** Per tal de crear noves tasques i recursos, l'usuari ho ha de fer des del sistema LIBRA accedint a diversos programes. Una manera molt intuïtiva de realitzar això seria poder fer-ho des del mòdul gràfic a Mobilitat directament i ja es mostra al gràfic de manera visual la nova tasca o recurs creats.
- **Integrar el programa de ‘Mantenimiento de Órdenes de Fabricación’:** Per tal de gestionar les tasques de les ordres de fabricació i gestionar els seus temps cal entrar al programa de LIBRA de ‘Mantenimiento de Órdenes de Fabricación’. Seria molt més còmode per a l'usuari si aquesta gestió estigués integrada a la Mobilitat juntament amb el mòdul gràfic, ja que si no s'ha d'anar canviant a dos mòduls diferents, que són Producció i Mobilitat.

### 5.3. Assoliment competències tècniques

Al principi del projecte es van definir unes competències tècniques d'acord en l'especialitat que forma part el projecte, que és la d'Enginyeria del Software. A continuació s'enumeren aquestes competències i s'analitza fins a quin punt s'han assolit.

- **CES1.1: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes i serveis software complexos i/o crítics. [En profunditat]**  
S'ha desenvolupat amb èxit el mòdul gràfic que compleix amb els requisits establerts d'acord amb les necessitats d'EDISA per a aquest projecte. A més, s'ha realitzat una evaluació detallada dels requisits i casos d'ús definits durant l'especificació del sistema. Aquesta evaluació ha implicat no només comprovar que el sistema compleixi els requisits, sinó també avaluar-ne la complexitat i la criticitat. Això assegura que el software sigui robust i adequat per a l'ús previst.
- **CES1.2: Donar solució a problemes d'integració en funció de les estratègies, dels estàndards i de les tecnologies disponibles. [Bastant]**  
A partir de l'algorisme de càcul de la càrrega de màquines ja existent al mòdul de Producció de l'ERP LIBRA, s'ha integrat a un mòdul gràfic desenvolupat sobre un entorn web. Aquest gràfic mostra aquestes dades calculades a partir de les tecnologies i entorns seleccionats adequadament a partir de les eines que es tenien.

- **CES1.3: Identificar, avaluar i gestionar els riscos potencials associats a la construcció de software que es poguessin presentar. [Una mica]**

S'han identificat i avaluat els riscos potencials associats al desenvolupament del projecte. Això ha implicat una anàlisi profund de les possibles amenaces i la seva probabilitat d'ocurrència. Si han aparegut els riscos, s'han gestionat adequadament tal i com s'havia descrit per tal de perdre el mínim temps i recursos possibles.

- **CES1.5: Especificar, dissenyar, implementar i avaluar bases de dades. [Bastant]**

Per tal d'entendre i desenvolupar el projecte s'ha hagut d'analitzar prèviament les taules de les bases de dades referents als valors necessaris per a la construcció del mòdul gràfic. Això ha permès assegurar que es recullí adequadament les dades necessàries per al mòdul gràfic i els càlculs de càrrega de màquines.

- **CES1.7: Controlar la qualitat i dissenyar proves en la producció de software. [Bastant]**

Es realitzen proves manualment de forma regular durant el desenvolupament del gràfic per garantir el seu funcionament correcte i la conformitat amb les funcionalitats definides. Aquesta pràctica ajuda a mantenir un bon nivell de qualitat tot i que no es realitzin proves unitàries i d'integració automàtiques.

- **CES1.9: Demostrar comprensió en la gestió i govern dels sistemes software. [Una mica]**

En el desenvolupament d'aquest projecte, s'ha tingut una interacció constant i significativa amb el cap de projecte. Aquesta col·laboració ha estat crucial, doncs el projecte està alineat amb el pla tecnològic de l'empresa, una iniciativa estratègica dissenyada per augmentar el suport i potenciar la direcció empresarial.

- **CES2.1: Definir i gestionar els requisits d'un sistema software. [En profunditat]**

Abans de començar la programació del projecte es realitza una definició dels requisits funcionals i no funcionals del sistema software on es treballa. Aquests s'estreuen de les necessitats funcionals que EDISA vol que realitzi aquest mòdul gràfic. A partir d'aquests requisits apareixen uns casos d'ús que permeten l'especificació i, posteriorment, el disseny del sistema a desenvolupar.

- **CES2.2: Dissenyar solucions apropiades en un o més dominis d'aplicació, utilitzant mètodes d'enginyeria del software que integrin aspectes ètics, socials, legals i econòmics. [Bastant]**

Durant el desenvolupament s'ha tingut present els aspectes referents a les lleis de privacitat i protecció de dades dels clients i dels treballadors, que s'han definit

a anteriors apartats. Això reflecteix una bona responsabilitat ètica i legal en el desenvolupament de software.

A continuació, a la Figura 45, es mostra la graella de les competències tècniques per a un projecte de l'especialitat d'Enginyeria del Software i el seu nivell d'assoliment, tal i com es mostra al web del Racó de la FIB:

	UNA MICA	BASTANT	EN PROFOUNDITAT
<b>ESPECIALITAT ENGINYERIA DEL SOFTWARE</b>			
<b>CES1:</b> Desenvolupar, mantenir i avaluar serveis i sistemes software que satisfacin tots els requisits de l'usuari, que es comportin de forma fiable i eficient, que tinguin un desenvolupament i un manteniment assequible i que compleixin normes de qualitat aplicant les teories, els principis, els mètodes i les pràctiques d'Enginyeria del Software.			
<input checked="" type="checkbox"/> CES1.1: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes i serveis software complexos i/o crítics.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CES1.2: Donar solució a problemes d'integració en funció de les estratègies, dels estàndards i de les tecnologies disponibles.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CES1.3: Identificar, avaluar i gestionar els riscos potencials associats a la construcció de software que es poguessin presentar.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> CES1.4: Desenvolupar, mantenir i avaluar serveis i aplicacions distribuïdes amb suport de xarxa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CES1.5: Especificar, dissenyar, implementar i avaluar bases de dades.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> CES1.6: Administrar bases de dades (CIS4.3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CES1.7: Controlar la qualitat i dissenyar proves en la producció de software.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> CES1.8: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes de control i de temps real.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CES1.9: Demostrar comprensió en la gestió i govern dels sistemes software.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>CES2:</b> Valorar les necessitats del client i especificar els requisits software per a satisfer aquestes necessitats, reconciliant objectius en conflicte mitjançant la cerca de compromisos acceptables, dintre de les limitacions derivades del cost, del temps, de l'existència de sistemes ja desenvolupats i de les organitzacions.			
<input checked="" type="checkbox"/> CES2.1: Definir i gestionar els requisits d'un sistema software.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CES2.2: Dissenyar solicions apropiades en un o més dominis d'aplicació, utilitzant mètodes d'enginyeria del software que integrin aspectes ètics, socials, legals i econòmics.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>CES3:</b> Identificar i analitzar problemes; dissenyar, desenvolupar, implementar, verificar i documentar solicions software sobre la base d'un coneixement adient de les teories, dels models i de les tècniques actuals.			
<input type="checkbox"/> CES3.1: Desenvolupar serveis i aplicacions multimèdia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> CES3.2: Dissenyar i gestionar un magatzem de dades (data warehouse).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 45. Llistat de competències per a projectes de l'especialitat d'Enginyeria del Software. Font: Racó de la FIB

## 5.4. Integració de coneixements

Durant el desenvolupament d'aquest projecte, he tingut l'oportunitat d'aplicar una àmplia gamma de coneixements adquirits al llarg dels últims quatre anys en les assignatures del Grau en Enginyeria Informàtica. Amb un enfocament especialitzat en enginyeria del software, aquest treball no només ha involucrat la programació del gràfic, sinó que també ha requerit l'anàlisi dels requisits del projecte, la generació de casos d'ús i, en definitiva, la creació d'un disseny eficaç amb les eines proporcionades per EDISA.

Pel que fa a la programació, els llenguatges JavaScript i PHP van ser introduïts durant l'assignatura d'Aplicacions i Serveis Web (ASW). Tot i que aquests llenguatges van ser apresos breument, la meva experiència prèvia en la programació des dels primers cursos de la carrera m'ha proporcionat la capacitat d'adaptar-me a diferents llenguatges de programació. Pel que fa al llenguatge de programació del backend del projecte, PL/SQL, malgrat no haver-lo utilitzat mai anteriorment, la seva semblança amb SQL, que vaig aprendre a l'assignatura de Bases de Dades (BD), va facilitar la meva adaptació i aprenentatge ràpid.

Pel que fa a l'especificació i disseny del projecte, les assignatures com Enginyeria de Requisits (ER) van proporcionar la base per identificar i descriure requisits i casos d'ús de manera efectiva. El desenvolupament de models conceptuais i diagrames de seqüència van ser introduïts a les assignatures d'Introducció a l'Enginyeria del Software (IES) i Arquitectura del Software (AS), les quals van ser aplicades de manera pràctica a través dels projectes de les assignatures de Projectes de Programació (PROP) i Projecte de l'Enginyeria del Software (PES).

Quant a la gestió del projecte, incloent-hi la definició d'abast, objectius i l'estudi de l'estat de l'art, les assignatures de Gestió de Projectes del Software (GPS) i Conceptes de Sistemes de la Informació (CSI) van oferir una base sólida. El coneixement adquirit va ser directament aplicat a l'assignatura de Gestió de Projectes (GEP), permetent-me encarar amb seguretat aquests aspectes essencials del treball.

## 6. Referències

- [1] «normativa-tfg-gei-final.pdf». (2017). Consulta: 22 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:  
<https://www.fib.upc.edu/sites/fib/files/documents/estudis/normativa-tfg-gei-final.pdf>
- [2] Framinan, J. M., Gupta, J. N., & Ruiz-Usano, R. «Enterprise Resource Planning for Intelligent Enterprises». (2004). Consulta: 22 de setembre 2023. In J. Gupta & S. Sharma (Eds.), Intelligent Enterprises of the 21st Century (pp. 140-152). IGI Global.  
<https://doi.org/10.4018/978-1-59140-160-5.ch009>
- [3] «Customer relationship management», Wikipedia. (2023). Consulta: 22 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Customer\\_relationship\\_management&oldid=1185273145](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Customer_relationship_management&oldid=1185273145)
- [4] «Business process management», Wikipedia. (2023). Consulta: 22 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Business\\_process\\_management&oldid=1185511052](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Business_process_management&oldid=1185511052)
- [5] «Sistema de gestió de magatzem», Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure. (2023). Consulta: 23 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:  
[https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema\\_de\\_gesti%C3%B3\\_de\\_magatzem&oldid=32249778](https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_de_gesti%C3%B3_de_magatzem&oldid=32249778)
- [6] NetSuite.com, «The 6 Phases of ERP Implementation», Oracle NetSuite. (2022). Consulta: 13 d'octubre 2023. [En línia]. Disponible a:  
<https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-implementation-phases.shtml>
- [7] Vera, Ángelo Benvenuto. Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC. Capic Review, (2006), 4 3. Consulta: 13 d'octubre 2023. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2573348.pdf>
- [8] Chiesa, Florencia. Metodología para selección de sistemas ERP. Reportes técnicos en ingeniería del software, (2004), 6.1 17-37. Consulta: 13 d'octubre 2023. Disponible a:  
<https://tinyurl.com/yrexje9w>
- [9] T. Molag, «Customization vs Configuration in ERP Systems (+ 5 more activities)», Encore Business Solutions. (2017). Consulta: 2 gener 2024. [En línia]. Disponible a:  
<https://www.encorebusiness.com/blog/erp-customization-vs-configuration/>
- [10] J. Hannan, «ERP Customization vs. Configuration: Finding the Balance for Your Solution», John Hannan LLC. (2023). Consulta: 2 gener 2024. [En línia]. Disponible a:  
<https://www.erpgo-live.com/post/erp-customization-vs-configuration-finding-the-balance-for-your-solution>

- [11] «Tips and tricks: Successfully negotiating ERP software contracts», DLA Piper. (2021). Consulta: 3 gener 2024. [En línia]. Disponible a: <https://www.dlapiper.com/en/insights/publications/2021/03/tips-and-tricks-successfully-negotiating-erp-software-contracts>
- [12] «ERP Contracts: What You Need to Consider Before Negotiating», ERP. (2023). Consulta: 3 gener 2024. [En línia]. Disponible a: <https://www.techtarget.com/searcherp/feature/ERP-contracts-What-you-need-to-consider-before-negotiating>
- [13] «ERP Contract Negotiation | How to negotiate an ERP Contract - 180 systems», 180Systems. (2023). Consulta: 3 gener 2024. [En línia]. Disponible a: <https://www.180systems.com/article/erp-contract-negotiation-2/>
- [14] «Effectively Negotiate an ERP Contract - Ultra Consultants». (2023). Consulta: 3 gener 2024. [En línia]. Disponible a: <https://ultraconsultants.com/erp-software-blog/negotiate-an-erp-contract/>
- [15] I. C. Ehie i M. Madsen, «Identifying critical issues in enterprise resource planning (ERP) implementation», *Comput. Ind.*, vol. 56, núm. 6, p. 545-557, (2005), Consulta: 3 gener 2024. doi: 10.1016/j.compind.2005.02.006.
- [16] NetSuite.com, «15 Benefits of ERP for Businesses in 2024 | NetSuite». (2023). Consulta: 15 d'octubre de 2023. [En línia]. Disponible a: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-benefits.shtml>
- [17] J.-H. Tarn, D. Yen, i M. Beaumont, «Exploring the rationales for ERP and SCM integration», *Ind. Manag. Data Syst.*, vol. 102, p. 26-34, (2002), Consulta: 4 gener 2024. doi: 10.1108/02635570210414631.
- [18] V. Kale, *Enhancing enterprise intelligence: Leveraging ERP, CRM, SCM, PLM, BPM, and BI*. (2016), Consulta: 4 gener 2024. p. 360. doi: 10.1201/b19509.
- [19] «8 ERP Implementation Challenges and Risks | TranZact». (2023). Consulta: 15 octubre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://letstranzact.com/blogs/erp-implementation-challenges>
- [20] «How to Create and manage a Gantt Chart View in Odoo 15 version?», Cybrosys. (2022). Consulta: 5 gener 2024. [En línia]. Disponible a: <https://www.cybrosys.com/blog/how-to-create-manage-a-gantt-chart-view-in-odoo-15>
- [21] «LIBRA ERP (Enterprise Resource Planning) | EDISA», EDISA | LIBRA ERP. (2023). Consulta: 23 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://www.edisa.com/libra-erp/>
- [22] «PL/SQL para desarrolladores | Oracle España». (2023). Consulta: 23 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://www.oracle.com/es/database/technologies/appdev/plsql.html>

- [23] «Model de desenvolupament en cascada», Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure. (2023). 24 de setembre 2023. Consulta: 19 novembre 2023. [En línia]. Disponible a: [https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Model\\_de\\_desenvolupament\\_en\\_cascada&oldid=32236519](https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Model_de_desenvolupament_en_cascada&oldid=32236519)
- [24] «Qué son las metodologías ágiles y cuáles son sus ventajas empresariales». (2023). Consulta: 24 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>
- [25] «Kanban (development)», Wikipedia. (2023). Consulta: 24 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kanban\\_\(development\)&oldid=1182171003](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kanban_(development)&oldid=1182171003)
- [26] «Taiga (project management)», Wikipedia. (2022). Consulta: 25 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Taiga\\_\(project\\_management\)&oldid=1127440145](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Taiga_(project_management)&oldid=1127440145)
- [27] «GitHub», Wikipedia. (2023). Consulta: 25 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=GitHub&oldid=1185819255>
- [28] M. A. Hinojosa. (2003). «Diagrama de Gantt». 30 de setembre 2023. [Documento PDF]. Disponible a: <http://www.colegio-isma.com.ar/Secundaria/Apuntes/Mercantil/4%20Mer/Administracion/Diagrama%20de%20Gantt.pdf>
- [29] «GANTT CHART TEMPLATE - Fulls de càlcul de Google». (2023). Consulta: 30 setembre 2023. [En línia]. Disponible a: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1JcX4sHAuBRGsbXIgktxj5n72sMyFQutQyqJ7R\\_xQCCU/edit#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1JcX4sHAuBRGsbXIgktxj5n72sMyFQutQyqJ7R_xQCCU/edit#gid=0)
- [30] «Sueldos de la empresa», Glassdoor. (2023). Consulta: 6 d'octubre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://www.glassdoor.es/Sueldos/index.htm>
- [31] F. Sánchez-Carracedo i D. López, «A Service-Learning Based Computers Reuse Program», *Sustainability*, vol. 13, núm. 14, Art. núm. 14, (2021), Consulta: 6 d'octubre 2023. doi: 10.3390/su13147785.
- [32] oficinesilocs.amb.cat, «Evolució del mercat immobiliari d'oficines i locals - AMB», Oficines i Locals - Àrea metropolitana de Barcelona. (2023). Consulta: 6 d'octubre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://oficinesilocs.amb.cat/>
- [33] «España - Precios de la electricidad de los hogares 2023 | Datosmacro.com». (2023). Consulta: 7 d'octubre 2023. [En línia]. Disponible a: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-precio-hogares/espana>

[34] A. Prakash «Acceptable Website Load Times for Best User Experience». (2023).

Consulta: 15 de gener 2024. [En línia]. Disponible a:

<https://sprout24.com/acceptable-website-load-times-best-user-experience/>