



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Treball final de grau

GRAU D'ENGINYERIA
INFORMÀTICA

Facultat de Matemàtiques
Universitat de Barcelona

Desenvolupament del sistema de Control d'accés al Nucli antic de Sant Llorenç de Morunys

Autor: Oriol Riu Gispert

Directors: Dr. Sergio Escalera i Marc Pomar
Realitzat a: Departament de Matemàtiques i
Informàtica

Barcelona, 30 de juny de 2016

Resum

El present projecte contempla la instal·lació d'un sistema de control d'accés de vehicles al nucli antic de Sant Llorenç de Morunys: -Portal de la Capella i -Portal del Puit. La finalitat del projecte és minimitzar l'impacte social i paisatgístic que provoca aquest trànsit motoritzat. La instal·lació estarà formada per un sistema de càmeres IP per captar i transmetre els diferents accessos, els quals seran analitzats i emmagatzemats per un sistema de lectura de matrícula i de gestió de dades resultants.

El sistema de lectura, es basa en el sistema de visió artificial conegut com ANPR o ALPR (Automatic Number/Licence Plate Recognition). Aquest és un mètode que utilitza l'OCR (Reconeixement Òptic de Caràcters) en el reconeixement d'imatges per a llegir matrícules i extreure els valors alfanumèrics d'aquestes així com també detectar-ne l'existència i posició.

Per altra banda es crea una base de dades i interfície web per a la gestió i interacció de la informació generada. Les següents funcionalitats són les ofertes: afegir vehicles autoritzats, incorporar períodes de dies en què l'accés no està permès, gestionar errors de lectura de matrícula, generar PDF per a la tramitació de sancions i mostratge d'estadístics d'accés.

Finalment s'han validat les lectures en diferents tests realitzats al llarg del projecte així com també s'ha realitzat uns anàlisis d'usabilitat amb els consegüents tests per així adaptar el disseny a les necessitats del client.

Resumen

El presente proyecto contempla la instalación de un sistema de control de acceso de vehículos al casco antiguo de Sant Llorenç de Morunys: -*Portal de la Capella* y -*Portal del Puit*. La finalidad del proyecto es minimizar el impacto social y paisajístico que provoca este tráfico motorizado. La instalación está formada por un sistema de cámaras IP para capturar y transmitir los diferentes accesos, los que seran analizados y almacenados por un sistema de lectura de matrícula y gestión de datos resultantes.

El sistema de lectura, está basado en el sistema de visión artificial conocido como ANPR o ALPR (Automatic Number/Licence Plate Recognition). Éste es un método que utiliza OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) en el reconocimiento de imágenes para leer matrículas y extraer los valores alfanuméricos de las mismas, así como detectar su existencia y posición.

Por otra parte, se crea una base de datos e interfiere web para la gestión e interacción de toda la información generada. Éstas son las funcionalidades ofertadas: añadir vehículos autorizados, añadir períodos de fechas en los que el acceso está restringido, gestionar errores de lectura de matrícula, generar PDF para realizar el trámite de sanción y finalmente mostrar estadísticas de acceso.

Finalmente se han validado las lecturas realizadas, en diferentes tests realizados al largo del proyecto, así como también se ha realizado tests de usabilidad para así adaptar el diseño a las necesidades del cliente.

Abstract

This project includes the installation of a vehicle access control system in the old town of Sant Llorenç de Morunys : - *Portal de la Capella* - *Portal del Puit*. The purpose of the project is to minimize the social and landscape impact caused by this motorized traffic . The installation is formed by a system of IP cameras to capture and transmit the different accesses, which will be analyzed and stored by a registration plate reading system and resulting data management.

The reading system is based on a computer vision system known as ALPR or ANPR (Automatic Number/License Plate Recognition). This is a method that uses OCR (Optical Character Recognition) in image recognition to read license plates and extract their alphanumeric values and detect its existence and position.

On the other hand, a database and web interface are created for the management and interaction of the information generated. The features offered are the following: add authorized vehicles, add periods of days when access is restricted, handle license plate reading errors, generate PDF to the sanction process and lastly show access statistics.

Finally, readings have been validated in different tests conducted throughout the project and an usability analysis has also been made to adapt the design to the client's needs.

Agraïments

M'agradaria agrair a la meva família i amics el fet de donar-me ànims i un suport inestimable. A la meva parella, la Mireia, per aguantar-me dia a dia. I especialment als meus pares, per donar-me sempre suport en els moments difícils.

Mencionar també a l'Ajuntament de Sant Llorenç de Morunys, per permetre'm aventurar-me a la realització d'aquest projecte, demostrant-me en tot moment el seu suport i proporcionant, sempre que ha estat possible, tot el necessari per dur-lo a terme. Aprofito també per demanar disculpes als veïns, pels perjudicis que hagi pogut causar en els moments de muntatge i testeig de les càmeres al limitar temporalment l'accés per qüestions logístiques.

Finalment, fer especial esment als Drs. Sergio Escalera i Marc Pomar. Gràcies per confiar en el meu projecte, donar-me llibertat en la presa de decisions i oferir-me un gran guiatge en el desenvolupament.

Índex

1	Introduccio	1
1.1	Breu descripció del municipi	1
1.2	Context del problema	2
1.2.1	Carta Excm. Sr. alcalde de Sant Llorenç de Morunys	3
1.3	Motivació	4
1.4	Resum i distribució del contingut de la memòria	4
2	Anàlisi de requeriments, temps i cost	6
2.1	Contingut del projecte	6
2.2	Requeriments funcionals	6
2.2.1	Diagrama de casos d'ús	7
2.3	Requeriments no funcionals	8
2.4	Anàlisi de temps de realització del projecte	9
2.5	Anàlisi cost del projecte	10
3	Anàlisi de Tecnologies	12
3.1	Càmeres	12
3.2	Llibreria reconeixement de matrícula	14
3.3	Frameworks	15
4	Càmera IP AXIS M1124-E	16
4.1	Configuració càmeres	16
4.2	Instal·lació de càmeres	17
5	OpenALPR	18
5.1	Funcionament	18
5.1.1	Detecció	18
5.1.2	Binarització	18
5.1.3	Anàlisi de caràcters	19
5.1.4	Costats de la matrícula	19
5.1.5	Deskew	20
5.1.6	Segmentació de caràcters	20
5.1.7	OCR	20
5.1.8	Post processat	21

5.2	OpenALPR Daemon (alprd)	21
5.2.1	Arquitectura	21
5.2.2	Configuració	22
6	Disseny aplicació	23
6.1	Estructura general de Laravel	23
6.1.1	MVC	24
6.2	Base de dades	25
6.2.1	Model relacional	26
6.2.2	Explicació de les taules	27
6.3	Estructura aplicació AccesNucliAntic	29
6.3.1	App	29
6.3.2	Public	31
6.3.3	Views	31
6.3.4	Tests	32
7	Proves i resultats obtinguts	34
7.1	Tests inicials OpenALPR	34
7.2	Tests alprd	38
7.3	Tests aplicació	41
7.3.1	Tests usabilitat	42
8	Conclusions	46
A	Annex I: Càmera IP AXIS M1124-E	48
B	Annex II: Pressupost Càmeres	50
C	Annex III: Manual Usuari	51
D	Bibliografia	55

1.2 Context del problema

Tal i com es pot extreure de la carta 1.2.1, ja fa uns anys que l'Ajuntament de Sant Llorenç de Morunys preten minimitzar l'impacte visual i paisatgístic que provoca el trànsit motoritzat i l'estacionament dins de la part històrica del poble. A més a més, degut a les dimensions dels carrers, el nucli antic és una zona bàsicament peatonal, sense voreres, on els nens i nenes de la vila juguen per les places i el trànsit, en moltes ocasions, pot comportar un risc per a les persones. Per posar-hi solució, en el transcurs dels anys des de l'Ajuntament s'han posat en pràctica diferents sistemes com:

- Senyalització vertical: S'ha instal·lat senyalització de prohibició d'accés i prohibició d'estacionament, però com que el municipi no disposa d'una policia local, no hi ha una autoritat que vetlli perquè aquestes es respectin.
- Pilones mòbils: En veure que la primera proposta no donava els fruits desitjats, es va provar l'opció d'instal·lar pilones mòbils que impedeixin l'accés. D'aquestes només en tenien les claus els vehicles autoritzats. Un cop implementat, va sorgir el problema de què un cop un vehicle extreia la pila per accedir, en la major part de les ocasions, aquesta no era recol·locada, perdent així la seva funcionalitat.

Veient la ineficàcia de les mesures preses, en un primer moment es va valorar la instal·lació de pilones automàtiques, però el cost d'aquestes era excessivament elevat degut a la obra civil que tenia darrere, sumat a un sistema de reconeixement de matrícules també necessari.

Així doncs, un cop provades i valorades totes les opcions, es decideix que la millor elecció, és aplicar una mesura de sancions als accessos no autoritzats, a través d'una lectura de les matrícules que accedeixen al nucli antic.

L'objectiu del projecte consisteix en el desenvolupament d'aquest sistema de control d'accés en totes les fases necessàries com són:

- Hardware
- Sistema de lectura de matrícules
- Sistema final per a la gestió de l'emmagatzematge de dades i gestió d'infraccions

La proposta final acordada amb l'Ajuntament ha estat la instal·lació de dos càmeres IP: una al portal de la Capella i l'altra al portal del Puit. Així com també, un servidor central situat al mateix ajuntament on hi haurà el sistema de reconeixement de matrícules i l'aplicació web de gestió de sancions. La instal·lació definitiva del sistema complet queda supeditada a l'obra final de fibra òptica que està pendent i al nou servidor que serà instal·lat a l'edifici de l'ajuntament.

1.2.1 Carta Excm. Sr. alcalde de Sant Llorenç de Morunys

A continuació es mostra la carta introductòria del projecte per part de l'Excm. Sr. alcalde de Sant Llorenç de Morunys:

Benvolgut:

Des que vam accedir a l'ajuntament de Sant Llorenç de Morunys hem dedicat esforços per aconseguir treure o limitar el transit rodat dins del nucli antic de la nostra vila. Hi ha molts motius per justificar aquesta decisió com, per exemple, resguardar i mantenir un nucli antic turístic i agradable de ser passejat, facilitar la vida al carrer tant de la gent de la nostra vila com dels molts turistes que ens visiten cada setmana, etc.

Després d'intentar aconseguir aquesta no presència de cotxes i motos amb notes informatives i amb cartells de restricció de pas i de prohibició d'aparcar, vam arribar a la conclusió que hi ha dues úniques opcions vàlides per assolir el nostre objectiu.

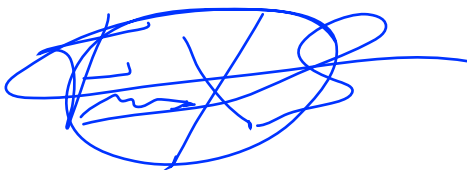
La primera opció són les típiques columnes que restringeixen físicament el pas. Però aquesta opció ens creava força dubtes, com per exemple en el cas d'una urgència, o que passa si puja una d'aquestes columnes i malmet algun vehicle (sembla ser, que paga els desperfectes l'ajuntament).

La segona possibilitat és la de posar càmeres als dos accessos que porten a la plaça major del poble. Després de molt pensar-hi ens va semblar que la millor alternativa era aquesta última. Sense cap tipus d'ànim de lucre, ja que la nostra intenció és la de posar una primera multa gairebé anecdòtica (com a avís) i ja pensant en possibles reincidències, ja castigariem una mica més durament.

És per tots aquests motius que estem treballant braç a braç amb l'Oriol Riu Gispert per desenvolupar un programa informàtic adequat i fet a mida per les necessitats i particularitats de la nostra vila. Aquest programa és el projecte de final de Grau d'Enginyeria informàtica de la Universitat de Barcelona.

Restant a la seva disposició:

Francesc Xavier Mas Pintó
Alcalde de Sant Llorenç de Morunys



1.3 Motivació

La motivació d'aquest projecte és donar solució a la necessitat de millorar el trànsit motoritzat al nucli antic de Sant Llorenç de Morunys, ja que un dels principals motors econòmics del municipi és el turisme. El fet de preservar un nucli històric com aquest, lliure de vehicles, donarà la possibilitat de gaudir-ne millor de la seva bellesa i encant.

Finalment, hi ha una motivació personal de millorar el poble on visc, ja sigui sent actiu en les diferents entitats existents o, en aquest cas, treballant en col·laboració amb l'Ajuntament, dissenyant i implementant aquest sistema que millorarà la imatge del poble. A més a més, també hi està barrejada una motivació acadèmica de poder realitzar un treball que és d'utilitat no només per l'ampliació dels meus coneixements sinó també per terceres persones oferint oportunitats al poble que no haurien estat possibles d'assumir econòmicament.

Malgrat que suposa una inversió inicial en maquinari i instal·lacions, l'Ajuntament assoleix aquests costos donant-me absoluta confiança i jo assumeixo aquest paper i intento portar sempre una comunicació client-desenvolupador al dia, mantenint reunions quinzenals, buscant així el paper real en què es pot trobar un enginyer informàtic en el seu dia a dia en el món laboral. Per altra banda, s'han mantingut les negociacions amb els proveïdors de maquinari, sempre amb la confirmació final de l'Ajuntament.

1.4 Resum i distribució del contingut de la memòria

Al llarg de la memòria s'analitzarà i es desenvoluparà el treball realitzat al llarg d'aquest semestre. Tot seguit s'exposa la distribució dels diferents punts tractats i un breu resum del seu contingut.

- **Introducció:** Es descriu la localització on s'integrarà el projecte, s'introdueix en context el problema a resoldre i finalment s'exposen les motivacions personals sobre la seva realització.
- **Anàlisi de requeriments, temps i cost:** S'exposa el contingut general del projecte, així com els requeriments que s'han extret per a la seva realització. Es fa un anàlisi dels temps i cost teòric que ha suposat la realització d'aquest.
- **Anàlisi de Tecnologies:** Aquest capítol desglossa i descriu les diferents tecnologies recercades per a portar a terme el projecte i se'n justifica l'elecció final.
- **Càmera IP AXIS M1124-E:** S'insereix en un anàlisi concret sobre la càmera incorporant la seva configuració i instal·lació.

- **OpenAlpr:** S'aprofundeix en l'anàlisi de la llibreria exposant el funcionament general d'aquesta, inserint en la funcionalitat escollida (*alprd*) , la seva arquitectura i configuració.
- **Disseny aplicació:** Es documenta el desenvolupament de l'aplicació client exposant l'estructura de l'aplicació i el disseny de base de dades.
- **Proves i resultats obtinguts:** Es documenten els diferents tests realitzats durant el transcurs del projecte.

2 Anàlisi de requeriments, temps i cost

Per a la redacció i desenvolupament d'aquest projecte, s'ha donat per fet, seguint les indicacions de l'Ajuntament, que la millor solució és la instal·lació de càmeres IP i un sistema de lectura i de gestió d'accessos. Després de varies reunions amb l'equip de govern de l'Ajuntament s'ha acordat que el sistema ha de controlar els accessos, identificant com a no vàlids els que es produeixin en dies festius o dins un període establert per ells mateixos. Per altra banda, hi haurà un grup de vehicles que disposaran de permís especial i que, per tant, podran accedir en qualsevol moment. Aquests només podran ser donats d'alta per l'autoritat corresponent.

2.1 Contingut del projecte

El projecte consta d'un sistema de captació d'imatges situat al portal de la Capella i portal del Puit, encarregat de detectar i enregistrar els accessos de vehicles motoritzats i enviar aquestes imatges en forma de vídeo a un servidor central que estarà situat al mateix ajuntament.

Per a la gestió d'aquesta informació, es treballarà amb el servidor central amb dos funcions bàsiques:

- Sistema d'anàlisi de les imatges retransmeses, per a la detecció de vehicles i el reconeixement i lectura de la matrícula.
- L'emmagatzematge i tractament dels diferents accessos detectats per tramitar sancions en cas necessari.

Referent a la xarxa de comunicació s'està pendent de la instal·lació d'una línia de fibra òptica que permetrà muntar una LAN entre les càmeres i l'ajuntament.

2.2 Requeriments funcionals

El sistema està format per les següents capes funcionals:

- **Transmissió streaming:** Les càmeres capten les imatges i són transmeses per streaming en temps real.
- **Detecció accés:** Mitjançant l'anàlisi de les imatges transmeses, es detecta l'accés d'un vehicle i menyspreen la resta de frames rebuts on no hi ha vehicle.
- **Lectura matrícula:** Analitza l'imatge proporcionada per la detecció i retorna en text plà el valor de la matrícula.
- **Emmagatzematge de dades d'accés:** Emmagatzema els diferents accessos a la base de dades, mantenint les següents dades: *Data accés, matrícula, portal, autorització, directori d'imatge, lectura matrícula*. Paral·lelament, la base de dades també emmagatzemarà els vehicles amb permís d'accés i els períodes de dates considerats festius, en els quals l'accés serà restringit.

- **Emmagatzematge imatge:** Emmagatzema la imatge d'accés en un directori del servidor.
- **Aplicació gestió:** Permet generar la sanció quan es compleixen les condicions si així ho demana el client, també permet afegir períodes de festius i incorporar nous vehicles amb permís d'accés.

El sistema consta dels següents perfils d'usuari:

- **Usuari Cotxe:** Cotxe que accedeix a la zona restringida, pot tenir permís o no. En cas de no tenir permís podrà ser sancionat. Aquest no interactua directament amb l'aplicació.
- **Usuari Ajuntament:** Únic/s de l'aplicació de gestió. Té la capacitat de consultar accessos, afegir períodes de restricció, donar d'alta vehicles amb autorització, tramitar sancions i confirmar accessos dubtosos.

2.2.1 Diagrama de casos d'ús

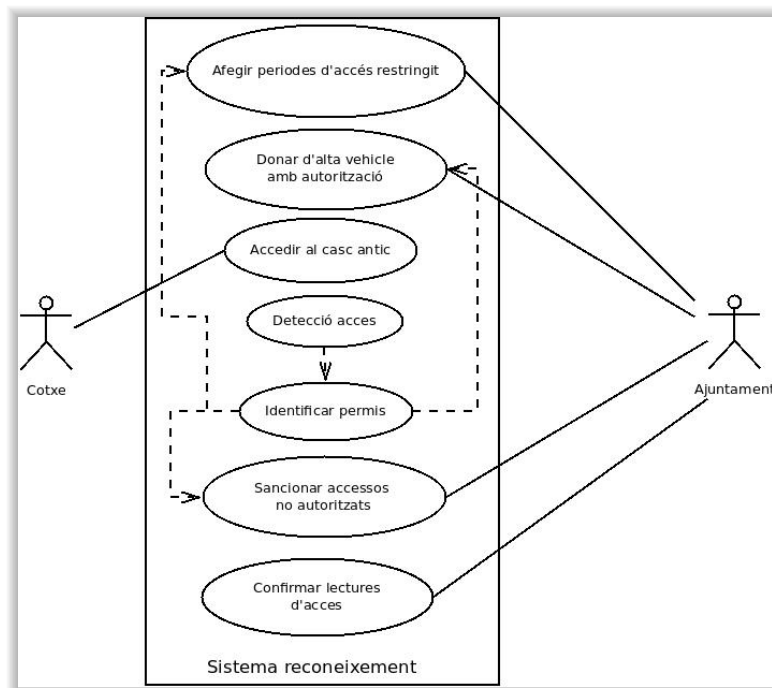


Figura 2: Diagrama de casos d'ús. Font pròpia

L'usuari de l'aplicació serà aquell treballador o regidor de l'Ajuntament encarregat de controlar i gestionar aquests accessos. Aquest ha d'identificar-se mitjançant usuari i contrasenya. Un cop identificat, podrà visualitzar i gestionar els diferents accessos. Si un accés es considera incorrecte, l'usuari podrà tramitar una sanció generant un PDF automàticament. Les diferents funcionalitats de què disposarà són:

- **Afegir període d'accés restringit:** L'usuari té la capacitat d'afegir un període de dates, en les que si hi ha un accés no autoritzat el vehicle serà sancionat. Aquesta condició també queda considerada automàticament si l'accés es produeix en cap de setmana.
- **Alta vehicle amb autorització:** Permet introduir a la base de dades nous vehicles que gaudiran de l'autorització. Aquesta autorització podrà ser eliminada si és necessari.
- **Detectar accés:** En cas que es detecti un accés, s'analitza la imatge i s'extreu la matrícula. Aquest accés és emmagatzemat a la base de dades segons les condicions següents: es cerca si té autorització, en cas afirmatiu es marca com autoritzat i en cas negatiu, es marcarà com autoritzat només quan l'accés no està dins els períodes d'accés restringit. Altrament, el vehicle es marcarà com a no autoritzat. Finalment, s'analitza la lectura buscant detectar si aquesta és correcta o no. Això es fa considerant un patró d'expressió regular que en cas que no es compleixi aquesta es jutjarà com incorrecta.
- **Sancionar accessos no autoritzats:** Si es detecta que l'accés no té autorització l'usuari podrà tramitar la sanció pertinent generant un PDF, que podrà ser cedit a l'autoritat pertinent per tal que la tramiti.
- **Confirmar lectures d'accés:** L'usuari té la capacitat de confirmar les lectures que s'han detectat com errònies, donant així la capacitat de corregir errors generats per openalpr i així evitar futures reclamacions per falsa denúncia. Permet també eliminar els accessos que es considerin com erronis.
- **Vista principal:** Mostra els comptadors dels diferents accessos registrats, exposant el nombre total d'accessos, el número d'accessos amb lectura errònia pendents de confirmar i finalment el nombre d'accessos pendents de ser sancionats.

2.3 Requeriments no funcionals

Un dels principals requeriments és el cost. Es busca mantenir un cost el més baix possible, ja que sinó seria un sistema inassumible per un municipi amb les característiques com Sant Llorenç de Morunys: situació econòmica actual i al baix pes demogràfic del municipi. Per altra banda, haurà de ser fàcilment escalable per poder ampliar amb noves funcionalitats en el futur o poder-lo implementar en entorns diferents, així com també ampliar el nombre de punts de control. A més a més, s'ha de dotar el sistema d'una interfície d'usuari usable, amb la qual no es puguin generar errors.

2.4 Anàlisi de temps de realització del projecte

El projecte ha tingut una durada aproximada de 164 dies, amb una dedicació mitjana d'entre 3 a 4 hores al dia.

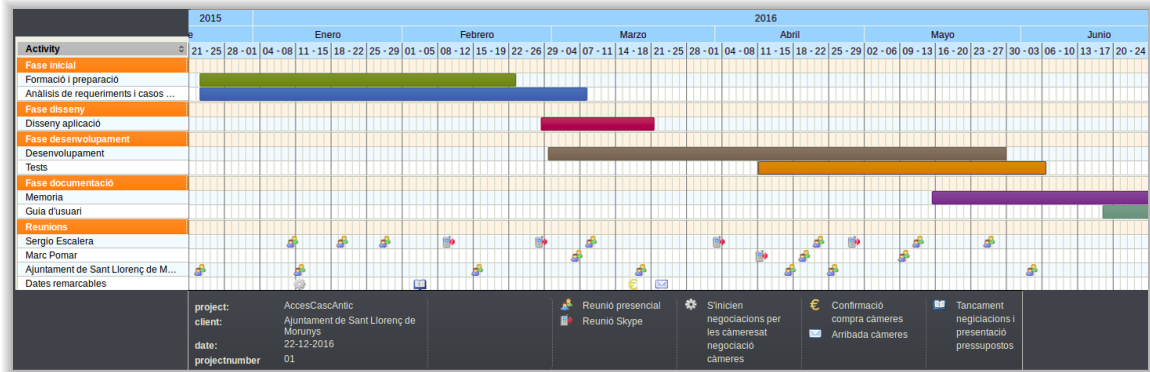


Figura 3: Diagrama de gantt. Font pròpia

A continuació es mostren les diferents fases que s'han dut a terme.

- **Fase inicial:**

- Formació en els diferents llenguatges i tecnologies escollides.
- Documentació sobre les diferents tecnologies amb les que es treballarà (càmeres, algorismes de reconeixement de matrícula, sistema de gestió).

- **Fase disseny:**

- Acabament dels requisits de l'aplicació, es fan els diagrames de casos d'ús i el modelatge de dades.

- **Fase desenvolupament:**

- En el desenvolupament es realitza la major part de la construcció de l'aplicació, treballant tant en el back-end com en el front-end. S'acaben de tancar els requisits amb el client i es realitzen alguns tests d'usabilitat amb aquest. Paral·lelament s'inicia la documentació de la memòria.
- En el test, es testeja l'aplicació com també les càmeres i la llibreria de detecció de matrícules. Aquesta primera fase de test es comptabilitza com a formació i preparació. Un cop es té un sistema funcional es testeja en un camp de proves i en el punt d'instal·lació definitiva buscant corregir els diferents errors que es puguin produir.

- **Fase documentació:**

- Es redacta una petita guia d'usuari, una part resumida serà inclosa a l'aplicació.

– Redactat de la memòria.

En el diagrama de Gantt de la Figura 3, es poden veure els temps associats a cada una de les fases. Per altra banda, es remarca la cadència de reunions realitzades tant amb professors com amb el client i s’hi registren també algunes de les dates claus que podien suposar un bloquejant per al desenvolupament satisfactori del projecte com són les diferents fases de negociació de les càmeres.

2.5 Anàlisi cost del projecte

El cost del projecte no és uniforme en totes les seves fases, tot seguit es desglossa. Consultar Taula 1 per a més detalls.

- **Formació i documentació:** Aquesta part no es computa com a preu hora ja que es considera com a inversió de futur del desenvolupador que podrà utilitzar en futurs projectes.
- **Anàlisi de requeriments i casos d’ús:** Fase on es delimitarà l’abast del projecte. Es computa a 35 € l’hora.
- **Disseny:** Es considera fase decisiva per aconseguir un bon desenvolupament i una bona escalabilitat. Es computa a 35 € / hora.
- **Desenvolupament:** Part on s’implementa el disseny, es comptabilitza a 25 € / hora.
- **Test:** Fase crucial per obtenir bons resultats i minimitzar els errors. Es comptabilitza a 35 € l’hora.
- **Documentació i memòria:** Aquesta es considera bàsicament com a documentació acadèmica per tant es comptabilitzara a 0 €.

Per altra banda tenim els diferents components de maquinari necessaris. Consultar Taula 2.

- **Càmeres IP:** Les càmeres tenen un cost de 839,40 €.
- **Altres:** S’hi comptabilitzen cablejat i altres materials necessaris per a instal·lació.

	Cost hora			
	Concepte	Temps	Preu hora	Total
Fase inicial	Formació i preparació	140 hores	-	-
	Anàlisi requeriments	40 hores	35 €	1400 €
Fase disseny	Disseny	30 hores	35 €	1050 €
Fase desenvolupament	Desenvolupament	170 hores	25 €	4250 €
	Test	35 hores	35 €	1125 €
Fase documentació	Guia usuari	10 hores	-	-
	Memòria	80 hores	-	-
Total		505 hores		7825 €

Taula 1: Taula de costos hores de treball.

Cal remarcar que no hi hauran costos derivats de llicències de programari ja que s'ha utilitzat programari lliure en tot moment.

Cost maquinari			
Concepte	Quantitat	Preu Unitat	Preu Total
Camera Ip	2	377 €	618,28 €
Midspan	2	46 €	75,44 €
Cable xarxa 30m	1	25,41 €	25,41 €
Visos i tacs muntatge	8	3 €	3 €

Taula 2: Taula de costos de maquinari. Consultar Annex II amb facturació.

Queda fora dels costos la instal·lació de la xarxa de comunicació amb fibra òptica com també el servidor sobre el que correrà l'aplicació. Finalment podem extreure que el cost total teòric del projecte és de 8547,13 €.

3 Anàlisi de Tecnologies

Per desenvolupar aquest projecte, inicialment s'ha fet una recerca de càmeres del mercat per tal de decidir quina és la més òptima per la situació que ens afecta. Per altra banda, s'ha fet una recerca de tecnologies de reconeixement de matrícula, cercant una llibreria lliure i suficientment documentada que permeti una bona implementació per al projecte. Referent a l'aplicació client, dedicada a la gestió i emmagatzematge dels accessos i infraccions, s'ha decidit treballar amb un entorn web per tal d'obtenir una corba d'aprenentatge de l'aplicació més petita.

3.1 Càmeres

S'ha fet una recerca de diferents càmeres buscant una que doni bons resultats qualitat/preu, i amb una empresa darrera que doni suficient confiança al client final. Després d'una recerca i unes primeres negociacions amb l'empresa distribuïdora s'ha decidit per una càmera IP AXIS M1124-E [5], preparada per a exteriors, amb alta definició nocturna i diürna, i que pot operar amb temperatures d'entre -20°C i $+50^{\circ}\text{C}$. S'ha considerat ideal per a una població de muntanya. Aquesta proporciona una sortida per streaming en format mjpeg i rep l'alimentació elèctrica a través del Midspan que brinda alimentació elèctrica al cable Ethernet. Es pot consultar la comparativa entre diferents càmares a la Taula 3.

Càmera	Imatge	Característiques	Preu Unitat
Càmera compacta IP HIKVISION		- Càmera compacta d'exterior amb gravació en SD - Resolució 2 Megapixel (1920 x 1080) - Visió nocturna 20m	260,01 €
Càmera IP Foscam FI9900P		- Càmera compacta d'exterior - Resolució 2 Megapixel - Visió 118°	149,9€
Càmera IP Foscam FI9828P		- Càmera compacta d'exterior - Resolució 2 Megapixel - Visió 355°H- 70°V	219,9€
Càmera AXIS Q1615-E		- Càmera compacta d'exterior amb gravació en SD - Visió diurna/nocturna a 50/60 fps - Temperatures de treball -30°C a 50°C - Configurable a H.264 i JPEG streams	963,50 €
Càmera AXIS M1124-E		- Càmera compacta d'exterior amb gravació en SD - Visió diurna/nocturna a 30 fps - Temperatures de treball -20°C a 50°C - Configurable a H.264 i JPEG streams	377,00 €

Taula 3: Comparativa càmeres.

3.2 Llibreria reconeixement de matrícula

S’ha realitzat una recerca de diferents llibreries que permetin facilitar la feina de la lectura de matrícula amb el reconeixement de text a través d’imatges. S’ha decidit per OpenALPR [6]. Aquesta llibreria és de les més ben documentades que s’han trobat. Manté actualitzacions recents, està preparada per a matrícules de països Europeus i és open source. Paral·lelament proporciona eines i dades per a l’entrenament del sistema OCR per a nous formats de matrícules. D’aquesta manera permet ampliar el contingut de la llibreria, així com també permet entrenar la detecció de matrícules de regions en particular que podran ser finalment incloses a openalpr. Cal resaltar que al ser un repositori públic de github, té un gran nombre de desenvolupadors que la mantenen actualitzada i una comunitat molt àmplia que pot proporcionar ajuda en cas de problemes.

S’ha realitzat un primer test bàsic per analitzar el correcte funcionament de la llibreria, el qual ha donat uns resultats satisfactoris tot i realitzar les proves amb una càmera de baixa qualitat i no preparada per aquesta funció. Aquests tests estan documentats al capítol 7.1 Tests inicials OpenALPR. Es pot consultar la comparativa de llibreries a la Taula 4.

Llibreries OCR analitzades						
Nom	Web	Llicència	Doc.	Actualitzat	Llenguatge	Regió
license plate recognition system	http://codeforge.com/article/233814	No especificada	Deficient	22-05-14	C++	-
ANPR for National Borders	http://sourceforge.net/projects/anpr	Academic Free License (AFL)	Deficient	04-01-12	C#	-
PlateGateway	http://sourceforge.net/projects/plategatewayqt	Academic Free License (AFL)	Deficient	26-07-14	C++	-
OpenALPR	https://github.com/openalpr	OpenSource	Molt Bona	25-05-16	C++	EU/US

Taula 4: Taula llibreries OCR, **openALPR** és la llibreria escollida.

3.3 Frameworks

Per a l'aplicació de gestió emmagatzematge dels accessos i infraccions, s'ha decidit treballar amb el framework de PHP [4] Laravel [2], ja que proporciona una implementació en MVC (Model Vista Controlador) molt intuïtiva amb un sistema de rutes RESTful, un sistema de plantilles (Blade) i Eloquent i un ORM per a la gestió de la base de dades. Per altra banda, també ofereix Artisan, una línia de comandes inclosa al framework que proporcionarà ajuda durant el desenvolupament de l'aplicació. Permet des de crear nous models, controladors, tests, així com també gestionar les migracions dels nostres models.

El desenvolupament es farà treballant tests unitaris PHPUnit [16]. Aquest permetrà millorar els resultats i la integració, com també facilitar els canvis i acotar errors. Per a algunes funcionalitats de l'aplicació s'utilitzaran llibreries externes, les que s'instal·laran amb el gestor de dependències Composer [1]. Aquest s'encarregarà d'instal·lar aquestes llibreries com les seves dependències. Serà utilitzat per exemple per instal·lar una llibreria per generar pdf (laravel-dompdf [3]) la que generarà el document de sanció final.

Es pot consultar els diferents frameworks que s'han tingut en compte a la Taula 5.

Frameworks	
Nom	Web
Symfony 2	Fremework molt complet, que proporciona un alt rendiment. Disposa d'una bona documentació i és ideal per a grans aplicacions però té una corba d'aprenentatge massa gran. Llicència MIT.
Phalcon	És un dels més ràpids gràcies a què està implementat en C. Al treballar en entorn de producció és necessari compilar les seves extencions i en cas de problemes s'haurà de debugar en C. Per altra banda té una corba d'aprenentatge considerable i no disposa d'una documentació tant completa. Llicència BSD.
CakePHP 3.0	Inclou components i helpers millorats respecte a les seves versions anteriors. Recentment ha millorat la gestió de sessions com també l'ORM i s'ha dotat de composer. Però es considera massa jove aquesta última versió. Llicència MIT.
Laravel	Disposa de bona documentació, una àmplia comunitat d'usuaris i cobreix les necessitats. Proporciona enrutament RESTful, permet oferir un codi fiable i ben testejat, ofereix un ORM per les comunicacions amb la base de dades i un bon motor de plantilles (blade). Llicència MIT.

Taula 5: Frameworks, **Laravel** és l'escollit.

4 Càmera IP AXIS M1124-E

És una càmera de vídeo de xarxa, fixe que cobreix una àmplia gamma d'aplicacions de vídeo vigilància. És lleugera (1,5Kg) i compatible amb alimentació a través d'Ethernet, cosa que simplificarà la instal·lació. Aquesta alimentació és proporcionada pel MIDSPAN AXIS T8120 15W. Es poden veure les especificacions i el pressupost de la càmera a l'Annex I i la facturació a l'Annex II.

4.1 Configuració càmeres

Per accedir a les configuracions de la càmera, aquesta proporciona un sistema de configuració amb un entorn web al què s'accedeix a través de la direcció IP assignada a la càmera en la nostra LAN. Consultar Figura 4. Des d'aquest entorn es pot configurar:

- Configuració bàsica: Inclou gestió usuaris, configuració TCP/IP, format data, configuracions format de transmissió de vídeo i enfocar la imatge.
- Vídeo: Es pot configurar la transmissió de vídeo, amb opcions de format, de reflexe d'imatge compressió i incloure data o text a la imatge. Permet també ajustar la càmera graduant els nivells de color i d'exposició.
- Configuració de la vista en directe: No s'utilitza.
- Detectores: Permet afegir detectors de moviment i manipulació de la càmera.
- Aplicacions: Permet instal·lar aplicacions proporcionades per AXIS que seran executades per la càmera.
- Events: Permet configurar regles d'acció segons unes condicions determinades, com ara activar visió nocturna, enviar alertes en cas de moviment.
- Grabacions: Permet gestionar les grabacions realitzades per la càmera. No se'n realitzen en el nostre cas.

Es comença a treballar amb l'aplicació proporcionada per AXIS; la càmera que detecta el moviment i transmet la imatge corresponent. Però es detecta que els resultats d'aquesta no són satisfactoris a l'hora de captació d'imatges de vehicles en moviment, ja que de vegades sí que detecta el moviment però la imatge transmesa no és correcta. Així que es descarta l'opció i es decideix treballar amb la llibreria OpenALPR que permet analitzar el vídeo en streaming. Així que s'acaba configurant la càmera perquè retransmeti les imatges en streaming.

A partir d'aquí es configura la càmera creant un nou usuari per accedir a les imatges i paral·lelament un segon per accedir a les opcions de configuració de la càmera, buscant així augmentar la seguretat. Per altra banda, s'activa un detector de moviment que, en cas de detectar una possible manipulació o sabotatge de la càmera, envia una alerta i es crea l'event per enviar aquesta informació com també un event que detecta la llum i inicia la visió nocturna si hi ha escassetat de llum.



Figura 4: Pantalla inici configuració càmera. Font [5].

4.2 Instal·lació de càmeres

Aquestes càmeres treballen amb alimentació proporcionada pels Midspan. Després de realitzar un anàlisis dels diferents portals on es col·locaran les càmeres, en un primer moment es decideix instal·lar-les a l'interior d'aquest a la part superior esquerra de l'arc de sortida del nucli antic per tal de minimitzar l'impacte visual i els possibles actes bandalics que puguin produir-se.

Es demana a l'Ajuntament la col·locació d'un punt de llum per poder connectar-les i així realitzar els testos definitius en la seva posició final. La instal·lació definitiva anirà supeditada als diferents resultats de test, com també a la finalització de l'obra civil d'instal·lació de fibra òptica que està en curs.

5 OpenALPR

És una llibreria open source per al reconeixement automàtic de matrícules, escrita en C++, i amb funcionalitats amb C#, Java, Node.js, Go i Python. Aquesta analitza les imatges/fotogrames de vídeo per identificar les plaques de matrícula. El resultat és una representació en text pla dels caràcters de la matrícula. Pot ser compilada en sistemes operatius Windows, Ubuntu Linux, Android i OS X.

5.1 Funcionament

OpenALPR funciona com una canalització (pipeline). L'entrada és una imatge o fotograma, el qual es processa i s'obté una llista amb les diferents opcions de lectura en format text pla com també el percentatge d'encert calculat.

5.1.1 Detecció

La fase de detecció es fa per cada imatge d'entrada. Es treballa amb l'algorisme LBP, per trobar possibles regions de matrícula (x, y, amplada, alçada). Aquest treballa amb anàlisis de textures i gràcies a la seva simplicitat de comput, facilita l'anàlisi d'imatges en temps real. Finalment cadascuna de les regions s'envia a la següents fases per al seu processament. Es mostra a la Figura 5.

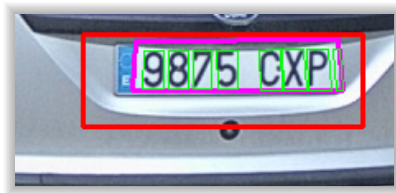


Figura 5: En vermell possible matrícula detectada. Font pròpia.

5.1.2 Binarització

Aquesta fase (i totes les fases posteriors) s'executen diverses vegades, una vegada per a cada possible regió de matrícula.

La fase de binarització crea múltiples imatges binàries per a cada regió de la matrícula detectada en el punt anterior. Amb això s'incrementen les opcions d'aconseguir una bona lectura. Si es treballa amb una sola imatge binaritzada es poden perdre caràcters si la imatge és massa fosca o massa clara. Per binaritzar s'utilitza el mètode Wolf-Jolien i Sauvola amb diversos paràmetres. Cadascuna de les imatges binaritzades es processaran en les fases següents.

5.1.3 Anàlisi de caràcters

Aquí s'intenta trobar regions de la mida del caràcter que li pertoca a la matrícula. Això es fa primer localitzant totes les taques «blobs» connectades a la regió de la matrícula. A continuació, busca taques que són aproximadament de l'amplada i l'alçada d'un caràcter de matrícula i estan en línia amb altres taques de mida similar.

Aquest anàlisi es realitza diverses vegades a la regió, de forma piramidal. Buscant primer caràcters petits, i a continuació caràcters més grans.

Si no es troba coincidència, aquesta opció no es tindrà en compte per als següents passos. En el cas que sí s'obtingui coincidència, la regió es guardarà per als següents processats. Tal com es pot veure a la Figura 6.



Figura 6: Podem veure remarcats zones amb possibles caràcters. Font pròpia.

5.1.4 Costats de la matrícula

En aquesta fase es busquen les vores de la matrícula. Com s'ha dit en el punt de detecció, aquesta només és responsable de la identificació d'una possible regió on pugui existir una matrícula. En aquest cas es tracta de trobar les vores més precises (inferior/superior/dreta/esquerra) de la matrícula.

El primer pas és trobar totes les línies Hough de la matrícula. `platelines.cpp` processa l'imatge i calcula una llista de línies horitzontals i verticals. Com es pot observar a la Figura 7.



Figura 7: En vermell es poden veure la llista de línies. Font pròpia.

Seguidament, `platecorners.cpp` utilitza aquesta llista, així com l'altura dels caràcters (calculat en l'anàlisi de caràcters) per tal de localitzar les vores més probables i així reduir el temps d'execució del següent pas. Es pot veure a la Figura 8.



Figura 8: Matrícula ja delimitada per les vores més probables. Font pròpia.

5.1.5 Deskew

En aquest punt es corregeix la inclinació i rotació de la matrícula per tal de donar un resultat ben orientat. Es treballa amb l'orientació de les línies hough detectades i corregint-ne la perspectiva. La imatge es pot veure corregida a la Figura 9.

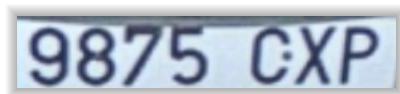


Figura 9: Imatge ja corregida. Font pròpia.

5.1.6 Segmentació de caràcters

Aquí es tracta d'aïllar tots els caràcters que comprèn la imatge de la matrícula. S'utilitza un histograma vertical per trobar forats en els caràcters de la placa. Es poden veure els caràcters aïllats i l'histograma a la Figura 10.

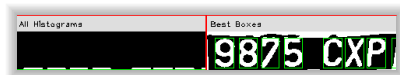


Figura 10: A l'esquerra es pot veure l'histograma i a la dreta els caràcters ja segmentats. Font pròpia.

Per altra banda, es netegen les zones amb taques petites i desconnectades, i es descarten regions de caràcters que no tenen la mida desitjada. Al mateix temps també s'eliminen vores que puguin donar falsos positius de caràcter.

5.1.7 OCR

El Reconeixement Òptic de Caràcters (OCR) analitza cada caràcter detectat independentment. Per a cada imatge de caràcter obtinguda, calcula tots els caràcters possibles donant el seus resultats possibles i el percentatge d'encert.

5.1.8 Post processat

Finalment, donada una llista de tots els possibles caràcters resultants de l'OCR, en aquesta fase es determina la millor combinació d'aquests. Aquí, també es tracta la validació per país si així està especificat en la configuració. Així, dels diferents resultats tindran major puntuació els que segueixin el patró especificat. Un exemple, en el cas de les matrícules espanyoles, seria el següent:

Patró: [Número][Número][Número][Número][Caràcter][Caràcter][Caràcter]

- 9875CXP
- 987TCXP
- 9875CX8

El primer element de la llista és el que millor coincideix amb el patró, per tant aquest seria el que obtindria millor puntuació.

5.2 OpenALPR Daemon (alprd)

La mateixa llibreria proporciona la possibilitat de monitoritzar les dades en streaming trameses per la càmera. Aquest és alprd, un procés que s'executa com un dimoni en Linux, i que utilitzant alpr, analitza cada frame i si detecta una matrícula, transmet els resultats a un altre servidor com a Json via HTTP posts.

5.2.1 Arquitectura

El funcionament d'alprd és el següent:

- L'stream d'imatges és constantment transmès des de la càmera IP com a MJPEG.
- Alprd processa l'stream tant ràpid com pot detectar una matrícula. Aquest descarta frames automàticament per tal de mantenir-se sincronitzat amb el temps real.
- Quan una o més matrícules són detectades, la informació s'emmagatzema en una cua beanstalkd com a dades JSON.
- De manera opcional, alprd també pot emmagatzemar la imatge com a JPEG en un directori configurable.
- Opcionalment, també es disposa d'un procés separat que obté les dades de la cua beanstalkd i que transmet aquests resultats JSON a un servidor HTTP remot a través de POSTs.

Dels dos possibles modes de treball d'alprd, es treballarà amb el mode en què els resultats obtinguts en JSON són retransmesos a un servidor HTTP l'adreça del qual s'ha configurat prèviament. Consultar Figura 11.

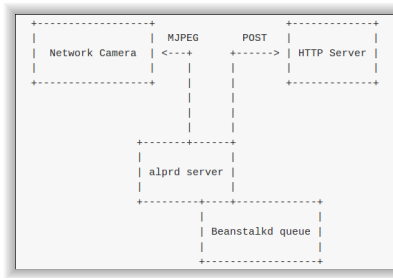


Figura 11: Podem veure un diagrama del funcionament escollit. Font `openalpr` [6].

5.2.2 Configuració

`Alprd` necessita com a mínim un stream per funcionar. Aquest simplement és una URL al stream `mpjpg`. Proporciona la possibilitat d'utilitzar múltiples fluxes transmesos per diferents càmeres. Cada corrent generarà un procés que intentarà utilitzar un nucli de CPU complet.

La configuració la realitzarem a través dels fitxers `openalpr.conf` on es podran modificar els diferents paràmetres de lectura de les imatges i `alprd.conf` on es modificaran els paràmetres del dimoni `alprd`. Aquests queden localitzats a `/etc/openalpr/`

- **openalpr.conf:** Es configuraran les diferents opcions com calibrar la càmera per millorar els resultats quan la tenim situada en algun angle *prewarp*. Per realitzar aquest calibrat treballarem amb la utilitat proporcionada `./openalpr-utils-calibrate` que permet millorar la detecció en casos en què la captura de la imatge ha estat realitzada des d'un cert angle. Es pot comparar els dos resultats en la Figura 12.



Figura 12: Es pot veure el resultat a l'esquerra sense calibrar i a la dreta amb el calibratge. Font pròpia.

Es pot també fixar una mida màxima de la matrícula respecte a la imatge, la resolució màxima, si treballa sobre CPU o GPU, assignar una mascara on la part negra serà ignorada i la blanca analitzada i, entre d'altres, també tindrem la possibilitat d'activar el debug dels diferents components per separat.

- **alprd.conf:** Es configuraran les diferents opcions, com ara assignar les direccions d'streaming (*stream*), el directori on s'emmagatzemaran les imatges resultants (*store_plates_location*) i la direcció del servidor a on s'envien els POSTs JSON (*upload_address*). L'identificador de càmera s'emmagatzemarà juntament amb els resultats en el JSON, numerats d'1 a n basat en l'ordre de declaració de l'adreça dels (*stream*).

6 Disseny aplicació

Per a dur a terme el projecte, com s'ha comentat es decideix treballar amb el framework de Laravel i es creu convenient treballar sobre una base de dades mysql ja que el volum de dades emmagatzemades a priori no ha de ser molt elevat i aquesta ens permetrà suficient velocitat i lleugeresa. Aquest modelat sorgeix de les necessitats que s'han anat recapitulant al llarg de les diferents reunions amb l'Ajuntament i tutors. Seguidament es mostren les tecnologies amb les que es decideix treballar en back-end *costat del servidor* i front-end *costat del client*:

Backend:

- Framework Laravel [2] PHP [4] per al processat i reenviat de peticions del client.
- Base de dades mysql [15] per l'emmagatzematge de dades.

Frontend:

- HTML [7] per al modelat de les vistes.
- jQuery [8] l'interacció amb el Dom, que ens permetrà afegir efectes i funcionalitats al costat del client.
- Ajax [13] per a interacció asíncrona amb el servidor sense necessitat de bloquejar ni recarregar la pàgina un cop s'obté la resposta.
- Bootstrap [14] per realitzar un disseny responsive.

6.1 Estructura general de Laravel

Laravel per defecte genera una estructura com la mostrada en la Figura 13. Tot seguit s'esmenten els trets més importants de cada element:

- **app**: Conté el codi base de l'aplicació: models, controladors, midelware, la gestió d'excepcions i gestió de rutes *routing*.
- **bootstrap**: No s'ha de confondre amb el framework de client, usat per obtenir un disseny responsive. Conté alguns fitxers per inicialitzar el framework així com per configurar la càrrega de les classes necessàries pel seu funcionament.
- **config**: Tant la configuració del framework com de l'aplicació es manté en aquest directori. Entre els fitxers més utilitzats es troben:
 - app.php: Es configura el llenguatge de l'aplicació, zona horària, providers i al·liases de les classes més comunes.
 - database.php : Aquí es configura el motor de base de dades al què ens connectarem.

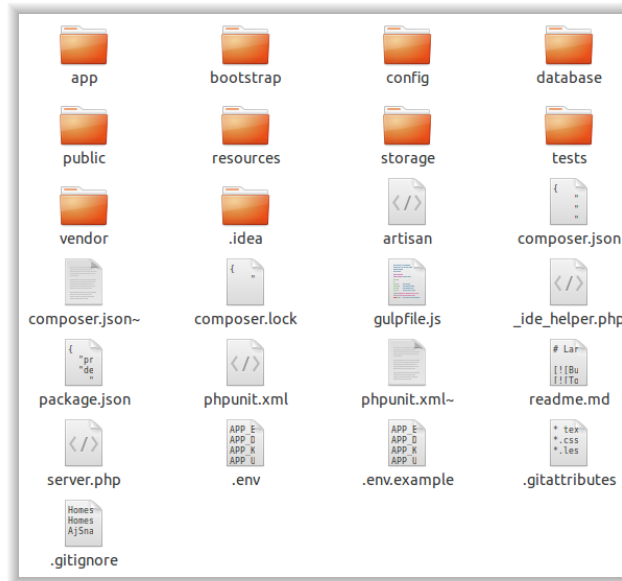


Figura 13: Estructura general generada per Laravel.

- **database:** S'hi emmagatzemen les migracions i pobladors de la base de dades.
- **public:** Conté el controlador de la part pública així com els diferents fitxers estàtics (Imatges, JavaScript, CSS, etc.).
- **resources:** Inclou les vistes de l'aplicació i arxius necessaris per al framework Bootstrap.
- **storage:** Conté les plantilles compilades de Blade, sessions, fitxers de cache i altres generats pel framework.
- **tests:** Conté els tests automatitzats generats per comprovar el correcte funcionament de l'aplicació. S'utilitza PHPUnit [16].
- **vendor:** Emmagatzema el codi propi del framework i les dependències. Es gestiona mitjançant Composer i artisan.
- **composer.json:** Fitxer utilitzat per Composer per a gestionar els paquets necessaris per a l'aplicació. S'hi pot especificar la versió de framework amb la que es treballa.
- **.env:** Aquest configura el mode en què s'executa l'aplicació (per defecte debug) i per altra banda s'hi configura la connexió a la base de dades i la connexió al servidor de correu electrònic.

6.1.1 MVC

En el següent diagrama s'exposa el funcionament general del MVC de Laravel utilitzada en AccesNucliAntic.

Com es pot veure a la Figura 14 s'exposa a continuació aquest funcionament:

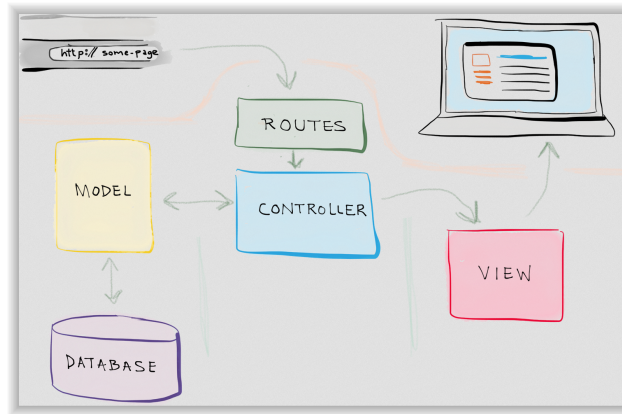


Figura 14: Diagrama de funcionament de MVC de Laravel. Font [selftaughtcoders](#).

- L'usuari interacciona amb la vista generant peticions *routes*.
- El gestor de rutes s'encarregarà de processar aquesta ruta i enviar al mètode de controlador que li correspon. En cas de no existir el mètode de controlador o la ruta mostraria un error.
- Seguidament el controlador executa la petició i en els casos necessaris utilitzarà el model, modificant o consultant la informació. El model és l'encarregat d'accedir a la base de dades i realitzar les consultes pertinents. El resultat és retornat al controlador el qual retorna la informació a la vista. En el cas de l'error mencionat, es mostrarà la vista corresponent d'error.
- La vista resultant rebrà els resultats del controlador i els mostrarà mitjançant l'ús de plantilles Blade, podent així l'usuari seguir interactuant amb la vista.
- Per altra banda, també s'accedeix al MVC de forma asíncrona utilitzant AJAX [13] seguint un funcionament similar però de forma asíncrona podent així l'usuari no sortir de la vista actual.

6.2 Base de dades

Com s'ha esmentat anteriorment, s'ha treballat amb el sistema de gestió de bases de dades relacional MySQL [15]. La interacció de l'aplicació amb aquest a través de Laravel es fa utilitzant l'ORM Eloquent proporcionat pel mateix framework. Cada taula de la Base de dades té un Model corresponent, el qual és utilitzat per a interactuar amb aquesta taula.

Un cop s'ha configurat la connexió a la base de dades a `config/database.php`, en el cas particular treballarem amb migrations `database/migrations/`, on es crearà un nou fitxer php per a cada taula que la defineix treballant amb programació orientada a objectes en lloc d'SQL, el que dóna la possibilitat de treball amb diferents motors de base de dades que suporta Laravel: MySQL, Postgres, SQLite, i SQL Server. Per crear l'esquelet de cada una de les migrations treballarem amb l'ajuda que ens

proporciona artisan executant la comanda *php artisan make:migration NomTaula*. Un cop generat aquest esquelet definim la taula segons les preferències especificades i es creen les diferents taules a la base de dades executant *php artisan migrate*.

6.2.1 Model relacional

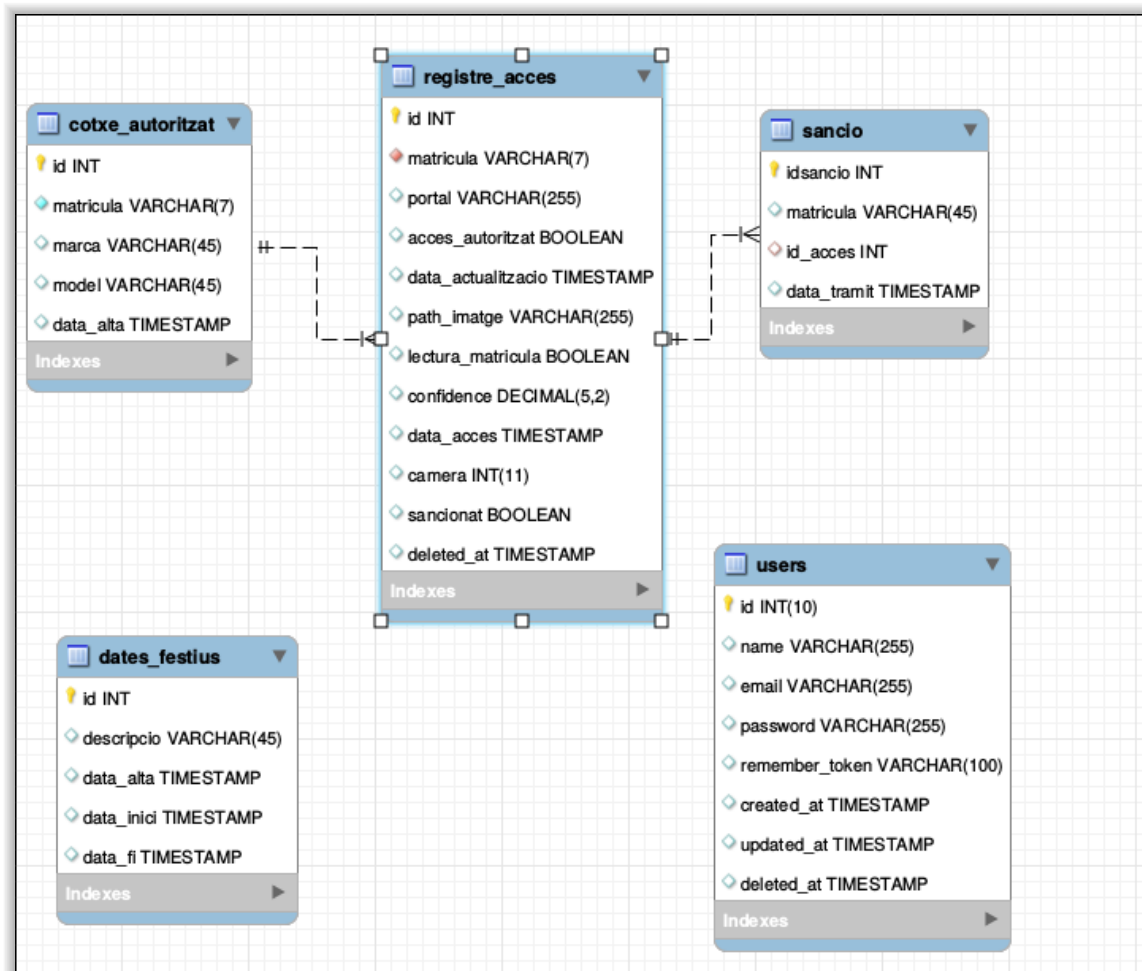


Figura 15: Model relacional gestió.

Com es pot observar les relacions existents són entre cotxe_autoritzat i registre_acces i per altra banda sancio i registre_acces. La primera relació anomenada, permet definir si l'accés té autorització o no i per tant concloure si ha de ser sancionat. Un cotxe autoritzat pot tenir N accessos. La segona permet definir si l'accés no autoritzat ha estat sancionat o no. Un accés pot tenir només una sanció. Per altra banda, tenim dates_festius i usuaris que no tenen relació directa amb les taules anteriors.

6.2.2 Explicació de les taules

- **cotxe_autoritzat**: Representa el cotxe que té permès l'accés els 365 dies de l'any. Aquest permís és atorgat pel mateix Ajuntament. Conté informació més o menys detallada del vehicle en qüestió. Està formada pels següents atributs:
 - id: Representa l'identificador de vehicle autoritzat.
 - matricula: Representa la matrícula del vehicle. Conté els números i lletres que la formen. No es contempla la lletra identificadora de regió.
 - marca: Representa la marca del vehicle. Actualment no és utilitzat aquest paràmetre en l'aplicació. Pot ser nul.
 - model: Representa el model del vehicle. Actualment no és utilitzat aquest paràmetre en l'aplicació. Pot ser nul.
- **registre_acces**: Representa l'accés d'un vehicle a la zona controlada. Conté informació detallada de cada accés. Està formada pels següents atributs:
 - id: Representa l'identificador d'accés.
 - matricula: Representa la matrícula del vehicle que ha accedit a la zona controlada. Conté la lectura realitzada per openalpr.
 - portal: Representa el portal pel qual s'ha realitzat l'accés en qüestió.
 - acces_autoritzat: Representa l'autorització o no de l'accés. False si no té permís i True si el té.
 - data_actualitzacio: Data i hora en què s'ha actualitzat algun valor de l'accés. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss. Permet registrar modificacions indegudes.
 - path_imatge: Representa el directori on s'emmagatzema la imatge d'accés.
 - lectura_matricula: Representa la lectura correcta o incorrecta de la matrícula segons el patró. False si la lectura es considera incorrecta i True si es considera correcta.
 - confidence: Percentatge d'encert de la lectura proporcionat per openalpr.
 - data_acces: Data i hora en què s'ha registrat l'accés. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss. Aquesta informació és extreta de la informació proporcionada per openalpr.
 - sancionat: Representa la tramitació o no de sanció per a l'accés en qüestió. False si no està sancionat i True si ho està.
 - deleted_at: Representa la data en què un accés ha estat eliminat ja que l'aplicació permet eliminar possibles accessos duplicats o erronis. Es considera necessari no eliminar definitivament els accessos, sinó que es marcan com eliminats. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
- **sancio**: Representa una sanció tramitada per l'usuari. Conté informació del moment en què s'ha tramitat la sanció i l'accés a què correspon.

- id: Identificador de sanció.
 - matricula: Representa la matrícula del vehicle sancionat.
 - id_acces: Representa l'identificador d'accés que ha resultat sancionat.
 - data_tramit: Data en què es tramita la sanció. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
- **dates_festius:** Conté informació detallada del període considerat com a festiu en què l'accés és restringit. Està formada pels següents atributs:
 - id: Identificador del període de festius.
 - descripcio: Descripció del període de festius.
 - data_alta: Data en què es dona d'alta el període. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
 - data_inici: Data d'inici del període considerat festiu. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
 - data_fi: Data de fi del període considerat festiu. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
- **users:** Conté la informació de l'usuari de l'aplicació. Aquesta està formada pels següents atributs:
 - id: Identificador de l'usuari.
 - name: Representa el nom de l'usuari.
 - email: Representa el mail de l'usuari. Necessari per a identificar-se.
 - password: Representa la contrasenya de l'usuari. Necessari per a identificar-se.
 - remember_token: Atribut que conté el token que servirà perquè el sistema identifiqui i recordi les dades de sessió i aquesta es mantingui oberta.
 - created_at: Representa la data en què l'usuari és donat d'alta. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
 - updated_at: Representa la data en què l'usuari ha estat actualitzat. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.
 - deleted_at: Representa la data en què l'usuari ha estat eliminat. El format és aaaa-mm-dd hh:mm:ss.

6.3 Estructura aplicació AccesNucliAntic

L'aplicació de gestió i consulta amb la qual el client interaccionarà amb el sistema disposa d'un conjunt de funcionalitats les quals només en pot fer ús l'usuari correctament registrat:

- **Identificació i Alta:** Permet a l'usuari accedir a l'aplicació i donar d'alta a nous usuaris.
- **Afegir vehicle autoritzat:** Permet donar d'alta o de baixa, vehicles amb autorització.
- **Accessos:** Mostra els accessos totals paginats en grups de 15. Permet eliminar els que es consideren no vàlids. La informació mostrada per cada accés és el portal pel qual s'ha realitzat l'accés, el valor de la matrícula, la data d'accés i la imatge la qual pot ser ampliada per millorar la visió de la matrícula.
- **Accessos per confirmar:** Mostra els accessos amb alguna deficiència de lectura de matrícula validada utilitzant expressions regulars. Només mostrarà els accessos marcats com a lectura incorrecta i paginats en grups de 10. Permet també acceptar un accés marcat com erroni o eliminar-lo. La informació mostrada per cada accés és el valor de la matrícula, la data d'accés i la imatge la qual pot ser ampliada per millorar la visió de la matrícula en ser confirmada.
- **Accessos no autoritzats:** Llista els accessos que compleixen l'estàndard i que han accedit en un període restringit sense autorització i paginats en grups de 10. Permet autoritzar un accés irregular, marcar com a error de lectura, eliminar l'accés o iniciar el tràmit per a sancionar generant un PDF per a ser entregat a l'autoritat pertinent encarregada dels tràmits. La informació mostrada per cada accés és el valor de la matrícula, la data d'accés i la imatge la qual pot ser ampliada per millorar la visió de la matrícula.
- **Calendari festius:** Dóna l'opció d'afegir períodes en què es restringeix l'accés. Permet també eliminar períodes afegits per error.
- **Plana de benvinguda:** Mostra un menú general amb comptadors d'accés i una guia general d'ús.

Cada una de les funcionalitats esmentades és gestionada per un controlador propi i la vista corresponent.

6.3.1 App

Els elements més destacats són:

- **Http:** Conté els controladors, midelware i rutes.
 - **Controllers:** Conté cada un dels controladors de l'aplicació.

- Middleware: Conté els mecanismes per filtrar les peticions http de l'aplicació. Controla l'autenticació d'usuari i es verifica el CSRF token.
- routes.php: Estableix la relació entre la ruta i el mètode del controlador a executar.
- **Exceptions:** Tracta les excepcions llançades per l'aplicació i les redirigeix a una vista d'error.
- **Fitxers.php:** Són cada un dels models amb què treballa l'aplicació en l'interacció amb la base de dades.

En el cas concret dels controladors, se'n disposa d'un per a cada funcionalitat de l'aplicació. Tots ells depenen de l'autenticació de l'usuari mitjançant el middleware proporcionat pel framework:

- **Auth:** Conté els controladors que gestionen l'autenticació i gestió d'usuaris.
- **Controller.php:** Classe abstracta de la qual hereten la resta de controladors.
- **CalendariFestiusController.php:** Conté els mètodes per llistar les dates ja inserides a l'aplicació, inserir un període de dates rebut o eliminar-ne un.
- **ConfirmarMatriculesController.php:** Inclou els mètodes per a llistar els accessos pendents de confirmar paginats en grups de 10, actualitzar el valor de la matrícula segons la informació des del client segons l'id d'accés, esborrar un accés o actualitzar un accés marcat com a lectura errònia com a correcte.
- **LlistatAccessosController.php:** Llista tots els accessos emmagatzemats, paginats de 15 en 15.
- **NewAccesController.php:** Conté el mètode per a inserir un nou accés amb la informació proporcionada per openalpr. Aquesta és analitzada i emmagatzemada segons els resultats obtinguts. Es busca filtrar si l'accés disposa d'imatge, si no és així, es descarta. Controla que l'accés disposi de la informació necessària, validant prèviament que no es tracti d'un accés duplicat, que la lectura de la matrícula ha estat correcta mitjançant expressions regulars que confirmen el format de matrícula esperat, i finalment, si l'accés és en dia festiu o cap de setmana.
Un cop es disposa de la informació es procedeix a emmagatzemar l'accés. Si se'n detecta un des del mateix punt d'accés i amb una diferència de temps inferior als 3 segons de l'anterior, es tractarà com a accés duplicat.
- **NewAutoritzacioController.php:** Conté els mètodes per llistar els vehicles autoritzats i afegir o eliminar un nou vehicle autoritzat.
- **SancioController.php:** Inclou mètodes per a llistar els accessos pendents de sancionar, com també per a marcar cada un d'aquests com a error de lectura o com a autoritzat, actualitzant-ne els valors emmagatzemats. Finalment permet generar un PDF amb la informació necessària per a tramitar la sanció.

Per generar aquest PDF es treballa amb el paquet DOMPDF [3] que permet interpretar l'HTML i CSS i generar documents PDF amb base a aquests llenguatges.

- **UsersController.php**: Mètode per eliminar usuaris.
- **WelcomeController.php**: Inclou el mètode per a comptar els accessos registrats a la base de dades. Tant els accessos totals, com també els accessos que estan pendents de confirmar i els que estan pendents de sancionar.

6.3.2 Public

Són els recursos estàtics proporcionats per l'aplicació. Totes les llibreries utilitzades són emmagatzemades en local, ja que no hi ha seguretat de què, en la implementació final el servidor, tingui accés a internet. Conté els següents elements:

- **css**: Conté les diferents fulles d'estils utilitzades.
- **datePicker**: Conté les diferents llibreries utilitzades per formatar i interactuar amb el calendari.
- **imatges**: Imatges estàtiques utilitzades en l'aplicació.
- **js**: Inclou els fitxers JavaScript, el propi de l'aplicació *funcions.js* i els de diferents llibreries utilitzades.
- **json**: En la fase de test emmagatzema els json dels Posts rebuts des d'Openalpr.
- **index.php**: Controlador front-end responsable de carregar i executar l'aplicació.
- **robots.txt**: Utilitzat per indicar als robots quines pàgines han de consultar i quines no. En el cas que ens comporta no s'utilitzen, ja que l'aplicació no serà pública.

6.3.3 Views

S'ha treballat amb un sistema de vistes amb plantilles Blade i amb interacció amb el DOM i gestió d'events mitjançant la llibreria de javascript, JQuery [8]. S'han utilitzat alguns pluggins de jQuery com *elevatezoom* [9] per a ampliar una part de la imatge i així comprovar el valor de la matrícula de forma visual, *popupoverlay* [10] per a mostrar missatges guia en la interacció amb l'aplicació, *tablersorter* [11] per donar la funcionalitat d'ordenació a les taules de mostratge d'accessos i *Dtepicker* [12] que proporciona un calendari interactiu i personalitzable on es poden seleccionar dates i associar-les a elements HTML com a entrades de formulari. Per altra banda, també es treballa amb *ajax* [13] per actualitzar el contingut de forma asíncrona sense necessitat de recarregar el contingut de la pàgina constantment.

- **auth:** Inclou les vistes que permeten interactuar amb els formularis d'autenticació i gestió d'usuaris.
- **errors:** Conté les diferents pàgines d'error llançades pel Handler en detectar una excepció. Principalment s'hi mostra un resum d'error i un contacte de manteniment.
- **layouts:** Conté la pàgina base o plantilla de tota la resta *app.blade.php*. Inclou les parts comunes per a cada una de les vistes, com barres de navegació i menús i peu de pàgina.
- **partials:** Conté les llibreries css *llibreriesCss.blade.php* i JavaScript *llibreriesJs.blade.php*, com també un menú comú a totes les vistes excepte la que es presenta a continuació.
- **welcome.blade.php:** Vista de benvinguda a l'aplicació. Mostra un menú d'accés a les diferents funcionalitats com també algunes estadístiques d'accés.
- **altaAutoritzacio.blade.php:** Mostra el formulari d'alta de nous vehicles autoritzats, com també els llista i permet eliminar.
- **accessos.blade.php:** Vista que permet consultar tots els accessos realitzats i eliminar els que es considerin incorrectes.
- **confirmacioMatricula.blade.php:** Mostra tots els accessos marcats amb algun error de lectura i que, per tant, han de ser confirmats visualment. Conté un formulari on s'introdueix el valor correcte de matrícula obtingut visualment per l'usuari. Permet ampliar la imatge d'accés per tal de visualitzar millor la matrícula. Dóna també l'opció de donar una lectura com a bona o eliminar un accés en concret.
- **sancio.blade.php:** Mostra tots els accessos considerats il·legals, i que per tant han estat emmagatzemats com a tals. Permet crear el PDF de tràmit, també permet autoritzar, marcar com a error de lectura o eliminar cada un dels accessos mostrats.
- **festius.blade.php:** Permet afegir o eliminar períodes de dates que són considerats com a festius i per tant l'accés està restringit. Consta d'un formulari on s'afegeix el període entre dues dates i el nom que se li dóna a aquest període.

6.3.4 Tests

Al llarg del desenvolupament de l'aplicació es treballa amb tests unitaris, aprofitant el suport proporcionat per Laravel i PHPUnit [16]. Aquests permeten la detecció precoç d'errors, executant jocs de tests programats anteriorment que marquen el resultat que ha de donar la unitat a testejar. PHPUnit utilitza les assertions per a verificar que el comportament de la unitat analitzada és l'esperat.

Amb aquestes proves unitàries, es poden aïllar les diferents parts del programa i confirmar que cada una per separat té un funcionament correcte, permetent així

acotar els possibles errors i confirmar que si totes les parts unitàries funcionen correctament, també ho ha de fer el seu conjunt.

- **CalendariFestiusControllerTest.php:** Comprova que la introducció de dates retorni el resultat esperat.
- **NewAccesControllerTest.php:** Controla que s'obtingui la resposta correcta en rebre per POST el json corresponent enviat per openalpr i que el total d'accessos registrats és correspongui a l'esperat, prenent la taula d'accessos com a buida com a estat inicial. Testeja també la validació de matrícula i l'accés duplicat. Els json de test han estat obtinguts en diferents sessions de test de l'aplicació.
- **ConfirmarMatriculesControllerTest.php:** Comprova que el número d'accessos a confirmar es correspongui amb l'esperat, que la matricula s'actualitzi correctament, que funcioni correctament el marcatge d'accés com a correcte i que s'eliminin els accessos desitjats.
- **LlistatAccessosControllerTest.php:** Es comprova que els accessos llistats es corresponguin amb el paginatge definit en el controlador.
- **NewAutoritzacioControllerTest.php:** Controla que s'afegeixi correctament un nou vehicle amb autorització i que es llistin correctament.
- **SancioControllerTest.php:** Es controla que funcioni correctament la sanció d'un vehicle, i que aquest accés quedi emmagatzemat a la taula de sanció. Paral·lelament es comprova el correcte funcionament de l'autorització accessos i marcatge com a error de lectura.
- **WelcomeControllerTest.php:** Es comprova el correcte funcionament dels comptadors d'accessos segons els resultats esperats.

Per altra banda, també s'han testejat cada un dels models per separat per comprovar el seu correcte funcionament.

7 Proves i resultats obtinguts

Durant el transcurs del projecte s'han anat provant les diferents llibreries utilitzades com el desenvolupament realitzat per tal de comprovar-ne el correcte funcionament. Inicialment, per realitzar les primeres proves de la llibreria OpenALPR i a falta de disposar de les càmeres, es realitzen unes primeres captures amb una càmera portàtil a cada un dels portals on hi haurà la instal·lació. Podem veure aquestes proves a l'apartat 7.1.

Per altra banda, al realitzar els tests i diferents treballs de desenvolupament, a l'espera de la instal·lació de fibra òptica, es decideix per treballar amb una xarxa Lan de prova. Aquesta és muntada amb un router de Telefònica (Home Station ADSL ASL-26555) el qual s'ha instal·lat temporalment al portal corresponent en els temps de tests.

7.1 Tests inicials OpenALPR

Inicialment, s'ha testejat la llibreria OpenALPR per tal de demostrar que aquesta és adequada per gestionar els casos que ens afecten. Per realitzar aquest test, s'han capturat una sèrie de fotografies amb una càmera manual de 8Mpix i s'han testejat amb la llibreria sense modificar paràmetres de configuració, obtenint els resultats mostrats a les figures següents. Cal esmentar que les imatges mostrades en tot aquest projecte han estat majoritàriament retallades a excepció de les realitzades amb el vehicle particular per tal de complir amb la Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal [19].



Figura 16: Tests openalpr més significatius amb resultat correcte. Font pròpia.

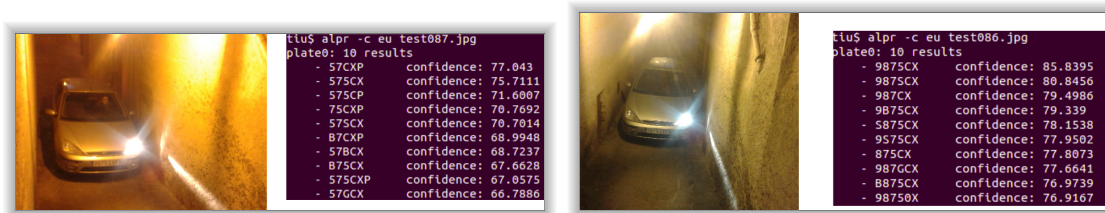


Figura 17: Tests openalpr més significatius amb resultat millorable causat per l'angle de captura. Font pròpia.



Figura 18: Tests openalpr més significatius amb resultat incorrecte. Font pròpia.

Es pot comprovar que els resultats són satisfactoris quan la imatge té suficient resolució i l'angle en què està capturada no és gaire elevat. Figura 16. Com més s'eleva l'angle pitjors resultats s'obtenen com es pot comprovar en la Figura 17, arribant a perdre la detecció tal com es veu en la Figura 18.

Després d'aquest test inicial es decideix acceptar la llibreria com a bona, esperant millorar els resultats obtinguts un cop configurada correctament i amb la captura d'imatges amb la càmera definitiva dissenyada per aquest tipus d'anàlisis científics d'imatges.

Els resultats obtinguts en tots els tests següents el percentatge s'han arrodonit als dos decimals. A la Taula 6 es mostren els resultats d'un mostratge de 38 fotografies.

Resultats test inicial		
Concepte	Percentatge	Núm. Imatges
Lectures bones	39,47%	15
Lectures amb errors on els resultats no són del tot satisfactoris	18,42%	7
Lectures errònies on no es detecta cap matricula	42,11%	16

Taula 6: Resultats obtinguts en el test inicial de les 38 imatges capturades.

Un cop es disposa de les càmeres, es comença a testejar openalpr mitjançant la captura d'imatges des de les càmeres ja configurades correctament. Es poden veure els resultats a la Taula 7 .

Resultats test inicial amb càmera Axis M1124-E		
Concepte	Percentatge	Núm. Imatges
Lectures bones	65,79%	25
Lectures amb errors on els resultats no són del tot satisfactoris	13,16%	5
Lectures errònies on no es detecta cap matrícula	21,05%	8

Taula 7: Resultats obtinguts en el test amb 38 imatges capturades.

En aquesta primera fase no es modifica la configuració d'openalpr per corregir l'angle de captura, però tot i així s'obtenen uns bons resultats, amb un domini clar de les lectures correctes (Figura 19), tot i que encara s'obtenen 8 resultats totalment erronis on no es detecta la matrícula.



Figura 19: Tests openalpr més significatius amb càmera Axis. Resultats satisfactoris. Font pròpia.

La causa d'aquestes males lectures es pot veure exemplificat a la Figura 21 on es veu a la imatge de l'esquerra, la caixa que marca la matrícula no està del tot centrada amb aquesta. Finalment a la Figura 20 openalpr no detecta cap matrícula.

Com es pot comprovar, es milloren els percentatges d'encert respecte al test anterior, sent ara ja majoritari el percentatge d'encerts. Seguidament es procedeix a modificar la configuració d'openalpr per tal de corregir els graus des d'on es captura la imatge, obtenint els resultats mostrats a la Taula 8.



Figura 20: Tests openalpr més significatius amb càmera Axis. Resultat erroni. Font pròpia.



Figura 21: Tests openalpr més significatius amb càmera Axis. Resultat erroni. Font pròpia.

Resultats test inicial amb càmera Axis M1124-E		
Concepte	Percentatge	Núm. Imatges
Lectures bones	78,95%	30
Lectures amb errors on els resultats no són del tot satisfactoris	18,42%	7
Lectures errònies on no es detecta cap matrícula	2,63%	1

Taula 8: Resultats obtinguts en el test amb 38 imatges capturades amb angle corregit des de openalpr.

D'aquests resultats es pot veure que aquests han millorat en corregir l'angle, quedant quasi menyspreables els errors de detecció, i quedant algun error de lectura que s'espera poder reduir pel fet de la limitació d'orientació que produeix l'accés per un portal de dimensions restringides en comparació amb aquests tests realitzats en una zona amb espai obert, on el vehicle pot entrar amb diferents angles respecte a la càmera, difícils de corregir.

Com es pot veure a la Figura 22, en el primer cas s'ha corregit l'angle de captura tal com es veu a la figura 23 i el resultat és satisfactori, en contra la segona imatge de la Figura 22 in el prewarp és nul, no es detecta la matrícula.

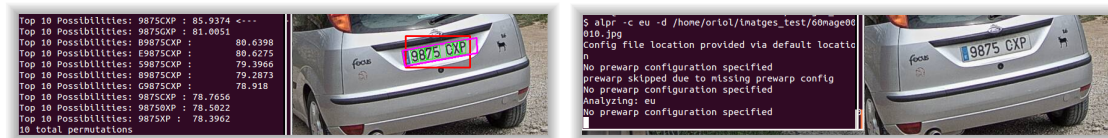


Figura 22: Comparació lectura sense corregir angle de captura i amb angle corregit.



Figura 23: Imatge corregida amb prewarp.

7.2 Tests alprd

Un cop s'obtenen els resultats satisfactoris amb openalpr, es procedeix a testejar el funcionament del dimoni alprd. En un primer moment es treballa amb una primera beta de l'aplicació que s'anirà actualitzant incorporant les millores detectades a cada test.

Els tests es realitzen en dues situacions diferents.

- **Situació 1, Camp proves:** Localitzada en un camp de proves on es pot transitar tranquilament i on es munta una instal·lació provisional de la càmera amb connexió amb el servidor per cable ethernet.
- **Situació 2, Portal del Puit:** Localitzat en el punt d'emplaçament real de la càmera, però amb connexió amb el servidor a través de wifi la qual no té gaire bona cobertura. Per altra banda el trànsit és lliure cosa que comporta alguns problemes d'infraestructura.

Resultats tests al camp de proves						
Ref.	Accessos				Lectures	
	Reals	Registrats	No detectats	Detectats	Error	Correcta
Test 1	6	6	0%	100%	33,33%	66,67%
Test 6	20	18	10%	90%	10%	80%
Test 7 (nit)	19	14	26,32%	73,68%	15,79%	57,89%

Taula 9: Resultats obtinguts menyspreant accessos repetits dintre un període de 3 segons. Font pròpia.

La Taula 9 mostra els resultats dels tests realitzats al camp de proves analitzant el sistema final on ja queden filtrats els accessos repetits produïts en un marge inferior a 3s. Aquests s'acosten més a l'ideal i consten de menys errors de lectura. Es pot apreciar la millora al llarg del desenvolupament amb la diferència entre els resultats del Test 1 realitzat inicialment i el Test 6 realitzat amb l'aplicació donada per tancada.

Resultats tests al Portal del Puit							
	Accessos				Lectures		
Ref.	Reals	Registrats	No de- tectats	Detectats	Error	Correcta	No img
Test 2	-	25	-	-	48%	52%	7
Test 3	-	9	-	-	55,56%	44,44%	5
Test 4	33	30	9,09%	90,91%	6,06%	84,85%	17
Test 5	6	6	0%	100%	33,33%	66,67%	-

Taula 10: Resultats obtinguts menyspreant accessos repetits dintre un període de 3 segons. Font pròpia.

Com es pot veure a la Taula 10 els Tests 2 i 3 no disposen de dades d'accessos reals i per tant tampoc es disposa de comparativa de detectats i no detectats. Això és causat per la impossibilitat de comptabilitzar l'accés real en primera persona. Tot i així, sí que es mostren els resultats de lectura que poden ser correctament analitzats. Es pot veure que en ajustar les configuracions s'ha aconseguit millorar les lectures correctes arribant fins a un 66,67% a l'últim test, tot i que amb pocs registres de mostra.

Per altra banda, es pot veure que els Tests 2, 3 i 4 tenen registres que no disposen d'imatge. Això és causat per la baixa qualitat de la connexió que s'utilitza en aquest muntatge provisional.

En el cas del Test 5, es realitza una instal·lació diferent connectant directament amb cable ethernet i es comprova que el problema anterior era causat per la connexió deficient. Aquest disposa de pocs registres a causa de les males condicions personals en què s'estava captant aquests.

Per altra banda, es fan proves nocturnes com es pot veure en el Test 7, les quals només es realitzen al camp de proves i estan destinades bàsicament a comprovar la qualitat de lectura. Els resultats d'aquests difereixen una mica més de l'ideal degut principalment a la manca d'il·luminació. S'espera que en la instal·lació definitiva es puguin corregir aquests aspectes amb l'ajuda de la il·luminació incorporada al mateix portal.

En realitzar l'estudi sobre el sistema de lectura correcta, podem veure que l'algorisme, en major part, filtra correctament la lectura. Els casos en què no aconseguim filtrar correctament l'error de lectura són causats pel resultat obtingut, el qual també compleix un patró normal de matrícula Taula 11.

Anàlisi detecció error de lectures				
	Accessos	Lectures		
Ref.	Registrats	Correcta segons aplicació	Correcta real	% Encert
Test 1	6	4	3	75%
Test 2	25	13	13	100%
Test 3	9	4	4	100%
Test 4	30	28	23	82,14%
Test 5	6	4	3	75%
Test 6	18	16	14	87,5%
Test 7	14	11	11	100%
Total	108	80	71	88,75%

Taula 11: Anàlisi de sistema de detecció d'error a la lectura de matrícula. Font pròpia.

Si no s'aplica el filtratge de 3 segons d'accés, com es pot veure a la Taula 12, apareixen molts registres duplicats que no són d'utilitat i poden comportar problemes per a l'usuari com també una gran pèrdua de temps en fer el filtratge manual. Per aquesta taula no s'ha tingut en compte el Test 7, ja que aquest no es considera adient per a la comparació perquè ha estat encarat bàsicament a testejar el correcte funcionament de la lectura i no s'ha tingut en compte un funcionament normal.

Anàlisi detecció accessos duplicats						
	Accessos control 3s			Accessos sense control		
Ref.	Registrats	Repetits marge 3s	Encert	Registrats	Repetits sense control	Encert
Test 1	6	0	100	21	15	28,57%
Test 2	25	2	92	37	12	67,57%
Test 3	9	0	100	19	10	47,37%
Test 4	30	1	96,67	80	50	37,5%
Test 5	6	0	100	12	6	50%
Test 6	18	0	100	72	52	27,78%
Total	94	3	96,81	241	216	39,83%

Taula 12: Anàlisi de repetició d'accessos. Font pròpia.

7.3 Tests aplicació

Durant el transcurs del projecte, s'han realitzat reunions periòdiques amb l'Ajuntament per mantenir un seguiment del transcurs del mateix, així com, realitzar tests d'usabilitat de l'aplicació un cop el desenvolupament d'aquesta s'inicia, per tal de poder afegir escaladament les diferents necessitats.

Es fa una primera reunió on es disposa d'una primera versió de l'aplicació per testejar i d'algunes dades emmagatzemades, Figura 24. Al final d'aquesta, es considera oportú afegir una diferenciació amb colors per als accessos amb autorització i els pendents de sanció. Per altra part, es demana des de l'Ajuntament afegir un camp per tal de mostrar el portal des d'on es realitza l'accés i es desestima l'opció de tenir accés a la càmera en directe.

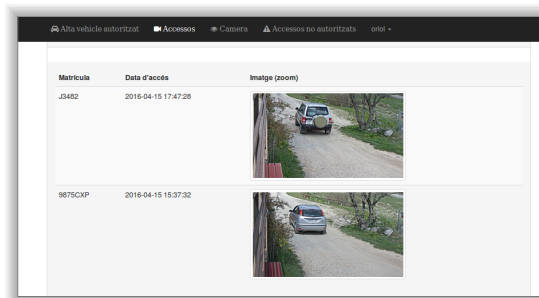


Figura 24: Test mostratge inicial dels accessos *data 15-05-2016*. Font Pròpia.

Per aquesta segona reunió 25 s'han aplicat les modificacions suggerides i s'han implementat les funcionalitats de corregir lectures incorrectes. Com a resultat, es conclou que els registres haurien d'estar paginats per així fer més senzill per a l'usuari la cerca d'un accés concret. A més a més, l'usuari ha de poder marcar lectures correctes com a incorrectes i accessos pendents de sancionar com a autoritzats. Finalment es defineix el protocol d'accés quedant establert que en caps de setmana o períodes de dies festius, només podran accedir els vehicles amb autorització.

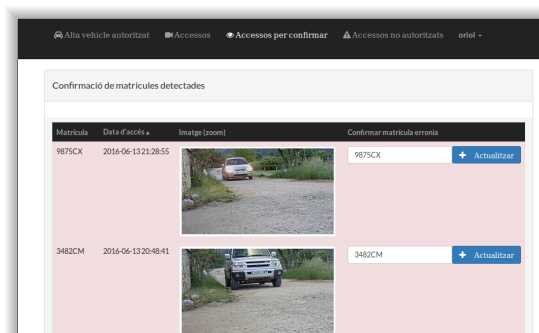


Figura 25: Colors diferents i portal d'accés.

En aquesta tercera reunió es realitza també un test d'usabilitat 7.3.1 amb totes les funcionalitats ja implementades. D'aquest se'n conclou que l'aplicació està correcta però cal afegir missatges de confirmació en realitzar les diferents tasques de modificació de registres. També es detecten dificultats per accedir a la vista de benvinguda des d'on es poden veure els diferents comptadors.

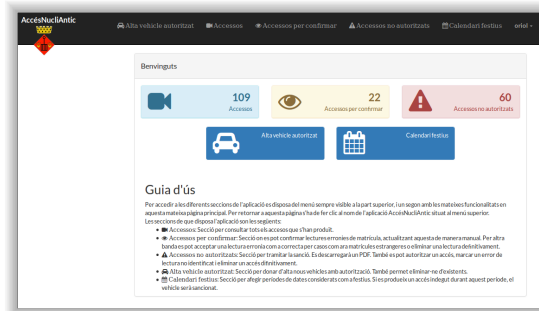


Figura 26: Incorporació d'una vista de benvinguda amb guia usuari.

Es solucionen els diferents problemes d'usabilitat detectats a la darrera reunió, afegint els comptadors sempre visibles en un menú a l'esquerra de la pantalla. Aquests també serveixen d'accés a la vista corresponent ja que en el test es veu que l'usuari té tendència a utilitzar-los com a menú. A més a més, s'afegeixen els missatges de confirmació com es pot veure a la Figura 27.

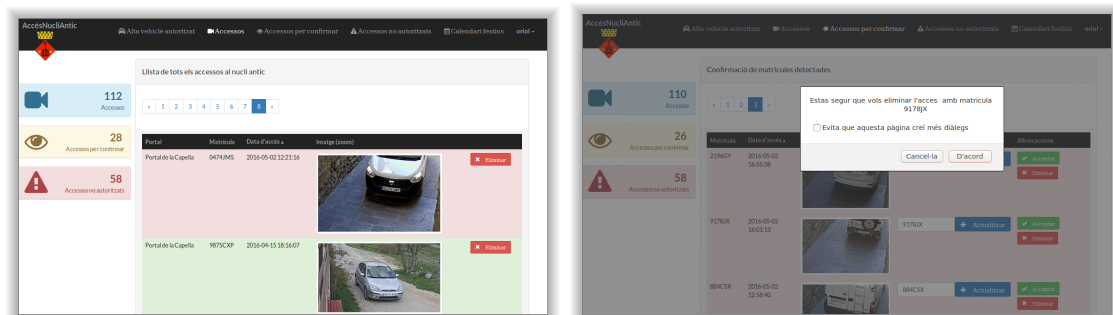


Figura 27: Missatges de confirmació al accionar les diferents funcionalitats i menú contador d'accessos a l'esquerra de la pantalla.

7.3.1 Tests usabilitat

El test s'ha realitzat a dos membres de l'Ajuntament. **Usuari 1:**

- Crea un usuari nou.
Realitzat satisfactòriament.
- Sanciona l'accés amb matrícula 9875CXP realitzat a l'hora "X".
Accedeix per menú vista benvinguda.

- Sanciona l'accés amb matrícula "X" realitzat a l'hora "X".
Apareix uns erros en sancionar un vehicle concret. No confirma que la lectura és correcta i sanciona directament.
- Autoritza l'accés amb matrícula "X" realitzat a l'hora "X".
Realitzat satisfactòriament.
- Elimina l'accés duplicat amb matrícula "X".
Realitzat satisfactòriament.
- Marca com a error de lectura l'accés pendent de sancionar amb matrícula "X".
Realitzat satisfactòriament.
- Confirma la lectura incorrecta realitzada a l'hora "X".
Realitzat satisfactòriament.
- Afegeix i elimina un nou vehicle autoritzat.
Realitzat satisfactòriament.
- Elimina el període de festiu "X".
Realitzat satisfactòriament.
- Restringeix l'accés tot el mes d'agost.
Té dificultats al seleccionar el rang de dates.
- Quants accessos hi ha registrats?
No recorda que a la vista de benvinguda hi ha els comptadors.
- Quants accessos no autoritzats?
Realitzat satisfactòriament.
- Quantes lectures errònies?
Realitzat satisfactòriament.
- Tanca sessió.
Realitzat satisfactòriament.
- Accedeix amb el teu usuari.
Realitzat satisfactòriament.
- Ordena els accessos visibles segons el valor de la matrícula.
Realitzat satisfactòriament.

Usuari 2:

- Crea un usuari nou.
Té tendència a fer-ho des de la vista de login. De seguida se'n dona compte. Realitzat satisfactòriament.

- Sanciona l'accés amb matrícula 9875CXP realitzat a l'hora "X".
Accedeix per menú vista benvinguda.
- Sanciona l'accés amb matrícula "X" realitzat a l'hora "X".
No confirma que la lectura és correcta i sanciona directament.
- Autoritza l'accés amb matrícula "X" realitzat a l'hora "X".
Actualitza amb un valor incorrecte i no se'n dóna compte.
- Elimina l'accés duplicat amb matrícula "X".
Realitzat satisfactòriament. Creu necessari un missatge de confirmació.
- Marca com a error de lectura l'accés pendent de sancionar amb matrícula "X".
Realitzat satisfactòriament. Creu necessari un missatge de confirmació.
- Confirma la lectura incorrecta realitzada a l'hora "X".
Realitzat satisfactòriament. Creu necessari un missatge de confirmació.
- Afegeix i elimina un nou vehicle autoritzat.
Realitzat satisfactòriament. Inicialment afegeix la matrícula en minúscules. En mostrar camp en vermell es dóna compte de l'error. En eliminar, creu necessari un missatge de confirmació.
- Elimina el període de festiu "X".
Realitzat satisfactòriament.
- Restringeix l'accés tot el mes d'agost.
Realitzat satisfactòriament.
- Quants accessos hi ha registrats?
No té clar com accedir als comptadors.
- Quants accessos no autoritzats?
Realitzat satisfactòriament.
- Quantes lectures errònies?
Realitzat satisfactòriament.
- Tanca sessió.
Realitzat satisfactòriament.
- Accedeix amb el teu usuari.
Realitzat satisfactòriament.
- Ordena els accessos visibles, segons el valor de la matrícula.
Realitzat satisfactòriament.

Dels dos tests realitzats es dedueix que és necessari afegir missatge de confirmació en realitzar les tasques de modificació de registres, per tal d'evitar errors provocats per una falta d'atenció. En segon lloc es veu necessari mostrar en totes les vistes els comptadors d'accessos. Finalment, comentar que ambdós usuaris van transmetre unes molt bones impressions sobre l'aplicació, ressaltant la facilitat d'ús i operativitat en comparació amb altres aplicacions amb les quals han treballat.

8 Conclusions

Amb el present document es dóna per redactat el projecte de control d'accés amb la instal·lació d'unes càmeres de videovigilància i disseny del seu sistema de gestió i lectura al nucli antic de Sant Llorenç de Morunys.

La memòria i la resta de documents presentats justifiquen les tecnologies escollides així com la instal·lació i tots els elements validant els objectius proposats i la seva finalitat, que és millorar la imatge i seguretat del municipi buscant minimitzar el cost econòmic i una escalabilitat adequada.

El present projecte s'ha redactat, en tot moment, per donar una solució adequada a la problemàtica detectada amb una solució innovadora i operativa.

Un cop analitzats tots els apartats, les tecnologies necessàries, les possibles solucions i la viabilitat econòmica, es pot afirmar que s'han complert les expectatives.

Sant Llorenç de Morunys és un municipi que implementa molts projectes per part de l'Ajuntament per tal de construir un poble renovat i millor per als seus veïns, tanmateix el present projecte a part de garantir aquestes característiques també aporta una resposta innovadora, moderna i eficaç. Per tots aquests motius es recomana seguir avançant i en la mesura que econòmicament sigui possible ampliar la instal·lació a la resta de portals existents al nucli antic.

Una de les principals dificultats amb les quals m'he trobat és el tracte amb l'administració i els períodes de decisió que comporta. Així com la infraestructura necessària per a la implementació definitiva del projecte, la qual no ha pogut estar disponible dins del període de temps que compren l'actual curs acadèmic. Finalment subratllar també les dificultats que comporta la realització dels tests reals ja que s'han realitzat en zona pública de trànsit concorregut; d'arquitectura especial, com és un portal de construcció històrica i de gran altura, que suposa una dificultat afegida tant per a l'accés a la instal·lació com també per a la minimització dels danys causats per aquesta.

Personalment, considero que es tracta d'un projecte que podrà créixer i proporcionar més funcionalitats de control, així com ampliar els punts d'accés i millorar l'algorisme de reconeixement d'errors de lectura. A part de intentar col·laborar amb la millora de la llibreria openalpr com per exemple identificant el sentit de la marxa del vehicle. Finalment espero disposar de la totalitat de les instal·lacions pendents d'obra pública en un futur a curt termini per poder deixar el sistema totalment operatiu.

Un cop acabat el projecte puc afirmar que m'ha aportat una gran satisfacció i m'ha permès veure que un projecte d'aquestes dimensions ha de ser portat, idealment, per un equip multidisciplinari que pugui dividir les tasques i així aconseguir una millor efectivitat i tracte amb el client. Considero que el conjunt d'experiències que m'han aportat tant el Grau en Enginyeria Informàtica, com el present projecte m'han permès créixer com a professional.

A Annex I: Càmera IP AXIS M1124-E

Hoja de datos



Cámara de vídeo en red AXIS M1124-E

Para exteriores, asequible, con numerosas funciones y HDTV 720p

AXIS M1124-E es una cámara para exterior con visión diurna y nocturna que ofrece vídeo HDTV 720p de 25/30 imágenes por segundo. La cámara cuenta con un objetivo con montura CS fácilmente intercambiable, varifocal y corrección por infrarrojos; dotada también de iris tipo DC. AXIS M1124-E incluye la tecnología Zipstream de Axis que permite reducir notablemente los requisitos de ancho de banda y almacenamiento. La cámara admite amplio rango dinámico (WDR) con captura forense, lo que proporciona vídeo optimizado en escenas con condiciones de luz complejas. Es una cámara ligera con clasificación IP66 e IK10, compatible con la alimentación a través de Ethernet para simplificar la instalación. Además, incluye ranura para tarjetas microSD para almacenamiento local, puertos de entrada y salida digital para conectar equipos externos, así como capacidad mejorada para aplicaciones de análisis como conteo de personas y mapas de calor.

- > [Preparada para exteriores](#)
- > [HDTV 720p](#)
- > [Objetivo varifocal con montura CS](#)
- > [Visión diurna y nocturna](#)
- > [Amplio rango dinámico \(WDR\) con captura forense](#)
- > [Tecnología Zipstream de Axis](#)



Cámara de vídeo en red AXIS M1124-E

Cámara		Acciones de evento	
Sensor de imagen	CMOS RGB de barrido progresivo de 1/2,8"		
Lente	Varifocal, corrección IR, montura CS, resolución megapixel, iris de tipo DC, 3-10,5 mm, visión de 91-32° ^a , visión de 49-18° ^b		Carga de archivos: FTP, HTTP, HTTPS, SFTP, recurso compartido de red y correo electrónico Notificación: correo electrónico, HTTP, HTTPS, TCP y SNMP trap Grabación de vídeo en almacenamiento local Memoria de vídeo previa y posterior a la alarma Posición predefinida PTZ, ronda de vigilancia Enviar clips de vídeo Modo de visión día/noche Modo WDR Indicador LED de estado Puerto de salida
De día y de noche	Filtro de infrarrojos extraíble automáticamente		
Iluminación mínima	Color: 0,25 lux, F1.4 B/N: 0,05 lux, F1.4		
Velocidad de obturación	De 1/143 000 a 2 s		
Vídeo		Retransmisión de datos	Datos de eventos
Compresión de vídeo	H.264 Base Profile, Main Profile y High Profile (MPEG-4 Parte 10/AVC) Motion JPEG	Ayuda integrada para la instalación	Contador de píxeles
Resoluciones	De 1280x720 a 1600x90	General	
Velocidad de imagen	H.264: hasta 25/30 imágenes por segundo en todas las resoluciones Motion JPEG: hasta 25/30 imágenes por segundo en todas las resoluciones	Carcasa	Carcasa en polímero con índice de protección IP66 y NEMA 4X e IK10 resistente a impactos Color: blanco NCS S 1002-B
Retransmisión de vídeo	Múltiples secuencias de vídeo configurables individualmente en H.264 y Motion JPEG Tecnología Zipstream de Axis en H.264 Velocidad de imagen y ancho de banda controlables, VBR/CBR H.264	Memoria	512 MB de RAM, 256 MB de Flash
Parámetros de la imagen	Amplio rango dinámico (WDR) con captura forense: hasta 120 dB según la escena, velocidad de obturación manual, compresión, color, brillo, nitidez, contraste, balance de blancos, control de exposición (incluido el control de ganancia automático), zonas de exposición, configuración más precisa del comportamiento con poca luz, rotación: 0°, 90°, 180°, 270°, corrección de la relación de aspecto, superposición de texto e imagen, máscara de privacidad, duplicación de imágenes	Alimentación	8-28 V CC o alimentación a través de Ethernet (PoE) IEEE 802.3af clase 2, 5,0 W máx., 3,6 W típicos
Movimiento horizontal/vertical y zoom	PTZ digital	Conectores	RJ45 10BASE-T/100BASE-TX PoE Bloque de terminales para una entrada y una salida (salida de 12 V CC, carga máx. 15 mA) Entrada de CC, bloque de terminales
Red		Almacenamiento local	Compatible con tarjetas microSD/microSDHC/microSDXC Permite grabación en almacenamiento conectado a la red (NAS) dedicado. Para conocer las recomendaciones de tarjeta SD y NAS, consulte www.axis.com .
Seguridad	Protección por contraseña, filtro de direcciones IP, cifrado HTTPS control de acceso a la red IEEE 802.1X ^c , autenticación Digest, registro de acceso de usuarios	Condiciones de funcionamiento	De -20 °C a 50 °C Humedad relativa: del 10 al 100 % (condensación)
Protocolos compatibles	IPv4/v6, HTTP, HTTPS ^c , SSL/TLS ^c , QoS Layer 3 DiffServ, FTP, SFTP, CIFS/SMB, SMTP, Bonjour, UPnP TM , SNMP v1/v2c/v3 (MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS, SSH	Homologaciones	EN 55022 Clase A, EN 61000-6-1, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 61000-6-2, EN 55024, EN 50121-4, FCC Parte 15 Subparte B Clase A, ICES-003 Clase A, VCCI Clase A, C-tick AS/NZS CISPR 22 Clase A, KCC KN22 Clase A, KN24, EN 50581, IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14, IEC 60068-2-30, IEC 60068-2-78 IEC/EN/UL 60950-22, IEC/EN 60529 IP66, NEMA 250 Tipo 4X, IEC/EN 62262 IK10, IEC 60721-4-4 Clase 4M4
Integración de sistemas		Dimensiones	222 x 137 x 448 mm incluido montaje en pared
Interfaz de programación de aplicaciones	API abierta para la integración de software, incluida VAPIX [®] y la plataforma de aplicaciones de cámaras AXIS; las especificaciones están disponibles en www.axis.com AXIS Video Hosting System (AVHS) con conexión con un solo clic. ONVIF Profile S, las especificaciones están disponibles en www.onvif.org	Peso	1,5 kg incluido montaje en pared
Analíticas	Detección de movimiento por vídeo, alarma antimanipulación activa, compatibilidad con la plataforma de aplicaciones de cámaras AXIS que permite la instalación de AXIS Video Motion Detection 3, AXIS Cross Line Detection, AXIS Digital Autotracking y aplicaciones de terceros, véase www.axis.com/acap	Accesorios incluidos	Montaje en pared para AXIS T94Q01A, herramienta Resistorx T20, kit de conexión, guía de instalación, descodificador de Windows (1 licencia de usuario)
Activadores de evento	Análisis, eventos de almacenamiento local, entrada externa	Accesorios opcionales	Caja posterior de conexiones AXIS T94R01P, serie de armarios de vigilancia AXIS T98A16-VE, montaje en poste AXIS T91A47, iluminadores AXIS T90B
		Software de gestión de vídeo	AXIS Camera Companion, AXIS Camera Station, software de gestión de vídeo de los socios desarrolladores de aplicaciones de Axis disponibles en www.axis.com/techsup/software
		Garantía	Garantía Axis de 1 año y opción de garantía AXIS ampliada, visite www.axis.com/warranty

- a. Ángulo de visión horizontal
b. Ángulo de visión vertical
c. Este producto incluye software desarrollado por OpenSSL Project para su uso en el kit de herramientas OpenSSL (www.openssl.org), y software criptográfico escrito por Eric Young (ey@cryptsoft.com).

Más información disponible en www.axis.com

B Annex II: Pressupost Càmeres



PROPUESTA ECONÓMICA

ATT: Oriol Riu Gispert
Empresa:
E-mail: oriolrg@gmail.com
TFNO: 619417550

Referencia: 162202/009
Fecha: 22/02/2016

Enviado por:
Pablo Muñoz
E.: p.munoz@mirame.net

Uds.	Codigo	Descripcion Producto	PVP	% Dct	PVP Unitario	PVP total
2	0630-001	AXIS M1124-E  Outdoor, NEMA 4X, IP66 and IK10-rated, lightweight, HDTV 720p resolution, day/night, fixed camera with CS-mount varifocal 3-10.5 mm DC-iris lens. Multiple, individually configurable H.264 and Motion JPEG streams; max HDTV 720p at 30 fps. WDR - Forensic Capture and Axis' Zipstream technology for reduced bandwidth and storage needs. Video motion detection and active tampering alarm. I/O for alarm/event handling, MicroSD/MicroSDHC memory card slot for optional local video storage. Power over Ethernet or 8-28 VDC input. Operation in -20°C to +50°C. Powered by IEEE 802.3af midspan. Includes a wall bracket, Torx T20 screw driver and IP66-rated cable glands. Midspan not included.	377,00 €	18%	309,14 €	618,28 €
2	5026-202	AXIS T8120 15W MIDSPAN 1-PORT (OPCIONAL)  Provides power over Ethernet to Axis network video products with built-in PoE support. AXIS T8120 is IEEE 802.3af compliant, ensuring compatibility with all Axis PoE Class 1-3 products. The midspan can be installed on a wall or shelf.	46,00 €	18%	37,72 €	
						
Base Imponible						618,28 €
21% I.V.A.						129,84 €
TOTAL						748,12 €

CONDICIONES DE ADQUISICION:

Para procesar cualquier pedido necesitaremos los siguientes datos por su parte: Empresa, Persona de Contacto, Teléfono, E-mail, Dirección Postal y NIF

Los precios ofertados son netos y no incluyen IVA (21%)

Forma de pago: CONTADO. TRANSFERENCIA ES0521005454410200055222

2 años de garantía en todos los dispositivos ofertados. Primer año de actualizaciones gratuitas

La mercancía solicitada en este pedido será propiedad de M.I.R.A.M.E, S.L. hasta que no se haya hecho efectivo la totalidad del pago de la misma, si dicho pago no se realizase en los plazos acordados, M.I.R.A.M.E, S.L. podrá reclamar el importe establecido, así como los gastos ocasionados por la entrega y manipulación de la mercancía

Esta propuesta económica tiene una validez de 30 días

Esperando que esta oferta merezca su aprobación, quedamos a su disposición para atender cualquier duda o aclaración que necesite.

Atentamente,
Pablo Muñoz

CONFIDENCIALIDAD Este documento y documentos anexos son confidenciales y dirigidos exclusivamente a los destinatarios de los mismos. Si por error, ha recibido este documento y no es el destinatario, por favor, notifique al remitente y no use, informe, distribuya, imprima, copie o difunda este documento por ningún medio. Su uso no autorizado está sujeto a responsabilidades legales

C Annex III: Manual Usuari

Introducció

L'objectiu del Manual d'Usuari d'AccesNucliAntic és proveir l'usuari de les instruccions necessàries per poder utilitzar l'aplicació. Aquest conté una explicació de cadascuna de les pantalles de l'aplicació i, en cada pantalla, es fa referència a una o diverses funcions que es poden executar. El manual s'adreça a totes les persones que han d'utilitzar l'aplicació. Els principals usuaris als que va destinada l'aplicació són:

- Personal de l'administració.
- Regidors de l'Ajuntament.

Entorn de l'aplicació

L'aplicació és independent del sistema operatiu i, per accedir-hi, tan sols cal disposar d'un dels navegadors web com ara:

- Firefox
- Chrome
- Internet Explorer

Vista general Per accedir a les diferents seccions de l'aplicació, es disposa del menú sempre visible a la part superior, i un segon amb les mateixes funcionalitats a la vista inicial. Les seccions de què disposa l'aplicació són les següents:

- **Vista inicial** Figura 28: Permet accedir a les diferents funcionalitats així com també mostra el número d'accessos realitzats.

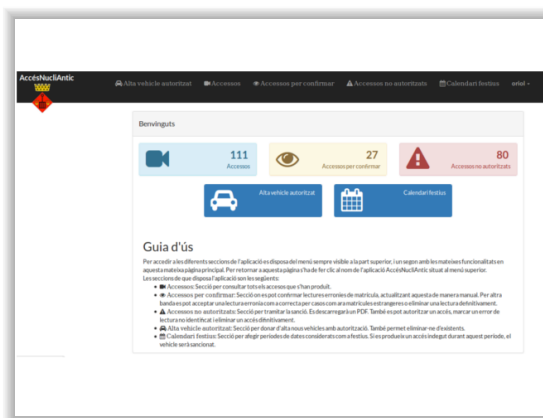


Figura 28: Vista principal. Font pròpia.

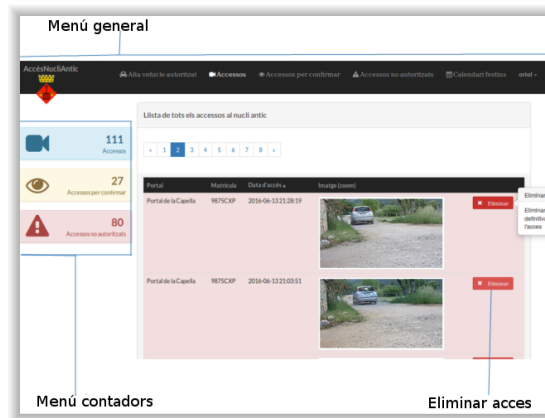


Figura 29: Vista accessos. Font pròpia.

- **Accessos** Figura 29: Secció per consultar tots els accesos que s'han produït.
- **Accessos per confirmar** Figura 30: Secció on es pot confirmar lectures errònies de matrícula, actualitzant aquesta de manera manual. Per altra banda, es pot acceptar una lectura errònia com a correcta per casos com ara matrícules estrangeres o eliminar una lectura definitivament. Disposa d'eina de zoom per ampliar la zona de la matrícula.

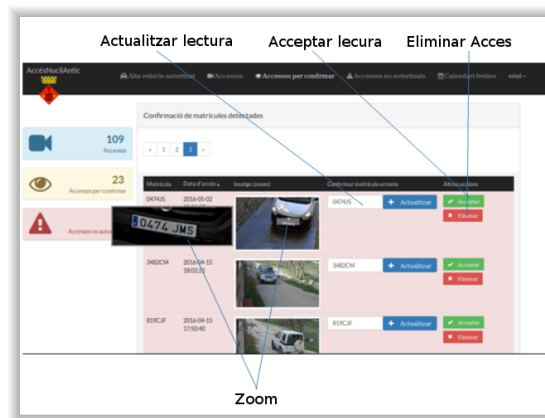


Figura 30: Vista confirmació lectures errònies. Font pròpia.

- **Accessos no autoritzats** Figura 31: Secció per tramitar la sanció. Es genera i descarrega un PDF. Aquest s'ha d'emmagatzemar, al directori escollit pels usuaris, o obrir i imprimir. També es pot autoritzar un accés, marcar un error de lectura no identificat i eliminar un accés definitivament.

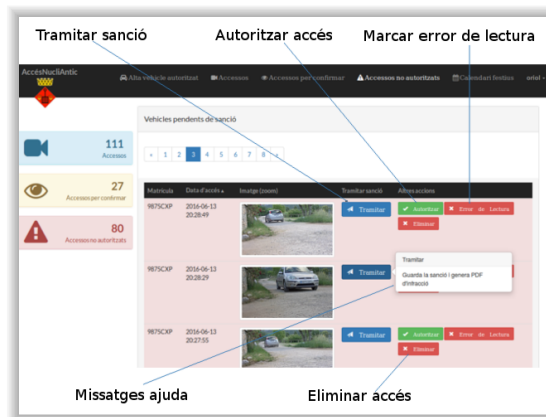


Figura 31: Vista accessos no autoritzats. Font pròpia.

- **Alta vehicle autoritzat** Figura 32: Secció per donar d'alta nous vehicles amb autorització. També permet eliminar-ne d'existents.

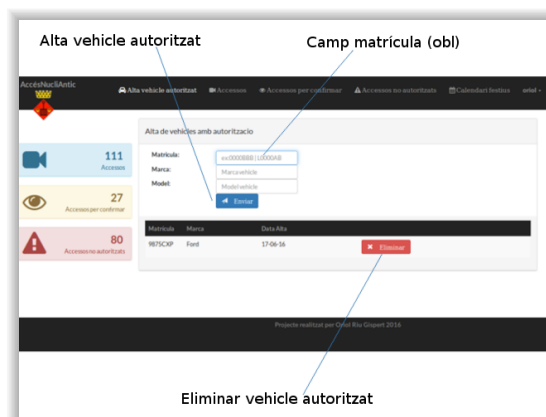


Figura 32: Vista d'alta de vehicles autoritzats. Font pròpia.

- **Calendari festius** Figura 33: Secció per afegir períodes de dates considerats com a festius. A l'escollir el camp per afegir el rang, es desplega un calendari per escollir la data desitjada. Si es produeix un accés indegut durant aquest període, el vehicle serà sancionat.

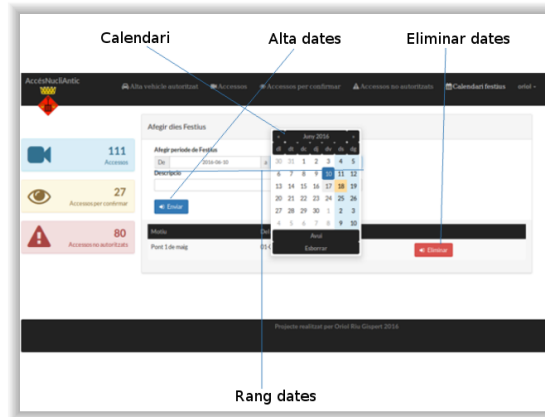


Figura 33: Vista per afegir períodes de festius. Font pròpia.

D Bibliografia

Referències

- [1] Documentació per a COMPOSER,
<https://getcomposer.org/> , 22/05/2016.
- [2] Documentació per a LARAVEL,
<https://laravel.com/docs/> , 13/04/2016.
- [3] Documentació per a DOMPDF,
<https://github.com/barryvdh/laravel-dompdf> , 25/05/2016.
- [4] Documentació php,
<http://php.net/>, 22/04/2016.
<http://w3schools.com/php>, 22/04/2016.
- [5] Manual AXIS M11-E Network Camera Series,
<http://www.axis.com/ng/en/products/axis-m11-series>, 13/04/2016.
- [6] Documentació Automatic License Plate Recognition library *OpenALPR github repository*,
<https://github.com/openalpr/openalpr>, 18/04/2016.
- [7] Documentació HTML,
<http://www.w3schools.com/html/>, 29/04/2016.
- [8] Documentació jQuery,
<https://jquery.com/>, 29/04/2016.
<http://www.w3schools.com/jquery/>, 29/04/2016.
- [9] Documentació jQuery elevatezoom,
<https://github.com/elevateweb/elevatezoom>, 29/05/2016.
- [10] Documentació jQuery popupoverlay,
<https://github.com/vast-engineering/jquery-popup-overlay>,
29/05/2016.
- [11] Documentació jQuery tablersorter,
<https://github.com/Mottie/tablesorter>, 29/05/2016.
- [12] Documentació jQuery Dtepicker,
<http://www.daterangepicker.com/>, 29/05/2016. Dtepicker
- [13] Documentació Ajax,
<http://www.w3schools.com/ajax/>, 29/04/2016.
<http://api.jquery.com/jquery.ajax/>, 29/04/2016.
- [14] Documentació Bootstrap,
<http://www.w3schools.com/bootstrap/>, 29/04/2016.

- [15] Documentació MySQL,
<https://www.mysql.com/>, 29/05/2016.
- [16] Documentació PHPUnit,
<https://phpunit.de/manual/current/en/index.html>, 29/04/2016. PHPUnit
- [17] Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya,
<http://www.ortoxpres.cat/client/icc/>, 29/04/2016.
- [18] Institut d'Estadística de Catalunya,
<http://www.idescat.cat/emex/?id=251930>, 29/04/2016.
- [19] Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal
(*BOE núm. 17, de 19.1.2008, edició catalana en el suplement núm. 17, de 19.1.2008*)
(*Versió actualitzada a data 14.02.2012*)
<http://www.apd.cat/media/2641.pdf>, 12/06/2016.