

Desenvolupament d’un mòdul gràfic per a plantes productives per a un *ERP*

**ANDREU ORENSANZ BARGALLÓ**

**Director:** CONRAD FONTANALS ODENA (EDISA PROJECTES INFORMATICS, SA) **Ponent:** FERRAN SABATÉ 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**

Taula de continguts

[**1. Context 5**](#_tyjcwt)

[1.1. Introducció 5](#_3dy6vkm)

[1.2. Identificació del problema 7](#_1t3h5sf)

[1.3. Conceptes previs 9](#_3rdcrjn)

[1.4. Stakeholders 10](#_26in1rg)

[1.5. Estat de l’art 11](#_35nkun2)

[1.6. Aspectes legals 19](#_opuadycvl0vx)

[**2. Justificació 21**](#_2jxsxqh)

[**3. Gestió del projecte 23**](#_wezgn6ghzivx)

[3.1. Abast 23](#_buspnz4nwz5g)

[3.2. Metodologia i rigor 28](#_1pxezwc)

[3.3. Gestió del temps 30](#_3o7alnk)

[3.4. Gestió dels costos. Pressupost 40](#_111kx3o)

[3.5. Gestió de la sostenibilitat 48](#_43ky6rz)

[3.6. Seguiment del projecte 51](#_r2duk93s5loo)

[**4. Aspectes Tècnics 57**](#_ivlxdux208i8)

[4.1. Especificació del sistema 57](#_fyx1igwk2osq)

[4.2. Disseny 66](#_hm240aesonkg)

[4.3. Implementació 83](#_jt2pfmsx5e0x)

[4.4. Proves i resultats 101](#_xkrjv6brqsg6)

[**5. Conclusions 103**](#_fsppbopg4kus)

[5.1. Objectius assolits 103](#_gt8ywxhgcla2)

[5.2. Futures millores 104](#_nfm7ro0oiv3)

[5.3. Assoliment competències tècniques 105](#_folps3uixmwv)

[5.4. Integració de coneixements 105](#_pngca65dqpvz)

[**6. Referències 107**](#_2w5ecyt)

Índex de figures

[[Figura 1]](#kix.n052s6qdlmlu) 6

[[Figura 2]](#kix.bxjiuo38umv) 7

[[Figura 3]](#kix.9b82uylztfuk) 8

[[Figura 4]](#kix.za0570hx11z4) 9

[[Figura 5]](#kix.lmhywruyn792) 28

[[Figura 6]](#kix.pl1pxvr1izno) 30

[[Figura 7]](#kix.qbyjgkqhvnd6) 37

[[Figura 8]](#kix.6i74psz0mbz9) 53

[[Figura 9]](#kix.eh1hi9ftih5) 57

[[Figura 10]](#kix.upc2f82fkl6s) 66

[[Figura 11]](#kix.jt3jzrck5ufp) 67

[[Figura 12]](#kix.5txrrhlw095o) 69

[[Figura 13]](#kix.3upp58fnedcd) 74

[[Figura 14]](#kix.4lyrhav8jaao) 76

[[Figura 15]](#kix.uwrcaq7b027v) 78

[[Figura 16]](#kix.8kyo1t71u2ci) 80

[[Figura 17]](#kix.4s2rsd48pyl3) 82

[[Figura 18]](#kix.3z94weq07dq) 86

[[Figura 19]](#kix.j7la5dj2bzff) 86

[[Figura 20]](#kix.gbg483esf274) 88

[[Figura 21]](#kix.3x6xoomy63lr) 89

[[Figura 22]](#kix.stv8rcafir3i) 90

[[Figura 23]](#kix.yaknjiayost2) 91

[[Figura 24]](#kix.6d3s0guq0lsi) 92

[[Figura 26]](#kix.2e9hnpcakw3n) 93

[[Figura 27]](#kix.cpjjlljzsisr) 94

[[Figura 28]](#kix.9cdtrf49d2kx) 95

[[Figura 29]](#kix.9oplbw51ahe8) 96

[[Figura 30]](#kix.77osiv3tz1ze) 96

[[Figura 31]](#kix.ljzt6swyackd) 97

[[Figura 32]](#kix.oo9ff1tzefi8) 97

[[Figura 33]](#kix.8wq9lrq86iu) 98

[[Figura 34]](#kix.lqav3covbq2t) 98

Índex de taules

[[Taula 1]](#kix.aud4dal10lbt) 11

[[Taula 2]](#kix.lnjjbakgm9ua) 27

[[Taula 3]](#kix.rvvcy8dwiknk) 35

[[Taula 4]](#kix.uch1o6i41cg4) 38

[[Taula 5]](#kix.pymx70tkmfri) 40

[[Taula 6]](#kix.cz74ti9ekv77) 40

[[Taula 7]](#kix.r69cfxf50t8c) 42

[[Taula 8]](#kix.f0c6zu7pvj47) 43

[[Taula 9]](#kix.486tyi2wrzq7) 44

[[Taula 10]](#kix.6z840nqjb41n) 44

[[Taula 11]](#kix.fqxhn79lm2i1) 45

[[Taula 12]](#kix.fimzp038z1r3) 45

[[Taula 13]](#kix.s0jt9ak0niss) 46

[[Taula 14]](#kix.3fskz2t9n6yg) 47

[[Taula 15]](#kix.bissd8udtn5j) 55

[[Taula 16]](#kix.x6yhvie91mkp) 56

[[Taula 17]](#kix.vpzcs05dalni) 58

[[Taula 18]](#kix.cwhcr35dkyrk) 59

[[Taula 19]](#kix.oifsbsuxkc4h) 60

[[Taula 20]](#kix.eonh3rgqho26) 61

[[Taula 21]](#kix.n9eztyonwryg) 61

[[Taula 22]](#kix.4e7iopmm8qlk) 62

[[Taula 23]](#kix.ln362fe2m2co) 63

[[Taula 24]](#kix.or68t8pgqjdq) 63

[[Taula 25]](#kix.r5hityp4a9sd) 64

[[Taula 26]](#kix.ipmmqoxwnkq2) 64

[[Taula 27]](#kix.3k92rfqfxc4f) 65

[[Taula 28]](#kix.oihglvkdjard) 65

[[Taula 29]](#kix.p96fifsn6guf) 73

[[Taula 30]](#kix.fsu69oyre5cg) 75

[[Taula 31]](#kix.nb6pnb9s9zsl) 77

[[Taula 32]](#kix.ujq3qrwq2p9) 79

[[Taula 33]](#kix.2ro4j6wszra6) 81

# 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]](https://www.zotero.org/google-docs/?lQjSlb), 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 financera, 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 representa en la següent Figura 1:

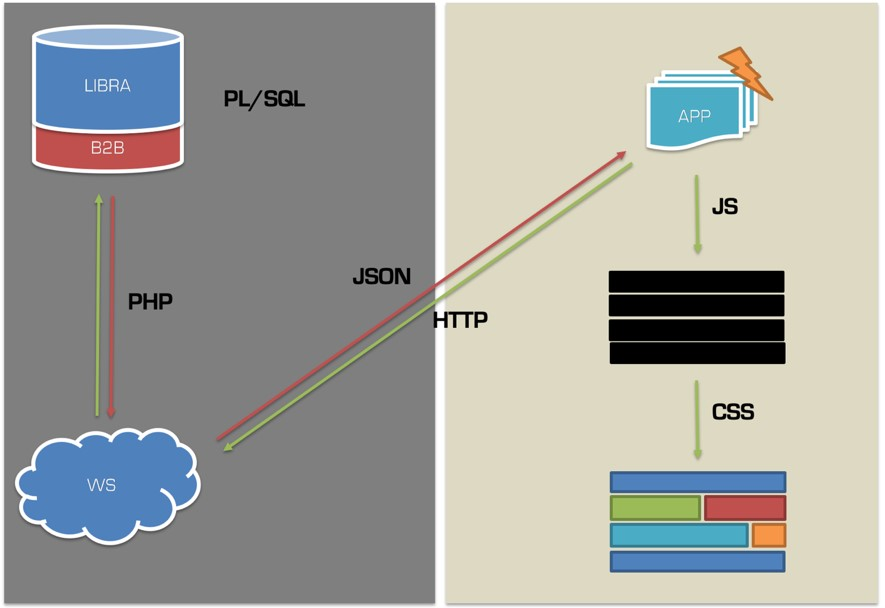


Figura 1. Passos que segueix una petició estàndard de la Mobilitat. Font: Pàgina de suport MOVILIDAD

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 només està 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:

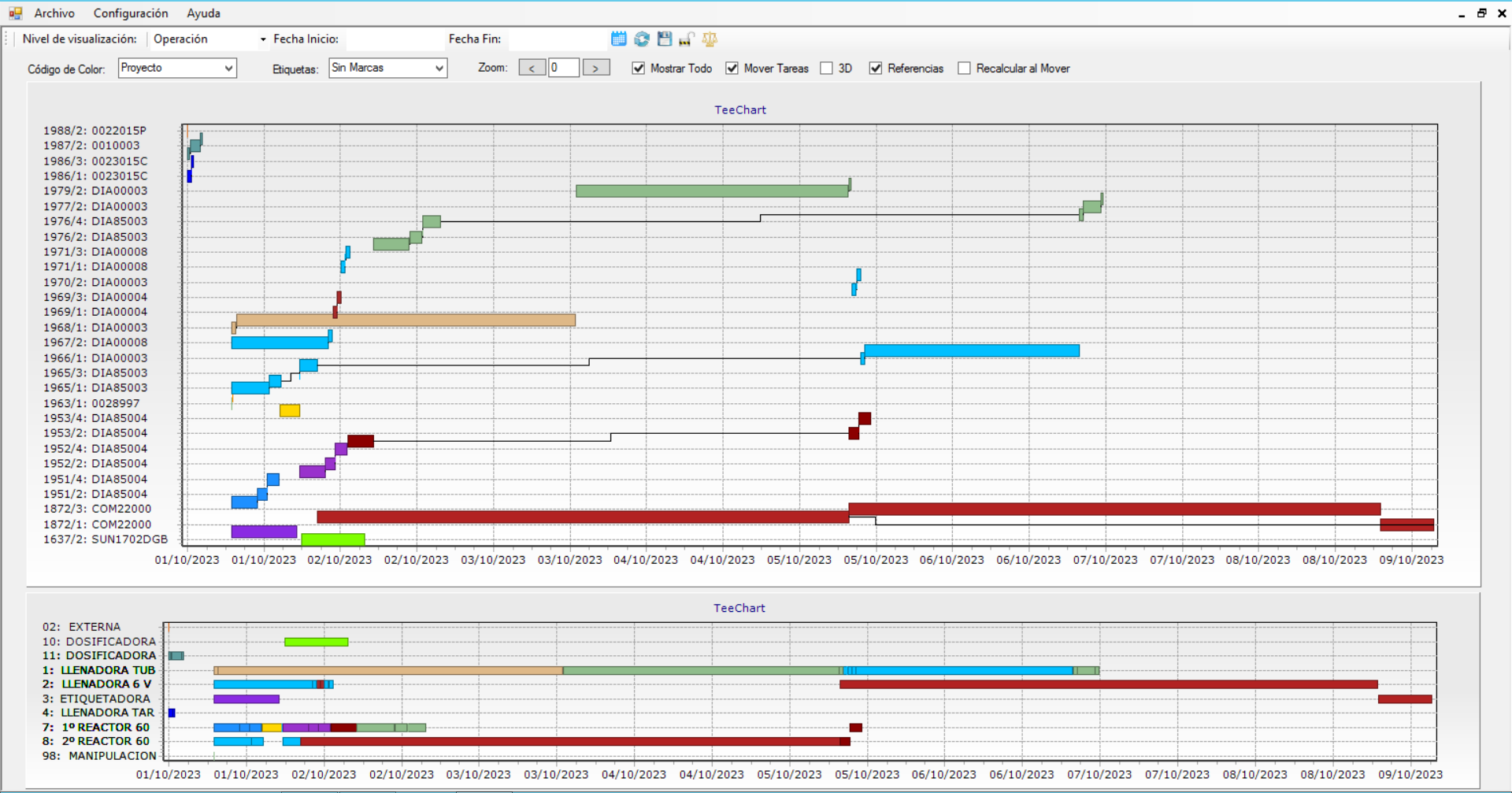


Figura 2. Exemple d’un gràfic d’una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

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:

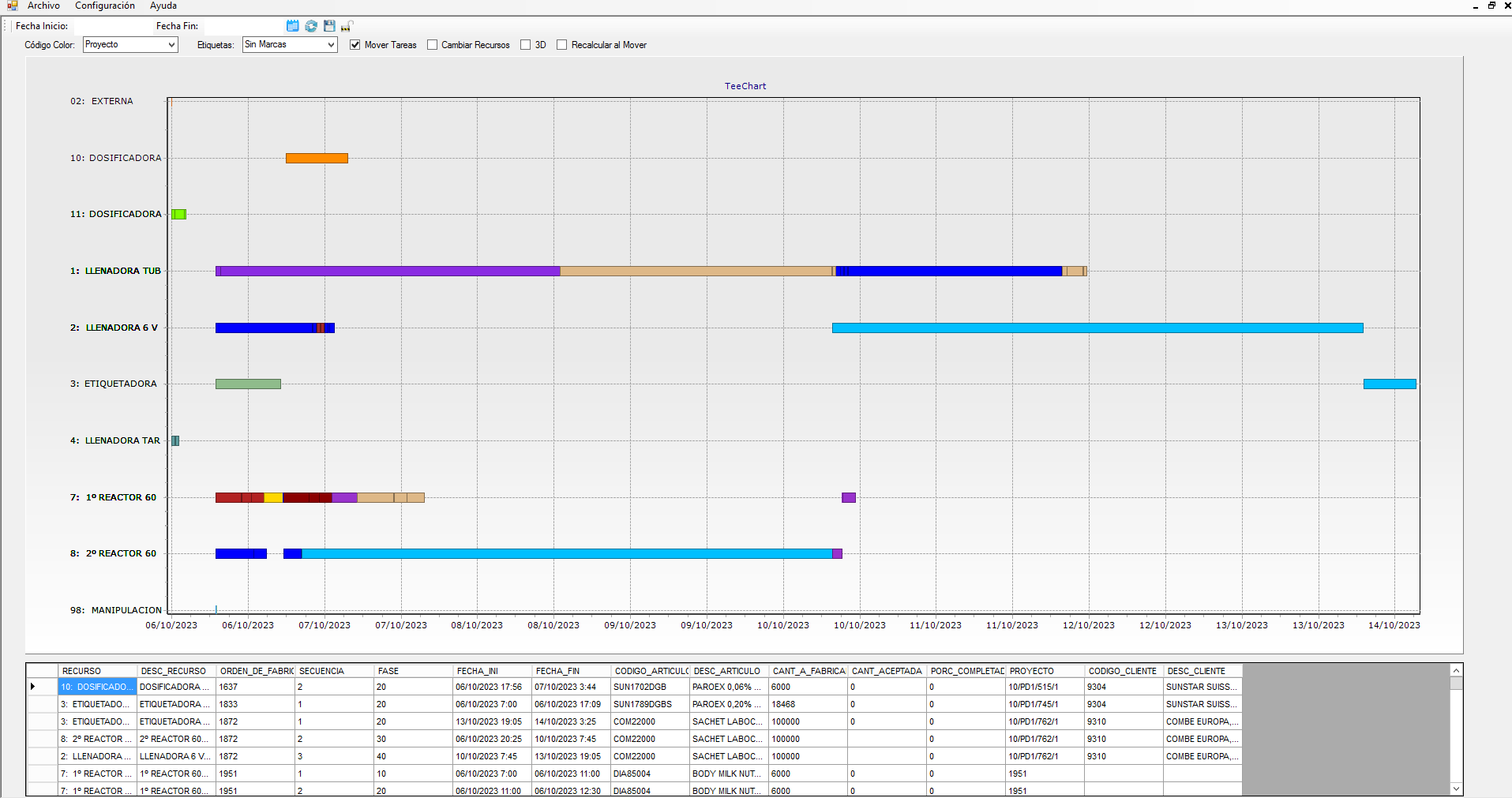


Figura 3. Exemple d’un gràfic dels recursos d’una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

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:

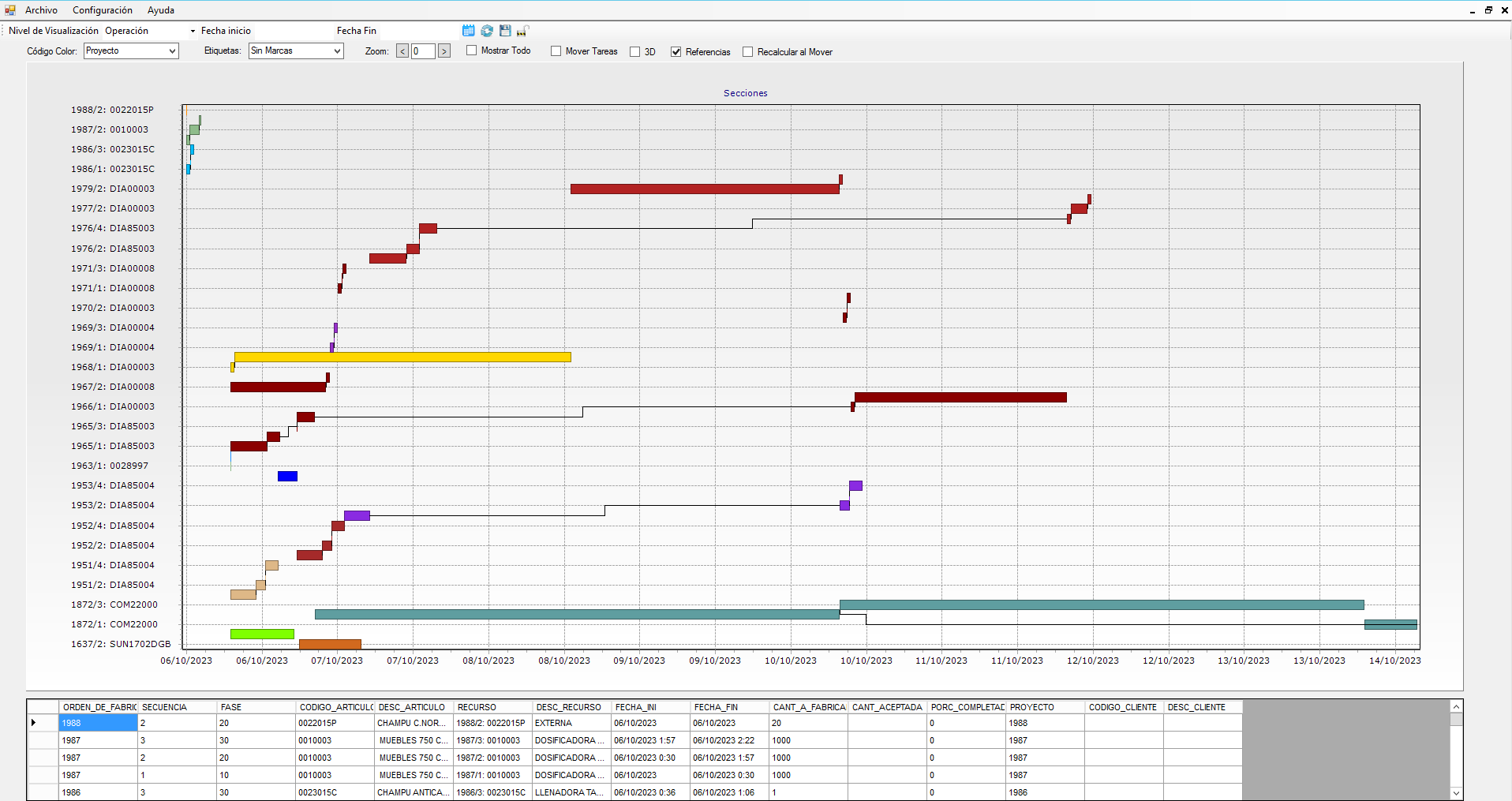


Figura 4. Exemple d’un gràfic de les tasques d’una planta productiva. Font: Mòdul de producció LIBRA

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 convenients. 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**

Un *Enterprise Resource Planning* [[2]](https://www.zotero.org/google-docs/?9ZyHMK) o sistemes de planificació de recursos empresarials són sistemes software que serveixen per a fer-se càrrec de diferents operacions internes en una empresa, des de l’inventari, la distribució i la producció fins als enviaments, pagaments i recursos humans. Es tracta d’un sistema que permet la unificació, organització i automatització de diferents mòduls de l’empresa, així com la traçabilitat de tots els processos i, per tant, doni pas a la planificació i optimització dels recursos.

* **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]](https://www.zotero.org/google-docs/?fACQOL) 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 campanyes de màrqueting, capacitats predictives i de projecció de vendes, de mesura i anàlisi de les relacions amb els clients, etc.

* **BPM**

*Business Process Management* [[4]](https://www.zotero.org/google-docs/?VBjeH8) 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]](https://www.zotero.org/google-docs/?tj2f1b) 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’enumeren 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]](https://www.zotero.org/google-docs/?jk2LxV). 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, a la Taula 2 es descriuen les etapes d’implementació d’un ERP [[7]](#uk77t4a3mit2):

* **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 veiés 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’adeqüin 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 aquestes funcionalitats i descripcions que s’han documentat s’adeqüen als requisits dels projectes de l’empresa. Es tindran en compte una sèrie de criteris dels candidats escollits [[8]](#e0nd1mv66bdb):

* 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 avaluació dels diversos sistemes ERP per determinar quin és el més adequat i s'ajusta millor al context empresarial.

En el cas de triar un ERP amb la possibilitat de personalització, i, per tant, si el client demana adaptacions específiques al fabricant de l'ERP, serà necessari establir els termes en un contracte. Aquest acord inclourà els costos addicionals a pagar, a més del preu bàsic de l'ERP i els mòduls seleccionats. També es discutirà si el codi específic de les funcionalitats addicionals sol·licitades es mantindrà actualitzat de manera regular i quines seran les condicions associades a aquest manteniment.

* **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 irrellevants 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 companyie, 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.

* **Suport:** 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 [[9]](https://www.zotero.org/google-docs/?fGt13O).

Els avantatges més notables de la implementació d’ERPs a les companyies són els següents [[10]](https://www.zotero.org/google-docs/?0hQb3i):

* **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’oferir 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 convincents 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’altes 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 estandaritza dades, com hem comentat anteriorment, també estandaritza 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 transcendeixen 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. Anteriorment, l’adquisició d’un ERP sovint no implicava inherentment la inclusió d’aquests mòduls, i les empreses compraven sistemes separats per abordar les necessitats específiques de cadascuna de les eines en concret. Però avui en dia quan una empresa ofereix un sistema ERP la gran majoria ja inclou eines i funcionalitats d’altres tipus de sistemes que abans s’oferien per separat, com mòduls dedicats a la gestió de relacions amb el client i la cadena de subministrament.

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 [[11]](https://www.zotero.org/google-docs/?Y2QBhK). Els més comuns són els següents [[12]](https://www.zotero.org/google-docs/?suQG3R):

* **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 enfrontar-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 adquirit 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'otorga 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).

# 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 uns 20 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 plantejaran 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 seleccioni 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.

Finalment, 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. Malgrat això, 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.

# 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 [[13]](https://www.zotero.org/google-docs/?UMbgd0) 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 seqüenciació 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 valuosa 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 [[14]](https://www.zotero.org/google-docs/?I6FUgJ) 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 produeixin fallades tecnològiques en determinats moments. Això pot afectar tant als equips de treball com als servidors, 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 [[15]](https://www.zotero.org/google-docs/?7BhYer), on les tasques es realitzen de manera seqüencial de principi a fi, i la metodologia àgil [[16]](https://www.zotero.org/google-docs/?O1dIvo), 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* [[17]](https://www.zotero.org/google-docs/?U1RGA9) 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 explicat a l’apartat de [Tasques](#_ihv636).

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:** [[18]](https://www.zotero.org/google-docs/?ncvZIh) 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:** [[19]](https://www.zotero.org/google-docs/?U2Ckjf) 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 separem 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’enumeren 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 en desenvolupament d’un diagrama de de barres horitzontals 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 horitzontals 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 horitzontals 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 | 65 |  | | |

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

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.

3.3.2. Gantt del projecte

A continuació, a la Figura 7 es mostra el diagrama de Gantt2 del projecte3. Cada columna del mes representa una setmana.

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

2El 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 [[20]](https://www.zotero.org/google-docs/?HfvqUV).

3Veure la plantilla que s’ha emprat per elaborar el diagrama de Gantt de la Figura 7, a [[21]](https://www.zotero.org/google-docs/?kDLHm6).

3.3.3. 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.

3.3.3.1. 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](#_1hmsyys)). 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

3.3.3.2. 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.

3.3.3.3. 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 solució 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.

3.3.3.4. 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* [[22]](https://www.zotero.org/google-docs/?zJyBhL). 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:

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 |
|  | | 430 | 65 | 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:

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 pròpia

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

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 [[23]](https://www.zotero.org/google-docs/?Y5PokS), 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 |
| TOTAL | 243.00 |

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 [[24]](https://www.zotero.org/google-docs/?btI73d), i la part de l’oficina d’EDISA fa uns 200 m2, 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 |
| TOTAL | 3,223 | 16,115 |

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 [[25]](https://www.zotero.org/google-docs/?oLn9U7), he fet un petit càlcul del cost aproximat tenint en compte els recursos que s’empren un dia laborable a l’oficina:

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 |
| TOTAL | 28,833.03 | 4,324.95 |

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 |
| TOTAL | | | | 1,546.6 |

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 |
| TOTAL | 36,259.78 |

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** | **Càlcul** |
| --- | --- |
| Desviació dels Costos de Personal per Activitat per tasca |  |
| Desviació hores consumides per tasca |  |
| Desviació total dels costos de personal |  |
| Desviació total dels imprevistos |  |
| Desviació total d’hores |  |
| Desviació total dels costos |  |

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 irrellevants, 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 desconec 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. Dimensió econòmica

**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.

**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. Dimensió ambiental

**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:

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.

**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. Dimensió social

**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.

**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.

# 

## 3.6. 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 de seguiment, 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 anàlisi 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:

Figura 8. Diagrama de Gantt seguiment. Font: Elaboració pròpia

3.6.3. 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. Aquest canvi implica un augment d'hores per a certs recursos humans necessaris per a la realització d'aquestes tasques, considerant-se que és necessari allargar-les. Aquest ajust pressupostari s'ha vist afectat per un increment en el cost dels recursos humans, provocant que el total del pressupost augmenti en 848,4 €. 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 continuació, a la Figura 9 es mostra la nova taula de tasques amb les hores i els costos corresponents:

| **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 | 65 | TOTAL | | | | | | | | | | 13,984.01 |

Taula 15. Costos per tasca - fita seguiment. Font: Elaboració pròpia

A la Figura 10 següent es mostra la taula amb els costos generals tenint en compte els ajustaments que s’han realitzat:

| **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 16. Taula amb el pressupost estimat del projecte - fita seguiment. Font: Elaboració pròpia

# 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:

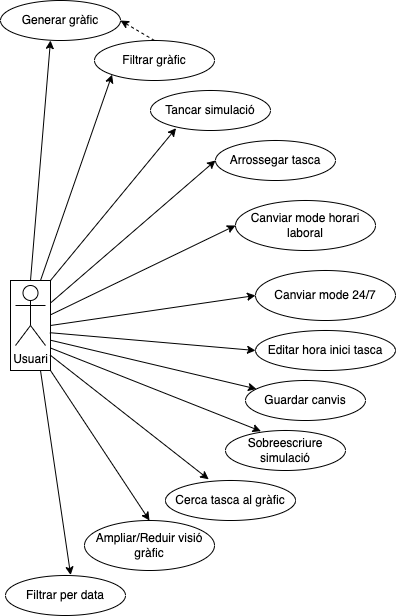


Figura 9. Diagrama de casos d’ús. Font: Elaboració pròpia

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:

4.1.1.1. Generar gràfic

| **Cas d’ús** | **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 | 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’. 2. Selecciona al camp de ‘Planta Productiva’ la planta que vol veure la gestió de les tasques i selecciona el ‘Código Simulación’. 3. Fa clic al botó ‘Mostrar Gráfico’. |
| 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 17. Cas d’ús Generar gràfic. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.2. Filtrar gràfic

| **Cas d’ús** | **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 | 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’. 2. Selecciona un valor al camp de ‘Planta Productiva’ i un del camp ‘Código Simulación’. 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. 4. Fa clic al botó ‘Mostrar Gráfico’. |
| 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 18. Cas d’ús Filtrar gràfic. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.3. Arrossegar tasca

| **Cas d’ús** | **Arrossegar tasca** |
| --- | --- |
| Actor | Usuari |
| Objectiu | Arrossegar 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 | 1. S’arrossega mentre es manté clicat la tasca seleccionada al dia i hora on es vol posar. 2. Es deixa anar la tasca al dia i hora d’inici determinada i es registra a la base de dades. |
| Postcondició | Allà on es deixi 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.  Hi ha una sèrie de restriccions a l’hora d’arrossegar-les:   * 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’arrossegar-la. * 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. |

Taula 19. Cas d’ús Arrossegar tasca. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.4. Canviar mode horari laboral

| **Cas d’ús** | **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 20. Cas d’ús Canviar mode horari laboral. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.5. Canviar a mode 24/7

| **Cas d’ús** | **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 21. Cas d’ús Canviar a mode 24/7. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.6. Editar hora inici tasca

| **Cas d’ús** | **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 | 1. Es fa clic sobre la barra que representa una tasca. 2. S’obre 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. 3. Al seleccionar la data fi es mostra un calendari per a què l’usuari seleccioni visualment la data. L’hora l’introdueix manualment seguint el format HH24:MI. 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 i com estava al principi. |
| Postcondició | Es mostra el gràfic amb la tasca editada al lloc de la línia de temps que s’havia definit.  Si el format de l’hora introduïda no és correcte surt una finestra d’error. |

Taula 22. Cas d’ús Editar hora inici tasca. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.7. Guardar canvis

| **Cas d’ús** | **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 | 1. Un cop hi ha hagut canvis al gràfic, es fa clic al botó de la 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 23. Cas d’ús Guardar canvis. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.8. Sobreescriure simulació

| **Cas d’ús** | **Sobreescriure 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 sobreescriure 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 sobreescriure la simulació. 3. Si es fa clic a ‘Acceptar’ es sobreescriu la simulació i es mostra el nou gràfic. Si es fa clic a ‘Cancelar’ retorna a la pàgina inicial. |
| Postcondició | Es mostra un nou gràfic i es perden les dades de l’anterior simulació. |

Taula 24. Cas d’ús Sobreescriure simulació. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.9. Cerca tasca al gràfic

| **Cas d’ús** | **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’existir a la planta productiva. |
| Procediment | 1. A la pantalla del gràfic, fa clic a la icona de la lupa a dalt a l’esquerra del gràfic. 2. Apareix una barra de text i el nom de la tasca que es vol buscar. 3. Les tasques s’identifiquen per el número d’ordre de fabricació i el número de sequència. |
| Postcondició | Apareix al gràfic la tasca cercada. Sí 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 25. Cas d’ús Cerca tasca al gràfic. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.10. Filtrar per data

| **Cas d’ús** | **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’existir a la planta productiva. |
| Procediment | 1. A la pantalla del gràfic, fa clic a la icona del calendari a dalt a l’esquerra del gràfic. 2. Apareix un calendari on s’hi pot seleccionar visualment el rang de dates que es vol buscar. 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. |
| Postcondició | Apareix la tasca o les tasques amb les dates cercades. Si no n’hi ha cap el gràfic queda buit. |

Taula 26. Cas d’ús Filtrar per data. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.11. Ampliar/Reduir visió gràfic

| **Cas d’ús** | **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 | 1. Es fa clic a la barra d’opcions de dalt a la dreta i es selecciona una de les opcions: ‘Minutos’, ‘Horas’, ‘Días’, ‘Meses’ o ‘Años’. 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. |
| Postcondició | Es mostra el gràfic sobre el calendari amb les tasques i recursos a partir de l’opció seleccionada. |

Taula 27. Cas d’ús Ampliar/Reduir visió gràfic. Font: Elaboració pròpia

4.1.1.12. Tancar simulació

| **Cas d’ús** | **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 | 1. Es tanca la pestanya del navegador, es fa clic a tirar endarrere, o es fa clic a recarregar la pàgina. 2. Apareix un avís que pregunta si es vol fer l’acció sense abans desar els canvis. 3. Aquí entren dues opcions  * Si no es vol guardar, es fa clic a tancar, recarregar o retrocedir a la finestra emergent d’avís. * 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. |
| Postcondició | Es tanca la simulació i es torna al menú de Mobilitat |

Taula 28. 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.

4.2.1. Model conceptual

A continuació, per tal de descriure l’arquitectura i estructura del mòdul gràfic que es desenvolupa, es mostra un diagrama 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 fet basat en PL/SQL és descriure-ho amb un esquema entitat-relació com es mostra a la següent Figura 9:

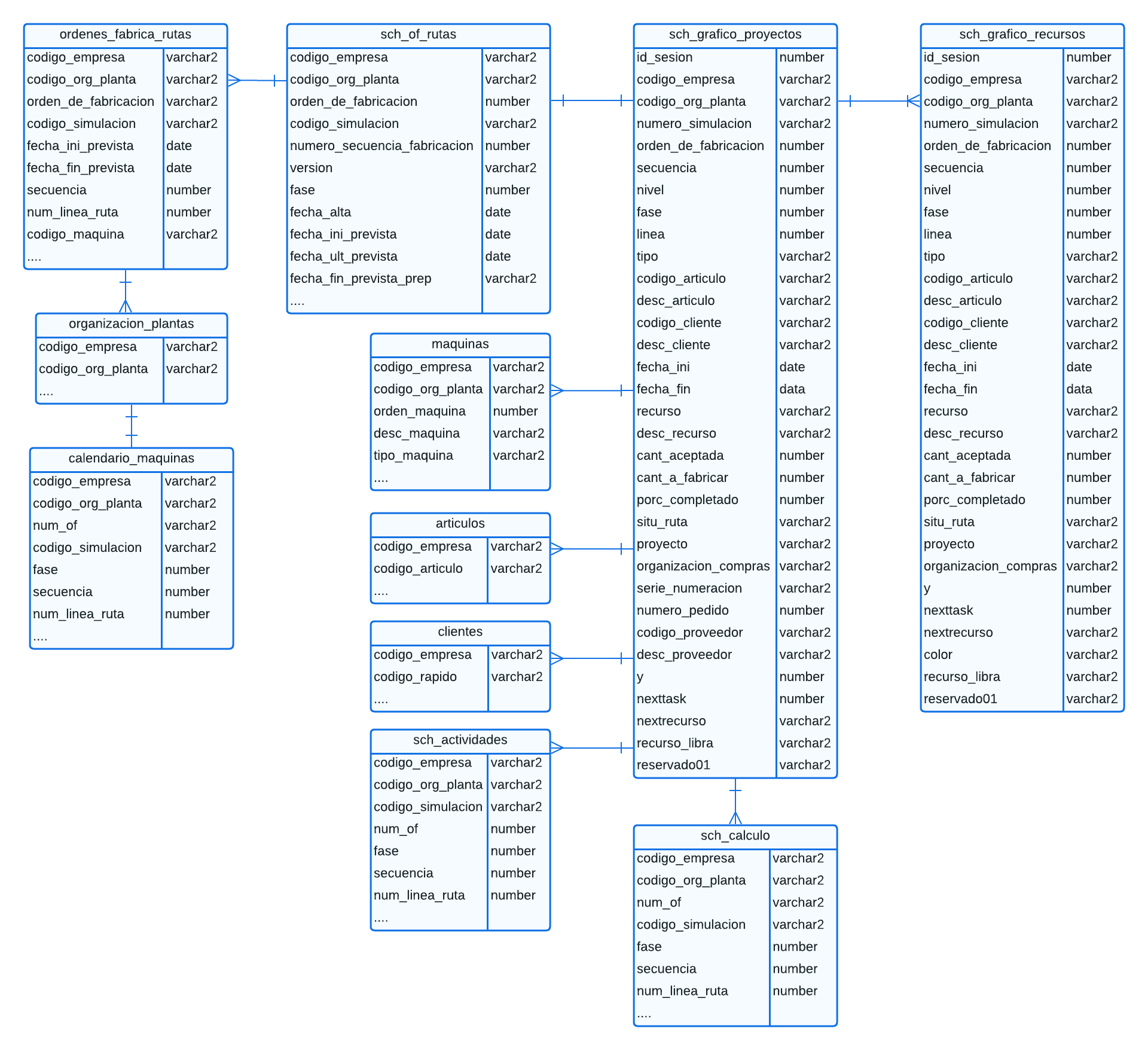


Figura 10. Model conceptual del sistema. Font: Elaboració pròpia

Representar un sistema PL/SQL de manera conceptual és desafiant ja que aquest llenguatge es centra principalment en procediments i funcions més que en la definició d'entitats i relacions en el sentit tradicional de les bases de dades relacionals. No obstant això, s’ha pogut simplificar aquest procés identificant les taules que s'utilitzen i les relacions lògiques que existeixen entre elles.

4.2.2. 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, no hi ha tres capes definides clarament si no dues, però es pot dir que segueix un patró Model-Vista-Controlador (MVC).

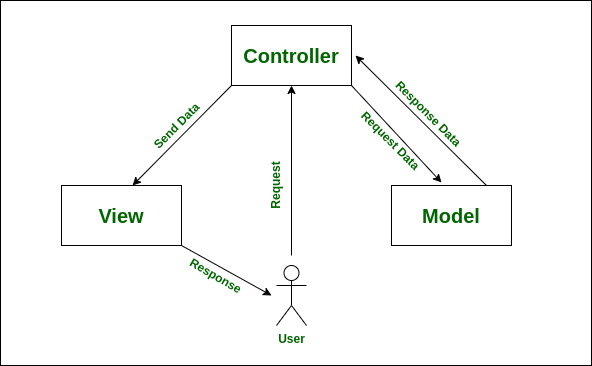


Figura 11. Diagrama del funcionament del patró MVC. Font: GeeksforGeeks

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 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.

4.2.3. 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.

4.2.3.1. Mapa navegacional del mòdul gràfic a Mobilitat

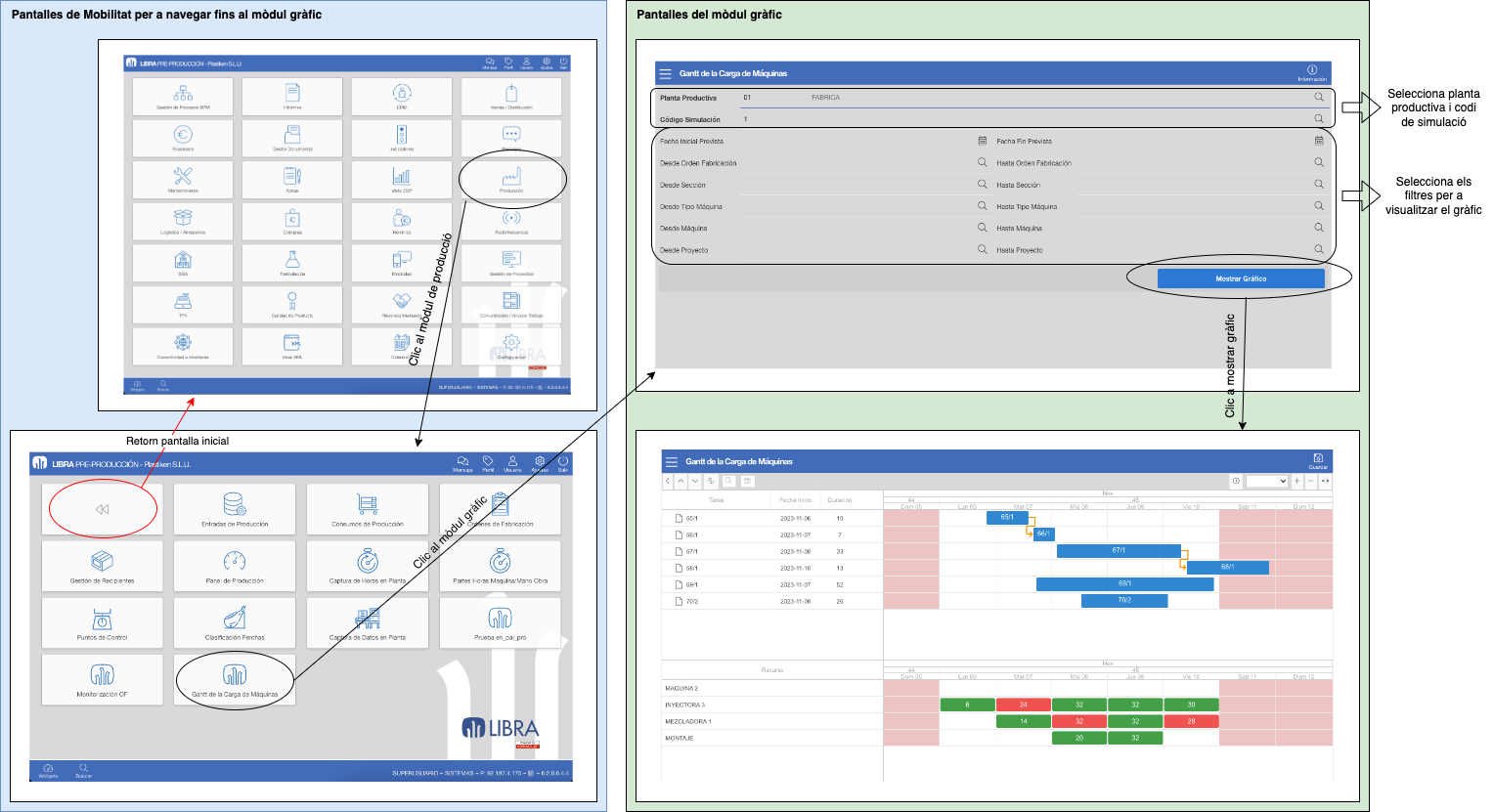
A continuació, es presenta un mapa de navegació que detalla les dues pantalles que conformen el mòdul gràfic dins de la Mobilitat de LIBRA, així com les pantalles necessàries per accedir a aquest mòdul:

Figura 12. Mapa navegacional del mòdul gràfic a Mobilitat. Font: Elaboració pròpia

4.2.4. Capa d’aplicació - Controlador

La capa d'aplicació, que tècnicament està inclosa dins la capa de presentació, 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 interactuen 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.

4.2.5. 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.

A continuació, es mostren els diagrames de seqüència referents a les operacions més importants que es realitzen al sistema. Aquests descriuen la interacció de dades entre els objectes i els mètodes que s’empren en cadascun dels casos d’ús.

4.2.5.1 Diagrames de seqüència

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 seqüència que il·lustra els paquets PL/SQL involucrats, així com les taules de la base de dades que es veuen afectades. 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: Generar gràfic i Filtrar gràfic

Aquest cas d’ús s'enfoca en la creació i càlcul 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 27 i a la Figura 12 es mostren els detalls de la seqüència de les funcions i procediments que participen en aquest cas d’ús:

| **Context** | 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) |
| --- | --- |
| **Post** | Es genera un gràfic a la planta productiva. |
| **Accions a paquets PL/SQL** | 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; |
| 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)  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); |
| 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); |

Taula 29. Taula de seqüència cas d’ús Generar gràfic. Font: Elaboració pròpia

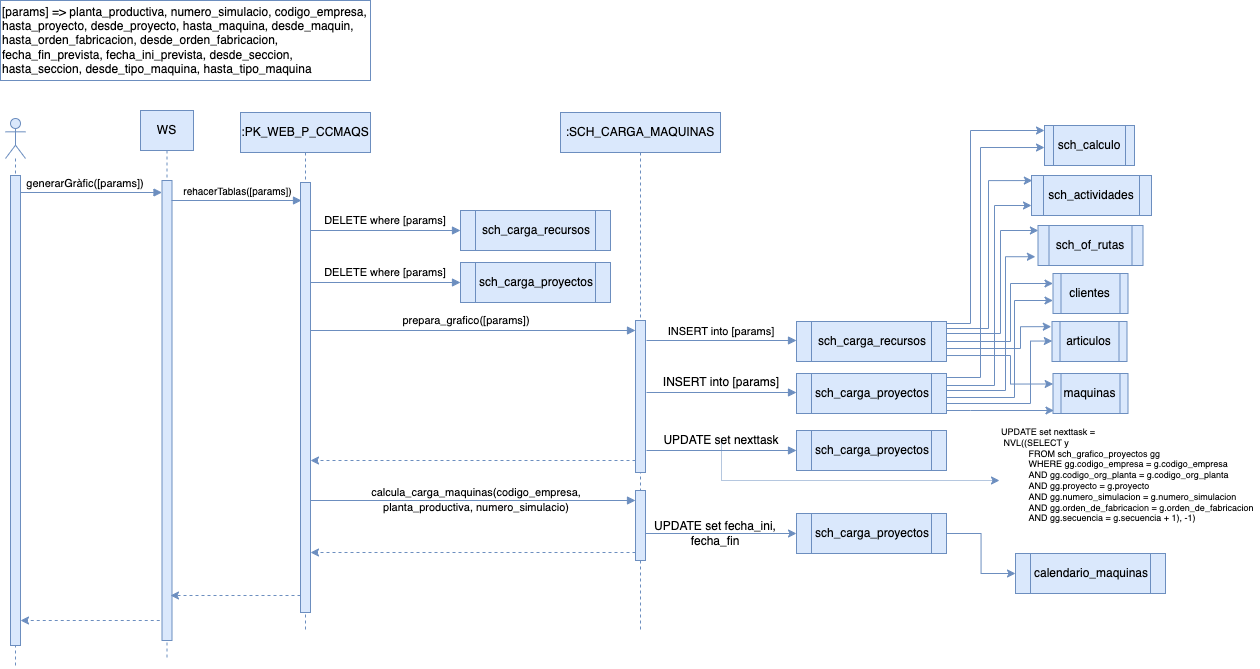


Figura 13. Seqüència cas d’ús Generar gràfic. Font: Elaboració pròpia

Cas d’ús: Arrossegar 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 28 i es mostra de manera gràfica a la Figura 13:

| **Context** | arrossegarTasca(*codigo\_empresa*:string, *plantaProductiva*:string, *numeroSimulacio*:int, *orden\_de\_fabricacion*:number, *secuencia*:number, *fecha\_inicio*:string) |
| --- | --- |
| **Post** | Es mou la tasca en la línia de temps del gràfic. |
| **Accions a paquets PL/SQL** | pk\_web\_p\_ccmaqs.actualizar\_datos\_tarea(codigo\_empresa, plantaProductiva, numeroSimulacio, orden\_de\_fabricacion, secuencia:number, fecha\_inicio)  sch\_carga\_maquinas.calcula\_fecha\_fin; |
| 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; |

Taula 30. Taula de seqüència cas d’ús Arrossegar tasca. Font: Elaboració pròpia

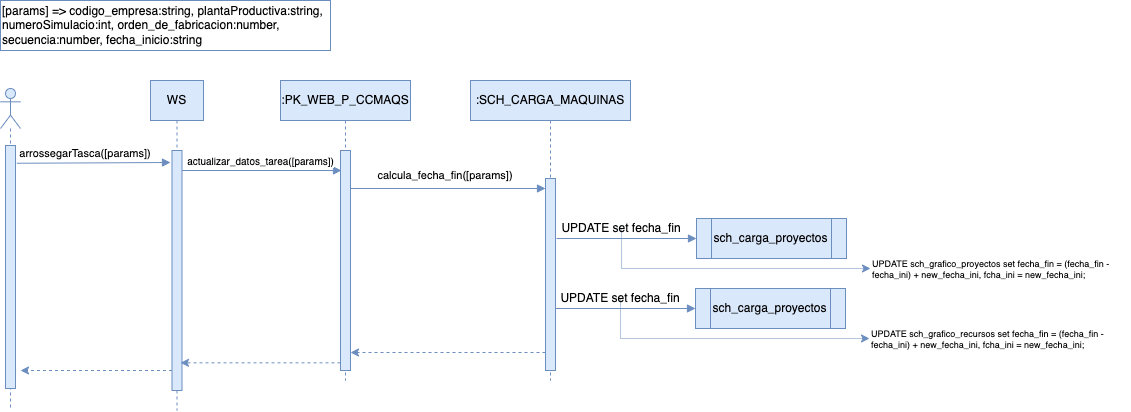


Figura 14. Seqüència cas d’ús Arrossegar tasca. Font: Elaboració pròpia

Cas d’ús: 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 29 i Figura 14 següent es mostra la seqüència de funcions:

| **Context** | sobreescriureSimulació(*codigoEmpresa*:string, *plantaProductiva*:string, *numeroSimulacio*:int) |
| --- | --- |
| **Post** | Es sobreescriu la simulació i es genera nou gràfic |
| **Accions a paquets PL/SQL** | 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);  } |

Taula 31. Taula de seqüència cas d’ús Sobreescriure simulació. Font: Elaboració pròpia

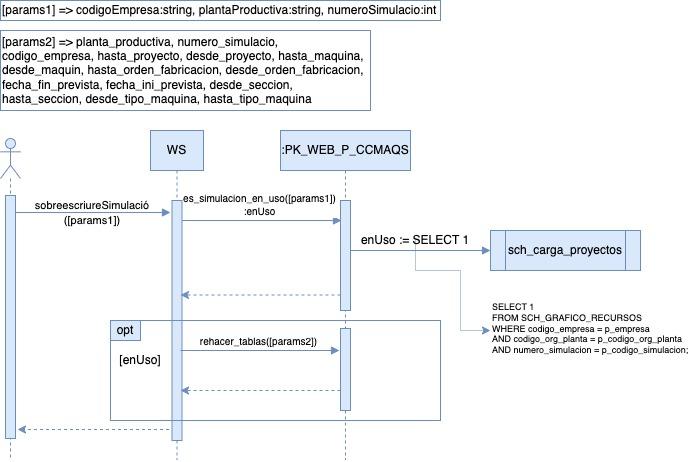


Figura 15. Seqüència cas d’ús Sobreescriure simulació. Font: Elaboració pròpia

Cas d’ús: 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, s’obre 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 30 i la Figura 15:

| **Context** | editarHoraIniciTasca(*id\_tarea*:number) |
| --- | --- |
| **Post** | Es mou la tasca en la línia de temps del gràfic. |
| **Accions a paquets PL/SQL** | 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; |
| 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 |

Taula 32. Taula de seqüència cas d’ús Editar hora inici tasca. Font: Elaboració pròpia

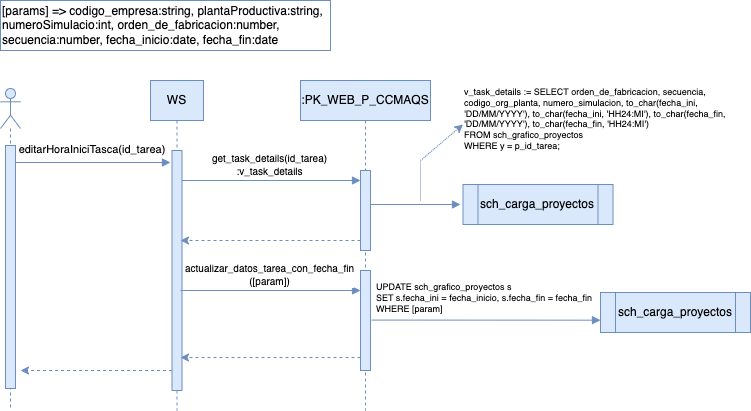


Figura 16. Seqüència cas d’ús Editar hora inici tasca. Font: Elaboració pròpia

Cas d’ús: 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 31 i Figura 16 es mostra la seqüència d’aquesta funció:

| **Context** | guardarCanvis() |
| --- | --- |
| **Post** | Es guarda a base de dades les modificacions fetes al gràfic |
| **Accions a paquets PL/SQL** | 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); |

Taula 33. Taula de seqüència cas d’ús Guardar canvis. Font: Elaboració pròpia

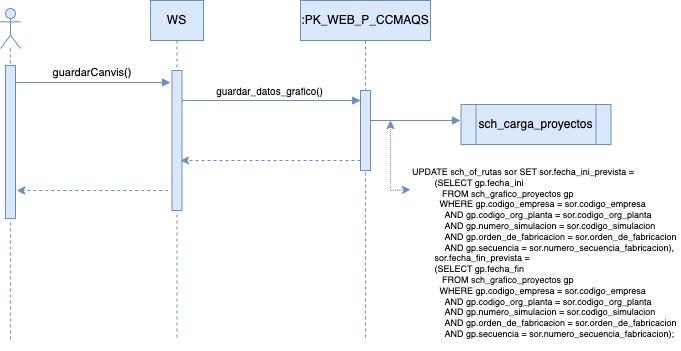


Figura 17. Seqüència cas d’ús Guardar canvis. Font: Elaboració pròpia

## 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 seqüenciació, s'extreuen 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 12 i 13 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.

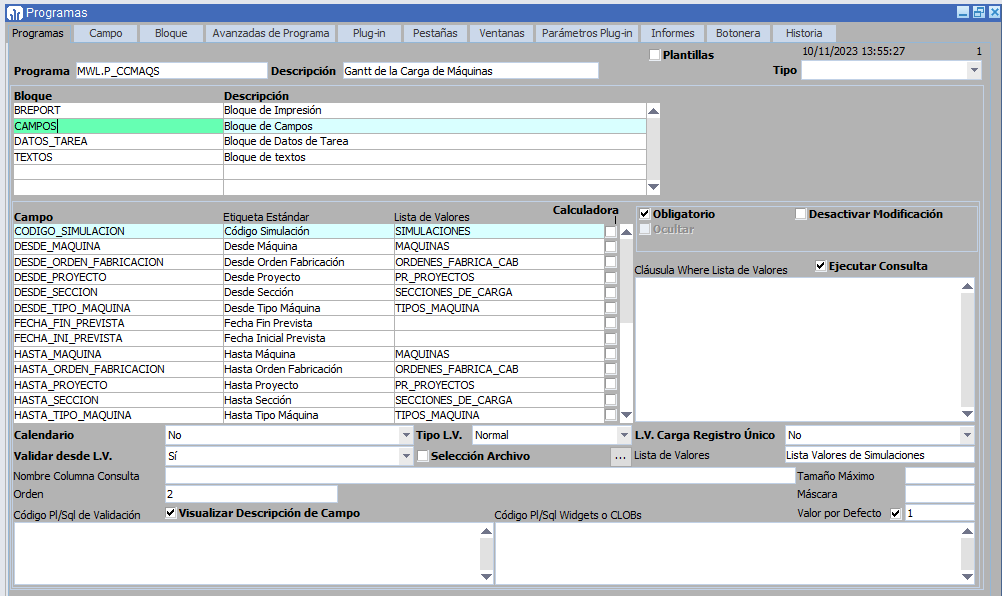


Figura 18. Pantalla del FORMS del programa del mòdul gràfic a LIBRA. Font: LIBRA

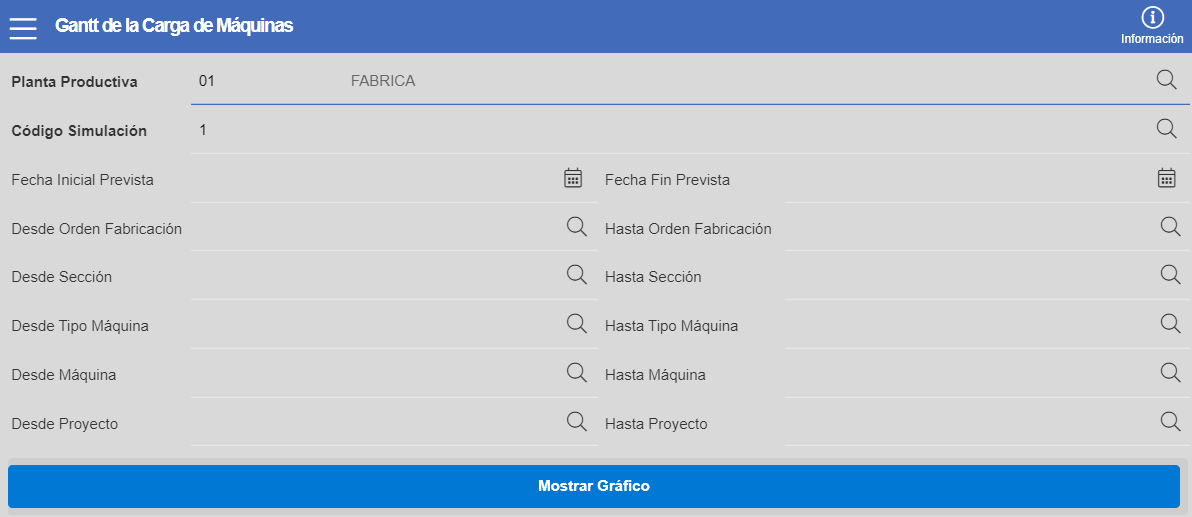


Figura 19. Pantalla de filtres per generar un gràfic d’una planta productiva. Font: Mobilitat LIBRA

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 millores 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 millores 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 es mostra el diagrama de components, que descriu com s’empra cada tecnologia descrita anteriorment i la comunicació entre elles:

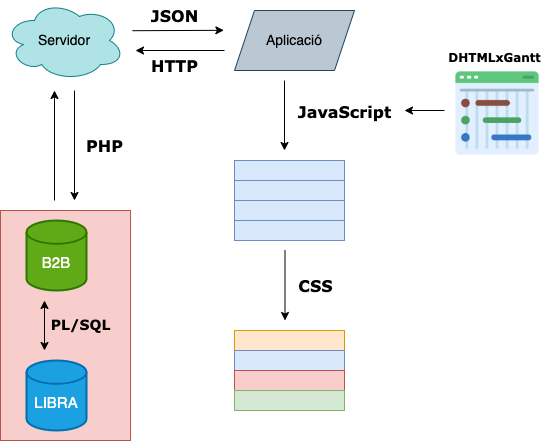


Figura 20. Diagrama de components. Font: Elaboració pròpia

Com es veu a la Figura 14 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.

4.3.1. 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.

4.3.1.1 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 15 es pot observar els camps descrits anteriorment:

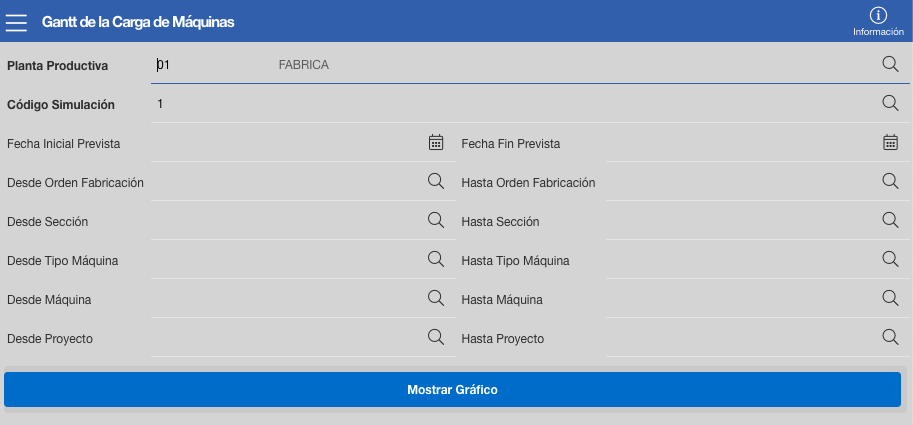


Figura 21. Pantalla inicial ‘Gantt de la Carga de Máquinas’. Font: Mobilitat LIBRA

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 16 il·lustra un exemple visual del calendari interactiu utilitzat per seleccionar camps de dates, mentre que la Figura 17 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, independentment del dispositiu utilitzat.

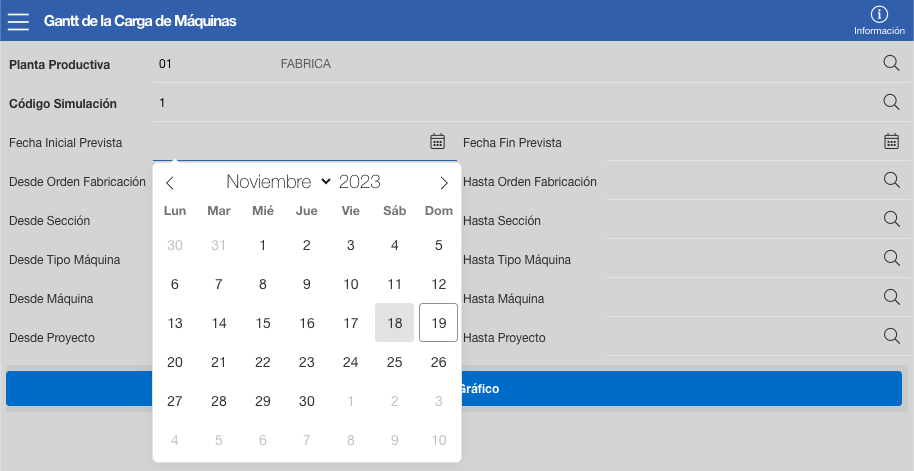


Figura 22. Calendari del camp ‘Fecha Inicial Prevista’. Font: Mobilitat LIBRA

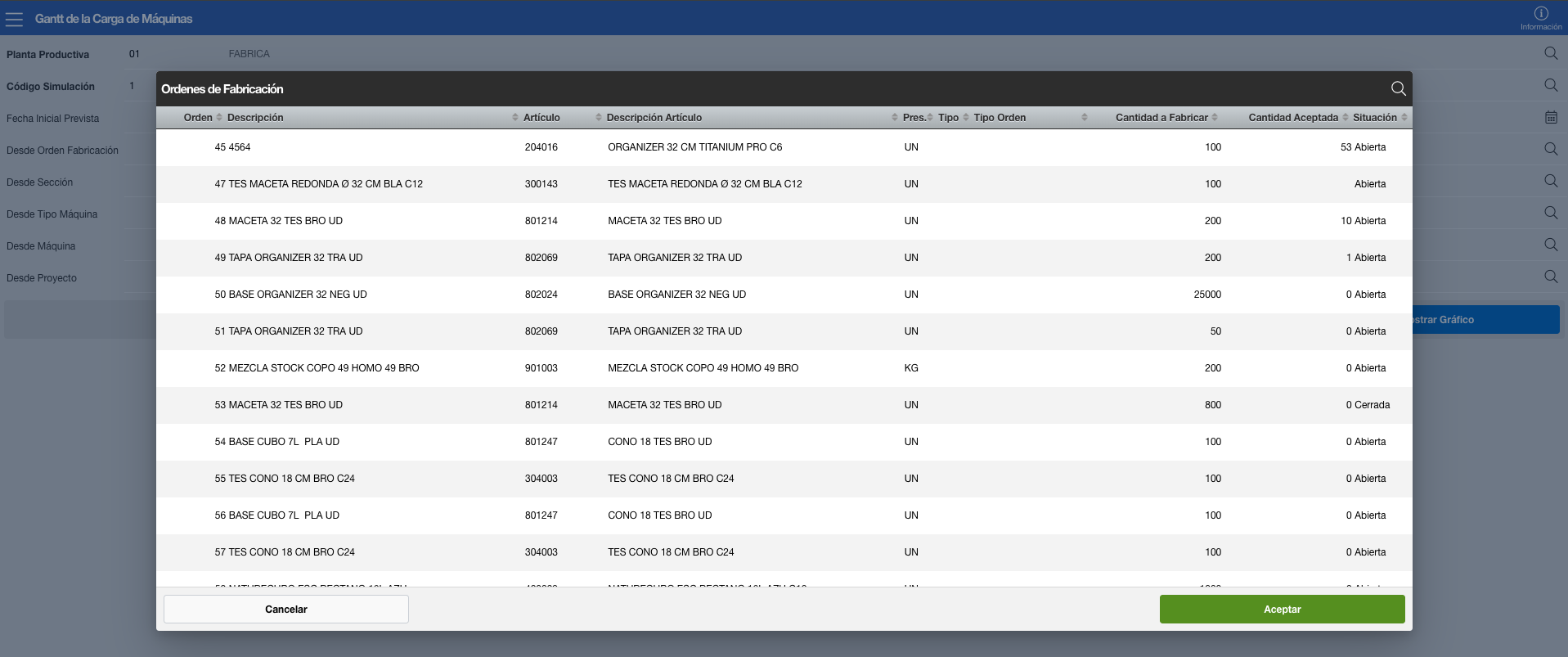


Figura 23. Llista de valors del camp ‘Desde Orden Fabricación’. Font: Mobilitat LIBRA

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 sobreescriure 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 pèrdues 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.

4.3.1.2 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 depenent de si s’estan fent servir per una o múltiples tasques a la vegada.

A continuació, a la Figura 18, es mostra un exemple de com es veu aquest gràfic en pantalla amb unes quantes tasques:

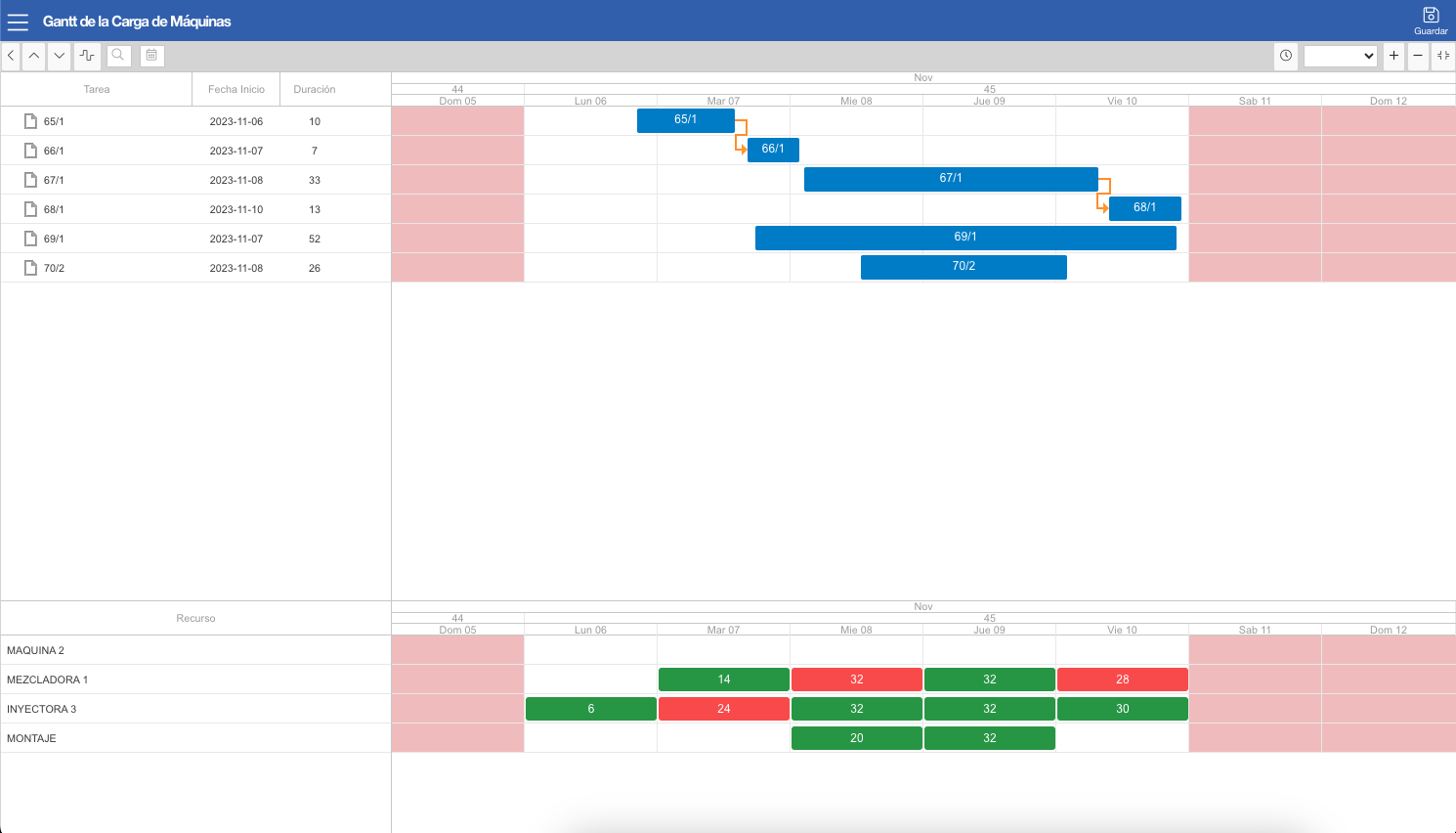


Figura 24. Pantalla del gràfic de tasques i recursos. Font: Mobilitat LIBRA

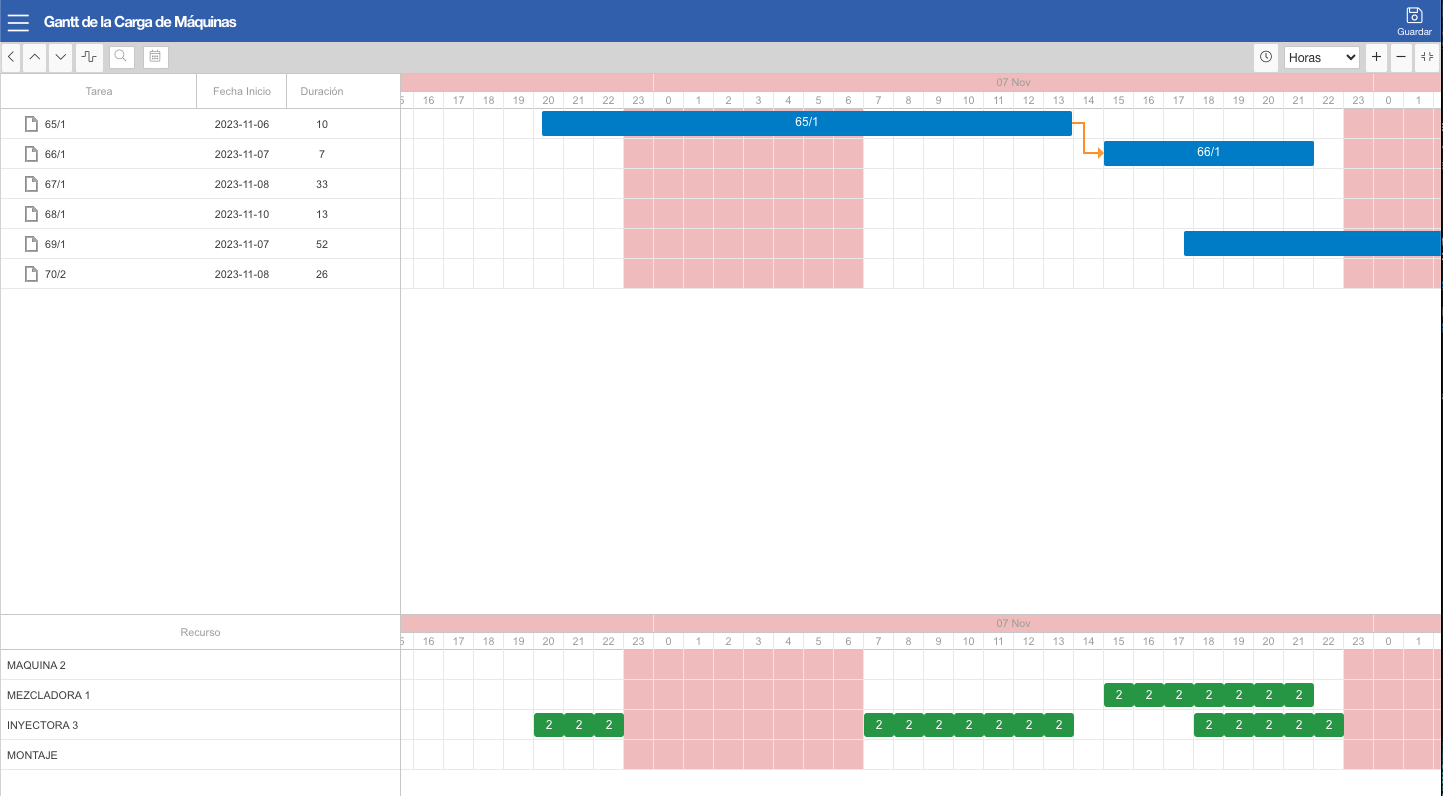
Cada tasca està representada en una fila del gràfic i té un nom que l’identifica, que està format per l’ordre de fabricació de la qual forma part i de la seqüència. Cada una té una data d’inici i una duració, que venen nombrades a les columnes de l’esquerra, i aquestes van d’acord amb la posició sobre 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, depenent 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 avalua la data d'inici i els dies en què la planta no està operativ. 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 19 es mostra com és el visionat de les tasques des del punt de vista de les hores:

  
Figura 25. 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’arrossega 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 20 següent:

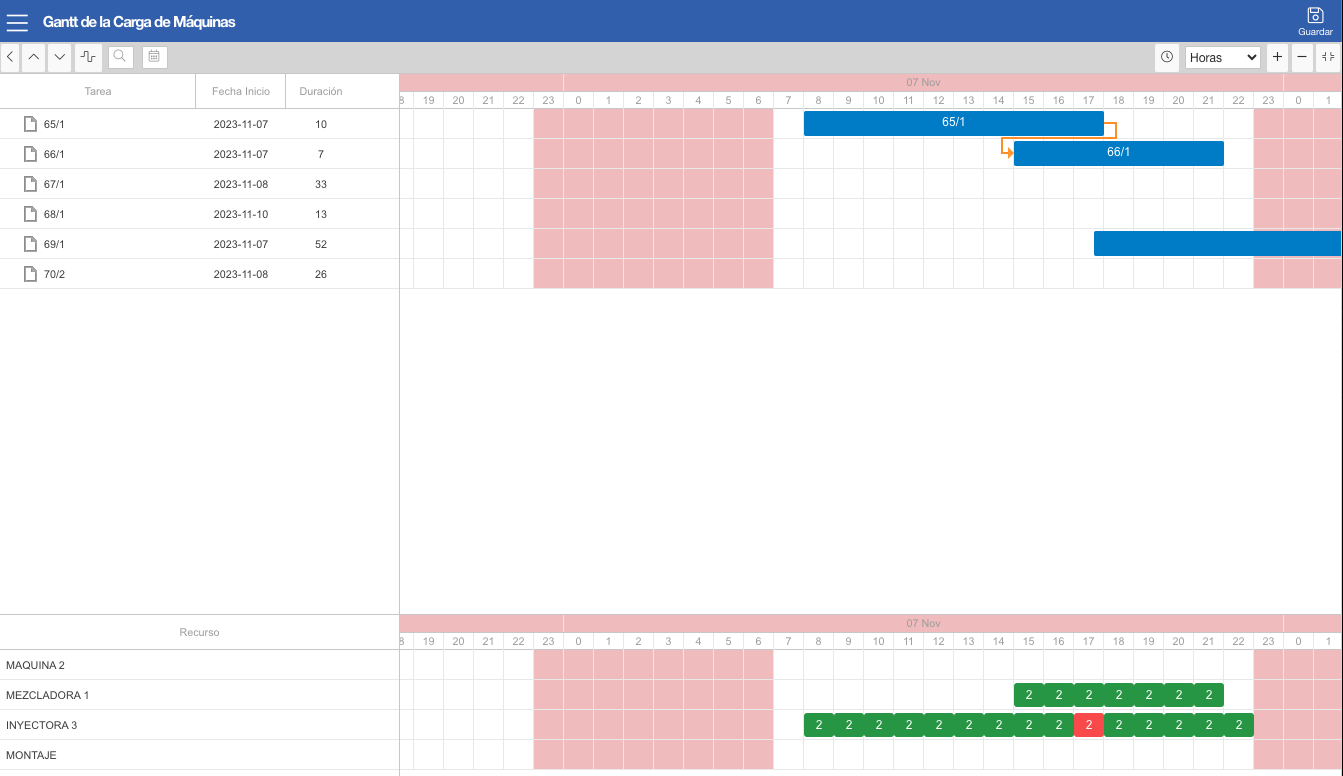


Figura 26. Pantalla del gràfic de tasques i recursos per hores. Font: Mobilitat LIBRA

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 21, es mostren les opcions d’aquesta pestanya i els botons que s’han descrit anteriorment:

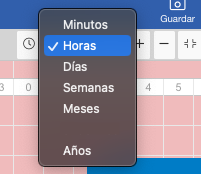


Figura 27. Pestanya canvi de visionat. Font: Mobilitat LIBRA

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 s’obre una pestanya en la qual es pot canviar la data i l’hora d’inici de la tasca seleccionada. A continuació, a la Figura 22, es veu com és aquesta pestanya d’edició d’una tasca sobre el mòdul gràfic:

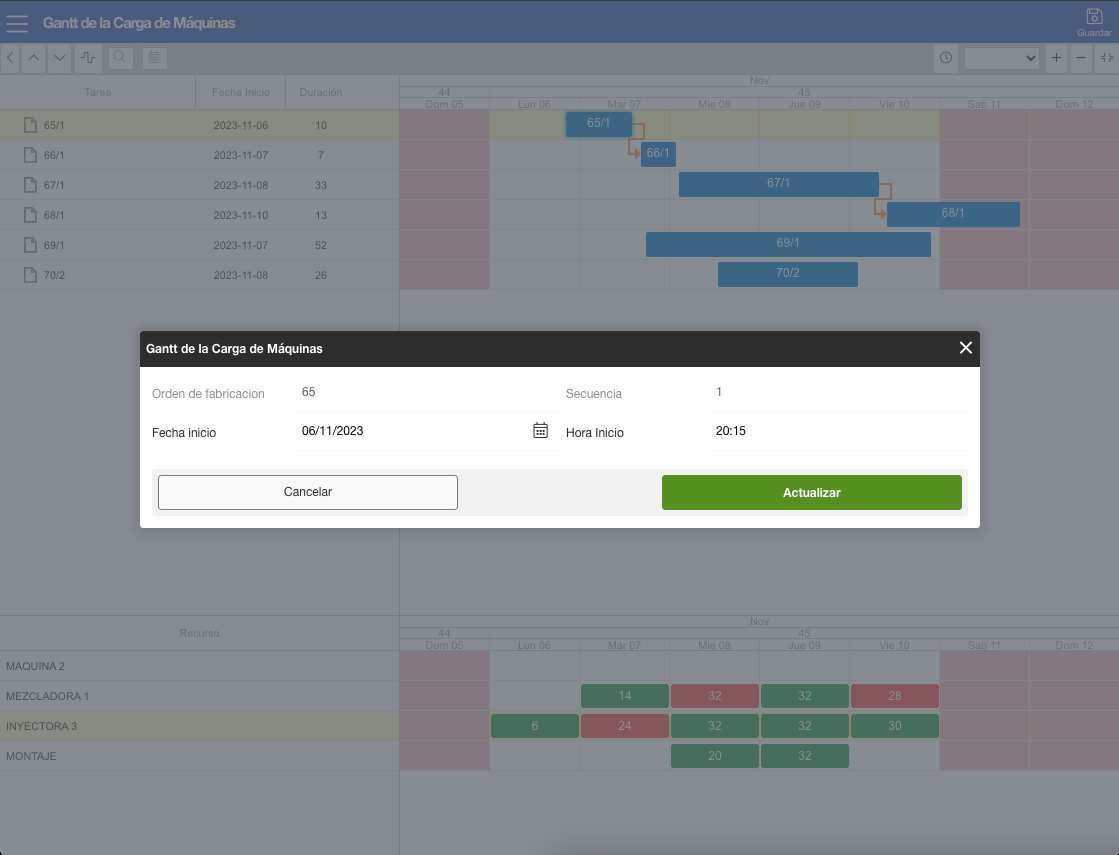


Figura 28. Pestanya canvi edició tasca. Font: Mobilitat LIBRA

Per tal de canviar la data d’una tasca s’empra l’eina del calendari altre cop per fer més fàcil i intuïtiu 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 23 se’n veu un exemple:

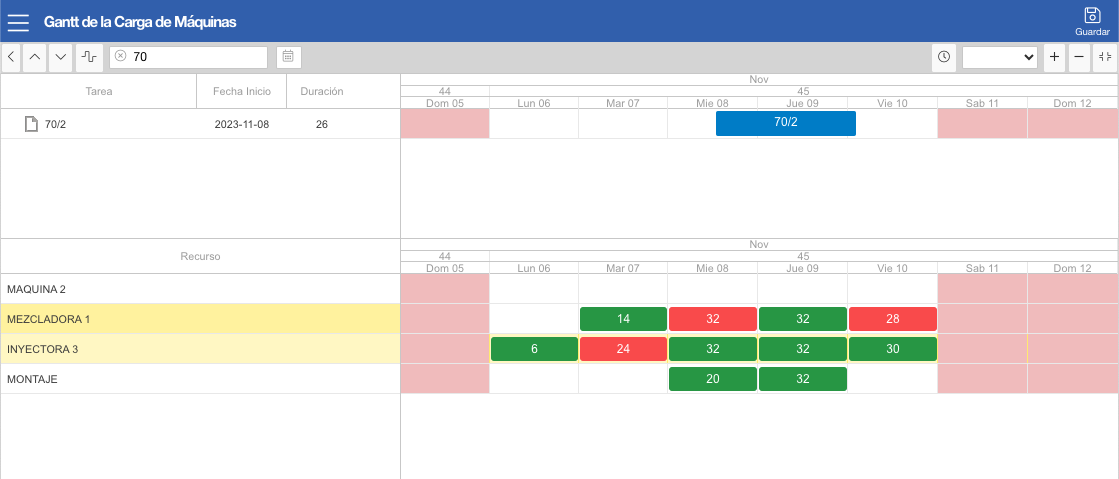
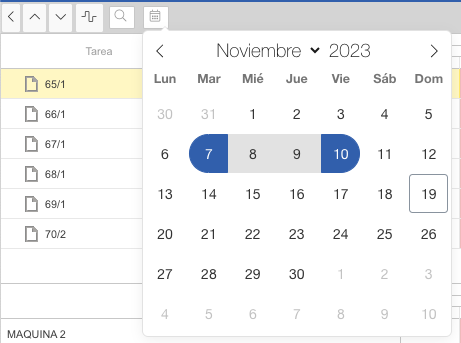


Figura 29. Gràfic filtrat per nom de tasca. Font: Mobilitat LIBRA

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 24, es veu com és aquest calendari per rangs:

  
Figura 30. 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 25 següent:

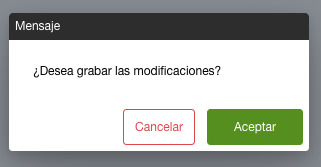


Figura 31. Pestanya guardar canvis. Font: Mobilitat LIBRA

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 26, es veu un exemple de com seria una pestanya d’avís de navegador com la que s’ha descrit:

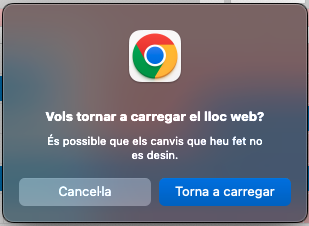


Figura 32. Pestanya d’avís recordant guardar els canvis. Font: Mobilitat LIBRA

4.3.2. 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.

4.3.2.1. 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 27 es mostra una imatge de la pantalla del gràfic de càrrega de màquines en aquella època:

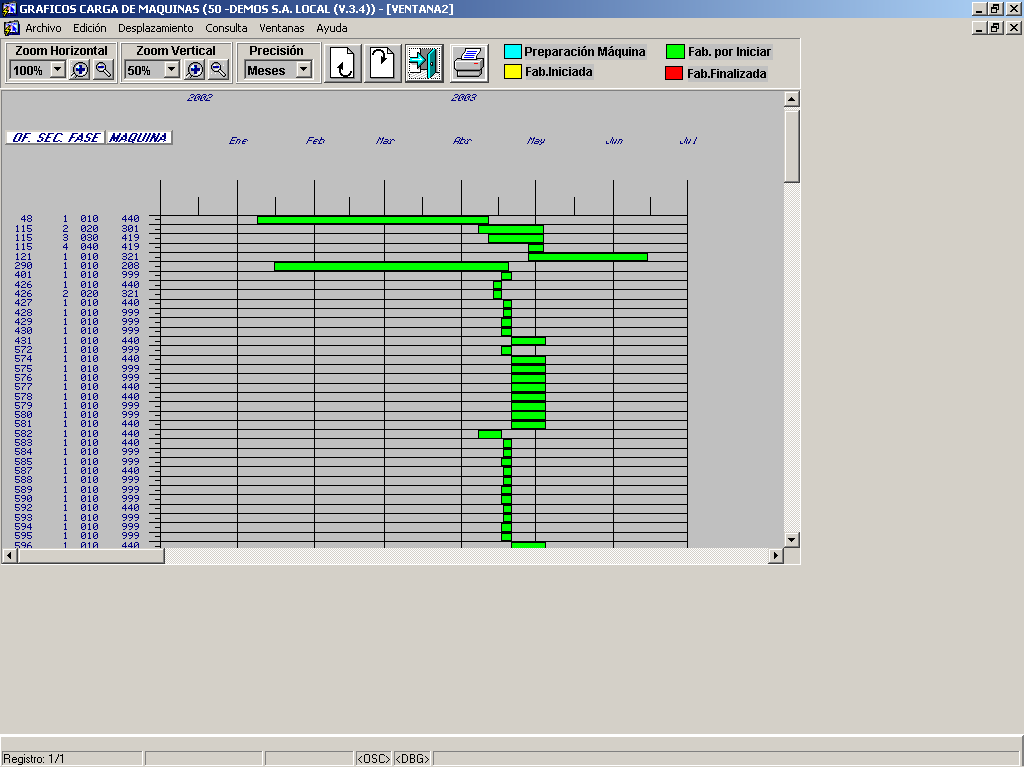


Figura 33. Gràfic de la càrrega de màquines de LIBRA Scheduling. Font: Manual Programación Carga de Máquinas

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 28, es troba un exemple de com és aquest gràfic:

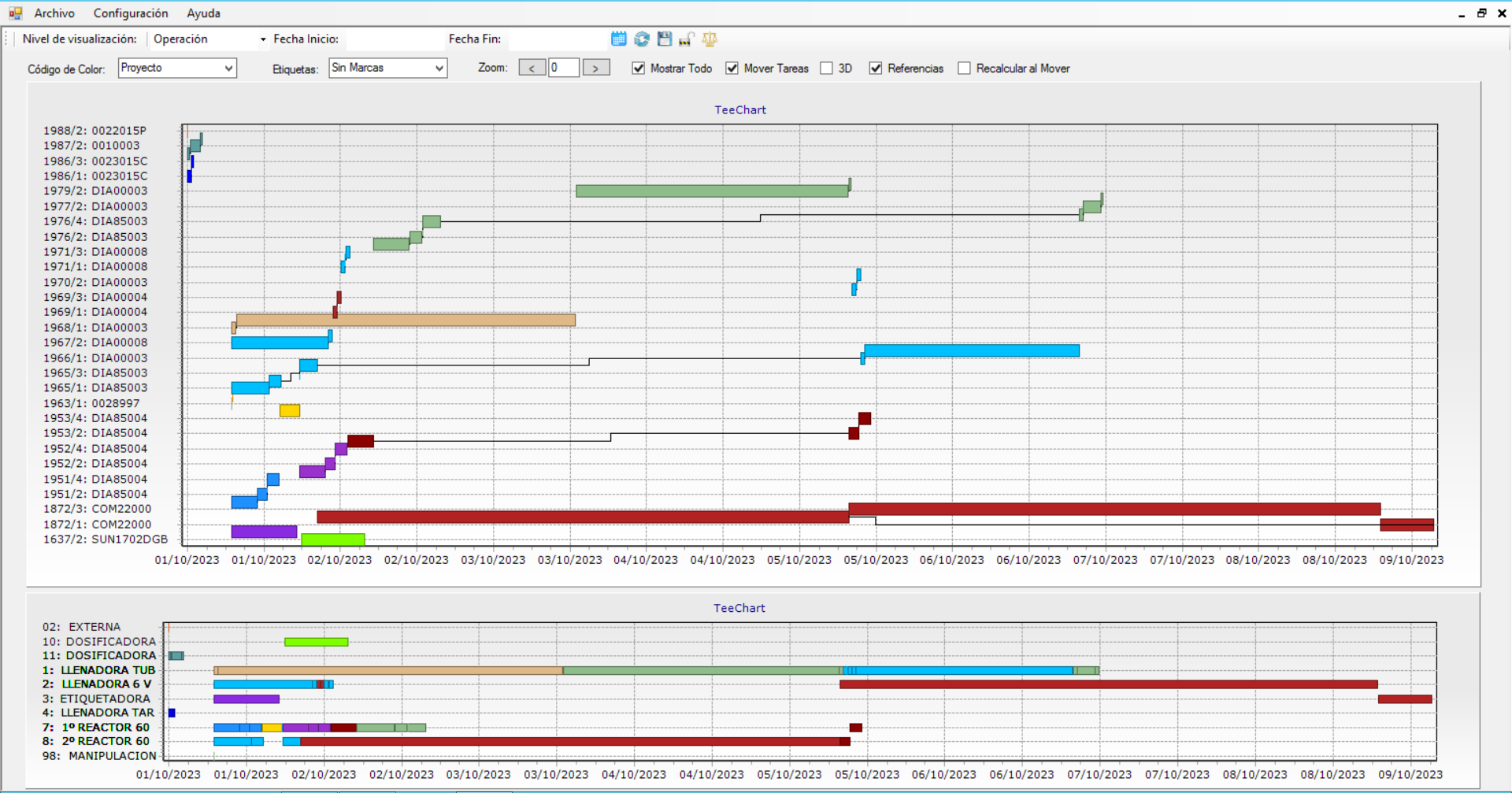


Figura 34. Gràfic de la càrrega de màquines. Font: Mòdul de producció de LIBRA

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 seqüenciació que gestiona les tasques i els recursos ha sigut aprofitat i integrat.

Tot el núcli 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 interfície 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.

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’envïin 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.

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 transmetin 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*.

4.3.2.2. 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.

4.3.2.3. 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.

Malgrat no seguir una metodologia àgil amb iteracions clares, s'han realitzat proves al llarg de la implementació, assegurant-se que cada funcionalitat afegida al gràfic fos sotmesa a una validació exhaustiva. Tot i que no s'ha implementat la 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.

Per altra banda també es realitzen una sèrie de proves d'estrès, ja que l'eina ha de ser capaç de gestionar diferents volums de dades. S'han considerat diferents escenaris, des de clients amb un nombre limitat d'ordres de fabricació fins a aquells amb centenars. Aquestes proves posen a prova l'eina, assegurant que pugui mostrar correctament totes les tasques i recursos, així com mantenir la seva eficiència durant els canvis.

Pel que fa a les proves d'integració del mòdul gràfic en general, aquestes es realitzaran al final de la implementació del mòdul gràfic complet. S'organitzaran demostracions durant les reunions de seguiment amb els consultors 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.

# 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 intuïtiva 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 seqüenciació 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 se compatible per a diferents mides de pantalla.
* **Millora del gràfic del Mòdul de Producció de LIBRA**: El nou gràfic desenvolupat és molt més intuïtiu 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.

## 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.

[llistat competències]

## 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 conceptuals i diagrames de seqüència va ser introduït 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 sòlida. 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.

# Referències

[[1] fib.upc.edu, «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](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx)

[[2] «Enterprise resource planning», *Wikipedia*. (2023). Consulta: 22 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Enterprise_resource_planning&oldid=1185258652>

[[3] «Customer relationship management», *Wikipedia*. (2023). Consulta: 22 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <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://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <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://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <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.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <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://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx). 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] 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: 15 d’octubre de 2023. doi: 10.1016/j.compind.2005.02.006.](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx)

[[10] NetSuite.com, «15 Benefits of ERP for Businesses in 2024 | NetSuite». (2023). Consulta: 15 d’octubre de 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/erp-benefits.shtml>

[[11] «8 ERP Implementation Challenges and Risks | TranZact». (2023). Consulta: 15 d’octubre de 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://letstranzact.com/blogs/erp-implementation-challenges>

[[12] «LIBRA ERP (Enterprise Resource Planning) | EDISA», EDISA | LIBRA ERP. (2023). Consulta: 23 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://www.edisa.com/libra-erp/>

[[13] «PL/SQL para desarrolladores | Oracle España». (2023). Consulta: 23 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://www.oracle.com/es/database/technologies/appdev/plsql.html>

[[14] «Model de desenvolupament en cascada», *Viquipèdia, l’enciclopèdia lliure*. (2023). Consulta: 24 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://ca.wikipedia.org/w/index.php?title=Model_de_desenvolupament_en_cascada&oldid=32236519>

[[15] «Qué son las metodologías ágiles y cuáles son sus ventajas empresariales». (2023). Consulta: 24 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>

[[16] «Kanban (development)», *Wikipedia*. (2023). Consulta: 24 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kanban_(development)&oldid=1182171003>

[[17] «Taiga (project management)», *Wikipedia*. (2022). Consulta: 25 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Taiga_(project_management)&oldid=1127440145>

[[18] «GitHub», *Wikipedia*. (2023). Consulta: 25 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=GitHub&oldid=1185819255>

[[19] M. A. Hinojosa. (2003). «Diagrama de Gantt».](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) 30 de setembre 2023. [Documento PDF]. Disponible a: http://www.colegio-isma.com.ar/Secundaria/Apuntes/Mercantil/4%20Mer/Administracion/Diagrama%20de%20Gantt.pdf

[[20] «GANTT CHART TEMPLATE - Fulls de càlcul de Google». (2023). Consulta: 30 de setembre 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1JcX4sHAuBRGsbXIgktxj5n72sMyFQutQyqJ7R_xQCCU/edit#gid=0>

[[21] «Sueldos de la empresa», Glassdoor. (2023). Consulta: 6 d’octubre de 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://www.glassdoor.es/Sueldos/index.htm>

[[22] 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 de 2023. doi: 10.3390/su13147785.](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx)

[[23] oficinesilocals.amb.cat, «Evolució del mercat immobiliari d’oficines i locals - AMB», Oficines i Locals - Àrea metropolitana de Barcelona. (2023). Consulta: 6 d’octubre de 2023. [En línia]. Disponible a:](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx) <https://oficinesilocals.amb.cat/>

[[24] «España - Precios de la electricidad de los hogares 2023 | Datosmacro.com». (2023). Consulta: 7 d’octubre de 2023. [En línia]. Disponible a: https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-precio-hogares/espana](https://www.zotero.org/google-docs/?VNbsyx)