

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics a la ciutat de Girona

Document: Memòria

Alumne: Daniel Pajón Serrano

Tutor: Mei Calm Puig / Pepus Daunis i Estadella

Departament: Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística

Àrea: Matemàtica Aplicada / Estadística i Investigació Operativa

Convocatòria (Juny/2020)

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Policia de trànsit utilitzant una Autoped, 1922.....	3
Figura 2: Model Go Ped GTR46.....	4
Figura 3: Evolució dels VMP.....	5
Figura 4: Alternatives de VMP al 2018.....	6
Figura 5: Alternatives de VMP a l'actualitat.....	6
Figura 6: Motiu ús del patinet elèctric.....	7
Figura 7: Plànol del carril bici amb punts d'interès del districte 6.....	18
Figura 8: Plànol del carril bici amb punts d'interès dels districtes 1 i 3.....	19
Figura 9: Plànol del carril bici amb punts d'interès dels districtes 2 i 3.....	20
Figura 10: Plànol del carril bici amb punts d'interès del districte 2.....	20
Figura 11: Exemple d'una isòcrona situada a l'Oficina de Correus de Girona.....	23
Figura 12: Primera distribució dels punts de càrrega.....	26
Figura 13: Redistribució dels punts de càrrega.....	26
Figura 14: Distribució final dels punts de càrrega.....	27
Figura 15: Cobertura dels punts de càrrega 1 i 2.....	28
Figura 16: Cobertura dels punts de càrrega 3, 4 i 5.....	28
Figura 17: Cobertura dels punts de càrrega 6, 7 i 8.....	29
Figura 18: Perímetre d'una secció censal amb les respectives illes censals.....	32
Figura 19: Perímetre del Barri del Centre amb els 3 sectors del barri.....	32
Figura 20: Subdivisió de les àrees de cobertura dels punts de càrrega.....	35
Figura 21: Ancoratge 1.....	45
Figura 22: Ancoratge 2.....	45
Figura 23: Ancoratge 3.....	45
Figura 24: Ancoratge 4.....	45
Figura 25: Ancoratge 5.....	46
Figura 26: Disseny ancoratge.....	48
Figura 27: Dimensionat ancoratge.....	48
Figura 28: Detalls del disseny de l'ancoratge.....	49
Figura 29: Sistema de lectura de targetes.....	50
Figura 30: Seqüència de bloqueig.....	51
Figura 31: Seqüència de desbloqueig.....	51
Figura 32: Distribució de l'estació 1.....	54

Figura 33: Dimensionat de la distribució 1	55
Figura 34: Distribució de l'estació 2	56
Figura 35: Dimensionat de la distribució 2	56
Figura 36: Zona i ubicació de l'estació de Fontajau	57
Figura 37: Zona i ubicació de l'estació del GEiEG-Trueta.....	58
Figura 38: Representació de l'estació del GEiEG-Trueta.....	58
Figura 39: Zona i ubicació de l'estació del Correus.....	59
Figura 40: Representació de l'estació de Correus.....	59
Figura 41: Zona i ubicació de l'estació de la Plaça del Vi.....	60
Figura 42: Representació de l'estació de la Plaça del Vi.....	61
Figura 43: Zona i ubicació de l'estació de La Punxa	61
Figura 44: Representació de l'estació de La Punxa	62
Figura 45: Zona i ubicació de l'estació d'Infermeria.....	62
Figura 46: Representació de l'estació d'Infermeria	63
Figura 47: Zona i ubicació de l'estació de l'Hiperacor.....	64
Figura 48: Representació de l'estació de l'Hiperacor.....	64
Figura 49: Zona i ubicació de l'estació de Montilivi	65
Figura 50: Representació de l'estació de Montilivi	65
Figura 51: Exemple mode d'edició gràfic.....	73
Figura 52: Exemple mode d'edició tabular	73
Figura 53: Obtenció temps entre estacions	75
Figura 54: Resultat de la simulació	77
Figura 55: Ruta de manteniment	77

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Empreses que operen a Espanya	9
Taula 2: Comparativa compra vs. lloguer patinet elèctric.....	10
Taula 3: Recull de zones d'interès per seccions.....	16
Taula 4: Recull de les zones on seria possible implementar punts de càrrega.....	21
Taula 5: Resum dels punts de càrrega i el seu abast.....	30
Taula 6: Factor de conversió de cada punt de càrrega.....	36
Taula 7: Valors de les subàrees	36
Taula 8: Càlcul usuaris de cada subàrea.....	38

Taula 9: Usuaris de cada àrea de cobertura	40
Taula 10: Comparació alternatives d'ancoratges	46
Taula 11: Comparativa de les tasques de manteniment de cada servei	69
Taula 12: Varietat de VRP disponibles	71
Taula 13: Resum de la ruta de manteniment	78

ÍNDIX

Índex de Figures	i
Índex de Taules.....	ii
Índex	iv
1 Introducció	1
1.1 Antecedents.....	1
1.2 Objecte	1
1.3 Abast	2
2 Història i evolució del patinet elèctric.....	3
3 Ús del patinet en la societat.....	5
3.1 Ús del patinet elèctric.....	5
3.2 Alternativa d'ús al patinet elèctric propi.....	7
3.3 Comparativa compra vs. lloguer	10
4 Anàlisi de la ubicació dels punts de càrrega	13
4.1 Zones d'interès per a la població usuària.....	13
4.2 Accessibilitat als punts d'interès.....	17
4.3 Isòcrones	22
4.3.1 Definició i ús	22
4.3.2 Implementació	24
5 Estudi dels punts de càrrega	31
5.1 Obtenció de les dades poblacionals	31
5.2 Punts d'ancoratges dels punts de càrrega.....	33
5.2.1 Usuaris del rang de cobertura del punt de càrrega.....	34
5.2.2 Ancloratsges per cada punt de càrrega.....	40
6 Ancloratsges.....	45
6.1 Disseny ancloratge	45
6.2 Funcionament ancloratge	50

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

6.3	Compatibilitat amb les diferents marques.....	51
6.4	Dimensionat i ubicació exacta de l'estació.....	52
6.4.1	Possible distribucions.....	53
6.4.2	Ubicació de les estacions.....	57
7	Manteniment dels punts de càrrega.....	67
7.1	Estimació temps de manteniment per ancoratge.....	68
7.2	Ruta de manteniment.....	70
7.3	Càlcul ruta de manteniment.....	70
7.3.1	Funcionament del programa.....	72
7.3.2	Elaboració de taules/matrius.....	74
7.3.3	Simulació i resultats.....	76
8	Conclusions.....	81
9	Bibliografia.....	83
	ANNEX A: Normativa patinets elèctrics.....	85
A.1	Normativa reguladora patinets elèctrics.....	85
A.2	Ordenança Municipal de Circulació.....	87
	ANNEX B: Mapes.....	89
B.1	Distribució de Girona per districtes i seccions.....	89
B.2	Xarxa de carril bici de Girona.....	90
	ANNEX C: Dades.....	91
C.1	Dades poblacionals de Girona.....	91
C.2	Dades usuaris del patinet elèctric.....	93
C.3	Dades de l'àrea de cada secció censal.....	95
	ANNEX D: Fitxa brida d'accionament neumàtic.....	97

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

El patinet elèctric, basat en una millora tecnològica del patinet tradicional, s'ha convertit en una de les formes de transport amb més creixement a les ciutats. Aquest creixement accelerat no ha donat temps a la redacció i aprovació d'una legislació o normativa corresponents, donant peu a buits normatius i legislatius.

La manca de regulació i legislació fa que no quedin definides les condicions d'ús correcte o incorrecte del vehicle, així com els drets i deures dels usuaris. Un dels problemes més comuns tenen a veure amb l'estacionament dels vehicles. A hores d'ara no estan clares les zones a les quals es poden estacionar legalment els patinets elèctrics. Actualment, a la ciutat de Girona no existeix cap zona destinada a aquest ús.

D'aquesta manera, s'ha generat la necessitat de disposar d'alguns punts d'estacionament i càrrega pels patinets elèctrics.

1.2 Objecte

L'objecte d'aquest treball consisteix en satisfer la necessitat de la creació de punts d'estacionament. Davant aquesta proposta, també s'ha considerat implementar un servei de càrrega en els estacionaments donada la baixa autonomia d'aquests vehicles.

Així doncs, en primera instància, en aquest treball s'analitzarà aquesta necessitat d'implementar un conjunt de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics a partir d'un estudi de les zones més freqüentades a la ciutat de Girona per la població que s'analitzarà.

Per altra banda, la implementació d'aquestes punts de càrrega portarà implícita la necessitat de definir com i quins seran els punts d'ancoratges. La finalitat d'aquests serà la de garantir a l'usuari un conjunt de serveis, amb els quals es facilitarà l'ús i transmetrà una seguretat a aquests usuaris. Per tant, l'objectiu d'aquesta part serà la creació d'un disseny propi.

Per últim, es proposarà una ruta òptima per tal de realitzar un manteniment de les estacions assegurant un correcte funcionament de les instal·lacions pels nostres usuaris.

1.3 Abast

L'abast del treball es centra en explicar la definició de l'estructuració i localització de les estacions de càrrega i estacionament en base a un estudi dels llocs d'interès de la població objecte, conjuntament d'altres estudis relacionats amb les limitacions d'ús i de circulació dels patinets elèctrics. Aquesta base permetrà conèixer com estan distribuïdes aquestes zones d'interès per tota la ciutat, amb la qual cosa es definiran les diferents estacions de càrrega i estacionament per tot el municipi. Aquesta definició es realitzarà intentant optimitzar la màxima cobertura d'aquest servei arreu del territori municipal, fent que aquest punts de càrrega i estacionament estiguin correctament distribuïts per tal de garantir-ho.

El disseny de l'ancoratge i el dimensionat de cada estació de càrrega i estacionament també forma part de l'abast. Aquest disseny serà de creació pròpia, el qual estarà dissenyat per tal de garantir un conjunt de serveis a l'usuari que l'utilitzi, d'entre els quals es troba un sistema d'ancoratge per assegurar la seguretat del vehicle i un sistema elèctric per poder carregar-lo. Per altra banda, el dimensionat dels ancoratges de cada estació es durà a terme mitjançant una anàlisi de les dades poblacionals de la ciutat de Girona.

A més, també es contempla la definició d'una ruta de manteniment òptima per les diferents estacions de càrrega i estacionament distribuïdes pel municipi, emprant tècniques de tractament de grafs.

Per últim, l'abast d'aquest projecte està dirigit perquè qualsevol dels usuaris amb patinet propi pugui gaudir de totes les instal·lacions que ofereix aquesta xarxa d'estacionament i de càrrega.

2 HISTÒRIA I EVOLUCIÓ DEL PATINET ELÈCTRIC

En els últims anys, s'ha produït un notable creixement en la utilització del patinet elèctric com mitjà de transport. Aquest fet és degut a la comoditat, la facilitat d'ús, la sostenibilitat, la reducció de la contaminació, etc., que aquest nou vehicle proporciona als usuaris i a la nostra societat.

Així mateix, com a conseqüència de les últimes innovacions i la tecnologia que incorporen aquests vehicles, és fàcil arribar a la conclusió que aquest mitjà de transport ha estat una idea desenvolupada al llarg d'aquesta última dècada. Curiosament, aquesta conclusió és errònia ja que la primera patent on s'esmenta la idea d'un vehicle de dues rodes motoritzat de manera elèctrica es remunta a l'any 1895.

L'any 1895 es va dur a terme la primera patent anomenada “*bicicleta elèctrica*”, realitzada per l'inventor Ogden Bolton Jr.

Seguidament, l'any 1896 un fabricant de bicicletes britànic va exposar la primera bicicleta elèctrica en tàndem, la qual funcionava amb bateries del plom àcid, cosa que provocava que aquesta fos bastant voluminosa i pesada, en comparació amb les bicicletes actuals que tothom coneix.

A l'octubre de 1911, *Popular Mechanics* va introduir al mercat una motocicleta elèctrica que assolía una velocitat màxima de 56 km/h, fet que suposava una millora del 40% respecte la motocicleta de combustible *Hildebrand & Wolfmüller*. A més, les prestacions més destacables eren el canvi de tres velocitats incorporat i presentava una autonomia aproximada de 140 km per càrrega.

Però l'evolució d'aquestes motocicletes es va veure estancada al llarg de la dècada dels 10 i 20 del segle passat, on no es va realitzar innovacions importants en aquest camp. Una de les raons principals d'aquesta aturada de desenvolupament va ser el llançament de l'Autoped a gas al 1916. Aquest nou vehicle, el patinet, era un model competent i es va popularitzar als EE.UU. i a Alemanya, provocant la massiva producció d'aquest vehicle fins al 1922 (Figura 1). A més, posteriorment es va incorporar una cadira al model per recórrer distàncies llargues.



Figura 1: Policia de trànsit utilitzant una Autoped, 1922

Per altra banda, l'inesperat creixement i èxit d'aquests nous patinets va provocar que altres empreses s'endinsessin de manera precipitada en la producció d'aquests. Aquest fet va generar que la majoria dels nous models fossin poc funcionals, incòmodes i difícils de controlar; provocant la decadència i quasi desaparició d'aquests patinets com a conseqüència de la mala reputació que van adquirir.

Conseqüentment, es van tornar a popularitzar les motocicletes elèctriques de la mà de l'inventor *Maurice Limelette*, qui junt amb el seu germà van fundar una empresa de motocicletes elèctriques anomenada *SOCOVEL* al 1938. L'empresa va seguir amb la producció i la venda de motocicletes elèctriques fins al 1945, i en el seu primer any van vendre unes 400 unitats aproximadament.

Posteriorment, el transcurs de les dècades va donar lloc a una innovació amb creixement constant d'aquesta tipologia de vehicle, desenvolupant models més ecològics i sostenibles. Aquesta tendència va continuar més enllà dels anys 70, amb inventors que desenvolupaven els seus propis i millorables models de motocicletes elèctriques. Aquests descobriments i innovacions van ser la llavor del que a dia d'avui coneixem com a patinet elèctric.

Més endavant, l'any 1986 l'empresa Go Ped va reincorporar al mercat el patinet amb motor de gasolina. Els apassionats amb la nova tecnologia van voler incorporar els nous avenços en aquest camp en el model de Go Ped, per així transformar un model alimentat per combustible per un altre compost per un motor elèctric i una bateria, donant lloc als primers prototips de patinets elèctrics. A la Figura 2 es pot contemplar un model impulsat per l'empresa Go Ped.



Figura 2: Model Go Ped GTR46

En l'actualitat, es troba una àmplia varietat de fabricants de patinets elèctrics en constant creixement per millorar les prestacions d'aquest vehicle. La portabilitat, el pes reduït, la manejabilitat o el manteniment són unes de les múltiples prestacions que ofereix aquest innovador vehicle (Mad Charge, 2018).

3 ÚS DEL PATINET EN LA SOCIETAT

En aquest apartat es comentarà l'impacte que ha generat el patinet elèctric en la societat i l'evolució al llarg d'aquests últims anys. La finalitat d'aquesta anàlisi és avaluar la tendència d'aquest vehicle i les alternatives existents. Així doncs, aquesta anàlisi permetrà estimar la demanda actual de patinets elèctrics a les ciutats i en funció d'aquesta, valorar una possible implementació de punts de càrrega i estacionament.

3.1 Ús del patinet elèctric

En l'actualitat, el patinet elèctric ha experimentat un creixement substancial en la seva popularitat, convertint-se en un mitjà de transport urbà emprat per la societat. Aquest fet és degut a la varietat de prestacions que aquest presenta i és la raó per la qual part de la població ha adoptat l'ús d'aquest vehicle. Llavors, el patinet elèctric s'està convertint en una alternativa viable per aconseguir una mobilitat sostenible en les ciutats.

Per corroborar aquesta informació esmentada anteriorment, en les Figura 3, Figura 4 i Figura 5 es pot observar quina ha estat la tendència de la demanda de vehicles de mobilitat personal (VMP) i la varietat d'alternatives d'aquests vehicles per la societat. Cal remarcar que aquest extret d'informació fa referència a dades de l'any 2019 (Monclús, et al., 2019). Actualment és pràcticament una tendència amb creixement exponencial, fet que beneficia de cares al projecte davant la demanda de possibles punts de càrrega i estacionament.

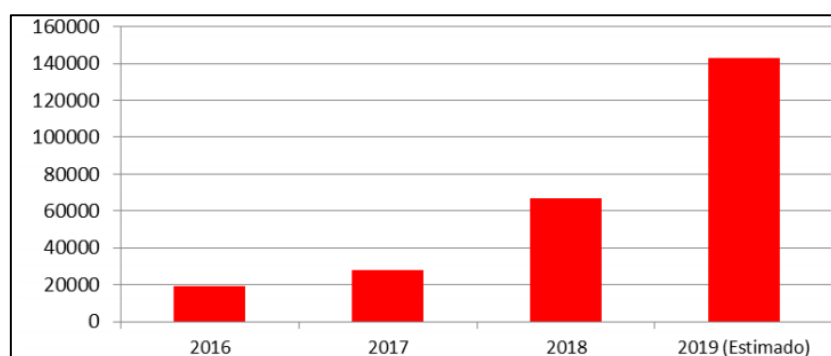


Figura 3: Evolució dels VMP
Font: (Monclús, et al., 2019)

La mobilitat està experimentant canvis durant aquests últims anys, enfocant-se en una recerca en la sostenibilitat d'aquesta i focalitzant-se en especial en ciutats de mida mitjana i gran. Aquesta evolució es pot visualitzar en la Figura 3, la qual mostra el creixement que ha patit la venda dels VMP. “Aquests vehicles han passat de ser un element d'oci a convertir-se

en el principal vehicle de transport de moltes ciutats. Les vendes d'aquests vehicles en Espanya van augmentar en 2017 en més d'un 20% segons diferents empreses de venda o lloguer de VMP. A més, dades de l'Associació d'Usuaris de VMP de Madrid (AUVMP²) ressalten que cada any les vendes d'aquests vehicles es dupliquen en Europa." (Monclús, et al., 2019). Aquest apunt es pot observar a la Figura 3, on al 2017 no es van produir moltes més vendes que l'any anterior però, al 2018 ja es pot apreciar el notable creixement que es va produir en la venda dels VMP. A més, també es va estimar que al 2019 l'evolució seguiria la mateixa tendència, disparant encara més les vendes d'aquests vehicles.

Per altra banda, les Figura 4 i Figura 5 permeten dur a terme una comparació de la proporció que suposa el patinet elèctric entre l'any 2018 i l'actualitat. A la Figura 4 s'observa com la proporció d'ús del patinet és ínfima, sent aquesta del 0.78%. Però, tal i com s'ha esmentat anteriorment, el 2018 va ser el punt d'inflexió on va començar la popularitat del patinet. D'aquesta manera, la Figura 5 mostra el que s'anticipava, ja que el patinet elèctric ha transformat el 0.78% d'ús al 60% dels VMP.

Aquest ha significat un canvi significatiu i no és casual el creixement que ha patit, són molts els avantatges que ofereix aquest vehicle, ja que donen resposta a moltes de les demandes dels usuaris.

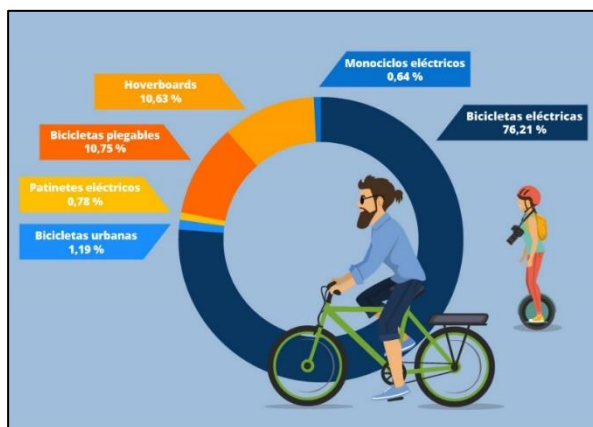


Figura 4: Alternatives de VMP al 2018
(Font: *idealo.es*)

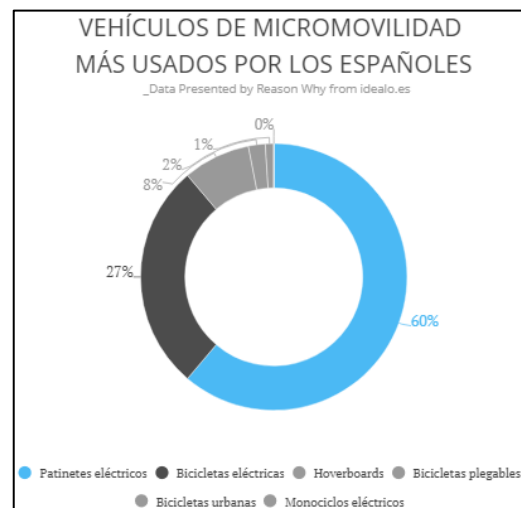


Figura 5: Alternatives de VMP a l'actualitat
(Font: *reasonwhy.es*)

Per altra banda, el patinet elèctric també ha experimentat un canvi en el motiu del seu ús tal i com s'observa a la Figura 6. En aquesta es pot apreciar els diferents motius que porten a l'ús d'aquest vehicle, i s'observa que l'oci és el motiu majoritària d'ús amb un 59%, del qual el 78% d'aquest ús l'efectuen els usuaris ocasionals. Per altra banda, l'ús com a mitjà de transport per

anar a treballar o anar a un centre d'estudis suposen un porció intermèdia de l'ús del patinet, del qual la gran majoria d'usuaris amb aquest motiu d'ús són habituals. En definitiva, el patinet elèctric ha evolucionat en termes de funcionalitat i d'ús, transformant-se d'un simple vehicle destinat a l'oci dels usuaris a un dels principals vehicles de transport en algunes de les ciutats d'Europa i del món.

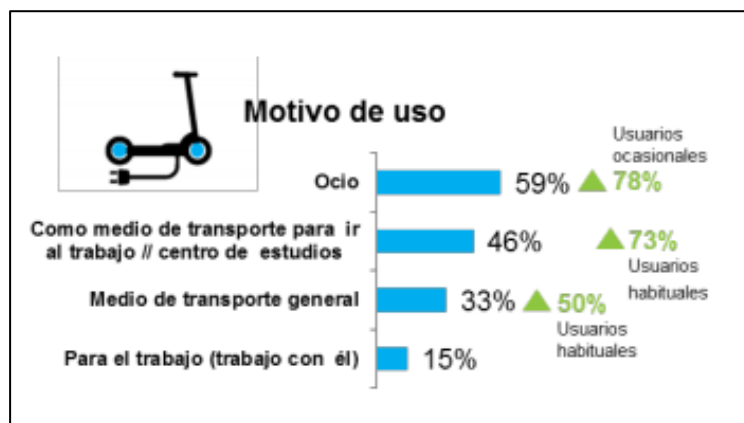


Figura 6: Motiu ús del patinet elèctric
Font: (Monclús, et al., 2019)

3.2 Alternativa d'ús al patinet elèctric propi

Davant dels esdeveniments explicats en l'apartat anterior, grans empreses han aprofitat l'oportunitat per explotar l'ús d'aquest nou vehicle i implementar una alternativa amb la compartició d'aquests patinets, creant un servei privat a l'abast de tota la societat amb la finalitat d'extreure un benefici d'aquest servei.

Així doncs, aquesta iniciativa ha provocat que l'ús del patinet variï segons el propietari i el benefici que es vulgui extreure d'aquest ús. Aquestes característiques permeten diferenciar dos grups d'usuaris segons la naturalesa de la propietat del patinet elèctric i la utilitat que es vulgui obtenir:

- Patinet propi de cada usuari.
- Lloguer de patinets oferts per les empreses i/o companyies.

L'interès d'aquest treball es basa en l'estudi referent al patinet propi de cada usuari i tot el que aquest comporta, fets que s'analitzaran posteriorment en la realització del treball i ens permetran complir l'objectiu final del treball. Per aquesta raó, s'ha d'analitzar i comparar les tipologies d'ús que existeixen actualment. Així, s'ha d'estudiar l'alternativa que han implementat les empreses amb el lloguer dels patinets elèctrics.

Aquesta nova pràctica presenta una metodologia d'ús molt similar entre totes les empreses presents, on el lloguer d'aquests patinets es porta a terme a través d'una aplicació mòbil en la qual es paga pel temps que s'ha utilitzat. Al finalitzar el trajecte realitzat, s'aparca el patinet i es tornarà a utilitzar la propera vegada que es precisi dels seus serveis.

El funcionament d'aquestes aplicacions mòbils és molt senzill i còmode pels usuaris. En el moment de precisar d'aquest servei, només s'ha d'accedir a l'aplicació mòbil de l'empresa desitjada i es visualitzaran tots els patinets elèctrics que estan disponibles per tota la ciutat. De totes les opcions disponibles, s'escull el que més interessi per la proximitat d'aquest i s'escaneja el seu codi QR per tal de desbloquejar el patinet i començar a utilitzar-lo. Quan s'arriba al destí, s'aparca en una zona on no dificulti el trànsit i es bloqueja per tal de finalitzar amb el comptatge del temps d'ús. Cal destacar que en les ciutats pioneres d'aquest servei, atesa la presència creixent d'aquests vehicles, s'han desenvolupat ordenances municipals on especifiquen les zones disponibles per estacionar-los.

Per altra banda, el cost d'ús és variable en funció de la companyia utilitzada i la ciutat on es trobi. Així, el cost d'ús per minut varia en un interval dels 0.15€ als 0.20€, i en un determinat nombre de companyies, s'afegeix un cost addicional d'1€ per poder desbloquejar el patinet i gaudir de les prestacions d'aquest servei.

A més, existeixen una sèrie de restriccions d'ús d'aquesta tipologia de servei, les quals són gairebé comunes entre totes les companyies disponibles al mercat. Aquestes són les restriccions a tenir en compte:

- Restriccions d'edat (16 o 18 anys en funció de la companyia escollida), respecte de les ordenances municipals (existent i variant segons cada ciutat) i ús unipersonal.
- És recomanable la revisió del vehicle abans de la seva utilització, per descartar possibles defectes o desperfectes que pugui presentar. També s'obliga a l'ús del casc per part de l'usuari.
- Es disposa d'una zona disponible per l'estacionament, prèviament esmentada.
- El nivell de bateria restringirà l'ús dels patinets, els quals seran carregats per a la nit.
- La franja horària delimita l'ús dels patinets, variant segons la companyia.

(Ocu, 2020)

Actualment, algunes de les ciutats europees i americanes disposen d'aquest servei, les quals utilitzen una metodologia molt similar a l'explicada. D'aquesta manera, per dur a terme una comparació d'aquest servei, s'ha realitzat la Taula 1. on classifica les diferents empreses

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

operatives actualment a Espanya, amb les corresponents ciutats on operen. La informació que s'extreu de la Taula 1 és el nombre reduït de ciutats on estan implantades, com a conseqüència de la recent implementació d'aquest servei.

Taula 1: Empreses que operen a Espanya

Empreses/ companyies	Ciutats
Lime	Madrid, Màlaga i Sevilla
Ufo	Madrid, Barcelona, Màlaga i València
Movo	Madrid
Acciona	Madrid
Wind	Madrid, Màlaga, Sant Cugat i Lanzarote
Bird	Madrid i Barcelona
Jump	Madrid
Tier	Madrid, Màlaga i Sant Cugat

Consegüentment, el fet que aquestes empreses estiguin implantades en tan poques ciutats espanyoles afavoreix els nostres interessos, ja que aquest servei no opera actualment a la ciutat de Girona i no suposa una amenaça pel nostre estudi.

Aquestes empreses s'han anat estenent per arreu d'Europa com ara París, Berlín, Zurich, Brussel·les, Budapest, Madrid, etc. Això ha generat conflicte amb diversos comerços de les ciutats ja que aquestes empreses de lloguer no han de pagar una tarifa d'ocupació de la via pública, cosa que si han de pagar comerços com els bars al tenir terrasses que ocupen aquesta via.

Un altre gran problema és que no existeix un lloc d'estacionament fix per aquests patinets ja que la dinàmica és fer-los servir i deixar-los quan s'hagi arribat al destí o s'hagi acabat el pressupost. Això genera un impacte visual desastrós si els usuaris deixen els patins al mig de carrer o mal estacionats, tal que els vianants no poden usar tot l'espai públic disponible.

Degut a això, “el 4 de desembre de 2018 l'Ajuntament de Madrid va ordenar a dos companyies que operaven a la capital (Lime i Wind) que retiressin tots els patinets elèctrics de la seva flota fins que complissin amb els requisits de la nova ordenança municipal.” (Valdivia, 2018).

Llavors, ens podem preguntar com generen beneficis aquestes empreses si s'observa que només comporten molèsties a les ciutats?

3.3 Comparativa compra vs. lloguer

Per tal de respondre la pregunta formulada anteriorment, es durà a terme una comparativa dels aspectes existents entre l'opció que suposa la compra del patinet enfront al seu lloguer, amb els respectius avantatges i inconvenients.

La Taula 2 presenta un resum dels aspectes més rellevants a l'hora de realitzar la comparativa.

Taula 2: Comparativa compra vs. lloguer patinet elèctric

Aspectes	Compra	Lloguer
Tranquil·litat per la seguretat de tenir un transport	✓	X
Seguretat i confiança en la conducció	✓	X
Escàs manteniment	X	✓
Personalització	✓	X
Despesa econòmica	✓ / X	X / ✓

En referència a l'aspecte de la tranquil·litat que suposa tenir un vehicle de transport, l'opció de la compra és la que garanteix amb major seguretat aquest aspecte. És a dir, al disposar d'un patinet elèctric propi, no es depèn de la disponibilitat de patinets de lloguer que ofereix l'aplicació, podent-lo utilitzar quan es necessiti i convingui. A més, aquesta última opció tampoc garanteix un transport atès a la ubicació del patinet elèctric disponible més proper.

La seguretat i confiança en la conducció és un altre aspecte a tenir present, ja que els patinets que disposen les empreses no tots són del mateix model, provocant que el seu funcionament sigui variant en funció d'aquest. Això suposa que s'hagi de dedicar un temps per adaptar-se al vehicle i sentir-se còmode. Per altra banda, això no succeeix si es disposa d'un patinet propi ja que aquesta adaptació només s'ha de realitzar una vegada. A més, es disposa d'un total control del vehicle que s'utilitza, cosa que no passa amb els patinets proporcionats per les empreses de lloguer. Així doncs, l'opció de la compra és la que ofereix una major seguretat i confiança a l'usuari.

Referent al manteniment del patinet elèctric, aquest s'efectuarà als elements que componen aquest vehicle com són l'estructura, els elements mecànics i el motor elèctric. D'aquesta manera, el manteniment que hauran d'efectuar els usuaris que optin per la compra serà molt escàs degut als pocs elements del vehicle. Però, això no significa que aquests elements no es puguin fer malbé o pateixi alguna avaria, sinó que és fàcil detectar i solucionar el problema

donat l'escàs número d'elements. En el cas d'escollir l'opció del lloguer, aquest manteniment per part de l'usuari és inexistent, ja que el manteniment el realitza l'empresa propietària dels patinets. Per tant, com el manteniment en la compra és mínim (a no ser que es produeixi alguna avaria), dependrà de l'usuari si estarà disposat a realitzar-lo o prefereix evitar-lo i escollir l'opció de lloguer.

La personalització és un aspecte que ofereixen moltes empreses en els seus productes, com ara Nike, Audi, BMW, etc.; que fan que el producte sigui més personal. Les empreses de patinet sabent-ho, també han incorporat aquest servei en la venda dels seus productes, i això és un factor que les empreses de lloguer de patinets mai podran oferir.

Per últim, en quan a la despesa econòmica, aquesta és relativa segons el nivell de renda de l'usuari i de l'amortització que es realitzi del vehicle. És a dir, per un usuari que utilitza diàriament el patinet, és més rentable optar per la compra d'aquest ja que amb un nombre de viatges no gaire elevat s'amortitza el preu. Per altra banda, si s'utilitza ocasionalment, és més rentable optar pel lloguer ja que no s'arribaria a amortitzar el preu del patinet. (GOTRAX, 2019)

En resum, en funció dels aspectes comentats s'observa que per aquells usuaris que utilitzen freqüentment el patinet elèctric, l'opció més viable, còmoda i econòmica és la compra.

Així doncs, tenint en compte els resultats de la comparativa i la polèmica que genera el mal estacionament d'aquest tipus de vehicle per part de les empreses de lloguer, s'ha generat la necessitat de crear uns punts d'estacionament. A més, aprofitant aquesta necessitat, es combinarà aquest punt d'estacionament amb un punt de càrrega, amb la finalitat d'oferir als usuaris un servei més complet.

4 ANÀLISI DE LA UBICACIÓ DELS PUNTS DE CÀRREGA

Aquest estudi s'enfoca en analitzar la població compresa entre els 15 i 34 anys que utilitzen aquest vehicle, i on també es tindrà present múltiples paràmetres per definir de manera eficient les ubicacions.

En primer lloc, s'ha definit que la població que s'utilitzarà en l'estudi és la compresa entre els 15 i 34 anys. Per definir-la, s'han considerat diferents estudis i documents que analitzen la influència i l'impacte en la societat que està generant l'ús del patinet elèctric. D'entre aquests documents, en l'estudi *Nuevos sistemas de movilidad personal y sus problemas asociados a la seguridad vial* realitzat per la fundació MAPFRE s'ha obtingut el següent fragment: "Un 17% de la població ha utilitzat alguna vegada un VMP, percentatge que ascendeix al 36% en el rang d'edat de 18 a 35 anys." (Monclús, et al., 2019). D'aquesta manera, amb la informació que aporta aquest estudi realitzat s'acota quin és el rang de la població que empra aquesta tipologia de vehicles. A més, s'ha decidit incloure la població a partir dels 15 anys ja que en diversos municipis d'Espanya, com poden ser Madrid, Barcelona o València, l'edat mínima que dictamina la normativa de circulació és de 15 anys, en el cas de Madrid, o 16 anys, en els altres dos municipis. A més, s'han inclòs per motius d'obtenció de dades, ja que les dades poblacionals de Girona estan distribuïdes per grups d'edat quinquennals; s'ha decidit que la població que s'analitzarà és la compresa entre els 15 i 34 anys.

També s'hauran de tenir present els diferents paràmetres i condicions que definiran les ubicacions de les estacions de càrrega. Un dels paràmetres importants a tenir en compte són els llocs d'interès per la població estudiada a Girona i l'accessibilitat a aquests. Per altra banda, també cal tenir en compte paràmetres com ara la velocitat mitjana a la que transita el patinet, la distància que es vol recórrer i el tipus de viatge que es duu a terme. Aquests, els engloben les corbes isòcrones que es definiran i s'usaran més endavant. Per últim, s'obtindrà una distribució final de les localitzacions dels punts de càrrega i estacionament, obtingudes a partir dels paràmetres comentats.

4.1 Zones d'interès per a la població usuària

Les zones i infraestructures d'oci, esport i educació són les ubicacions de major interès per a la població estudiada. Per aquesta raó, seran punts a tenir present a l'hora d'ubicar els estacionaments, amb la finalitat de garantir una bona cobertura. Així doncs, a continuació

s'analitzen les diferents seccions de la ciutat per tal de detectar aquestes zones d'interès de la població que s'estudia.

Al barri de Fontajau i rodalies es troben diversos punts d'interès. El pavelló de Fontajau és un dels punts destacats perquè el club de bàsquet UNI Girona, un dels màxims exponents de la primera divisió de bàsquet nacional i europeu femení; juga i entrena en aquestes instal·lacions esportives. Una altra zona d'interès és la conformada pels cinemes OCINE i el restaurant König. Els últims punts de la zona són l'Hospital Josep Trueta i el complex esportiu GEiEG de Sant Ponç. El primer és de màxima rellevància atès que és un dels centres mèdics i d'urgències més importants de la ciutat, així com lloc de pràctiques pels estudiants de la facultat de Medicina i Infermeria. I el segon, és una de les instal·lacions esportives més utilitzades de la ciutat, degut a la varietat de modalitats que ofereix, destacant el servei de piscines. A la Figura 7 es poden veure aquests punts d'interès marcats amb unes icones blaves amb les corresponents lletres (Q, R i S).

Una de les zones més transitades per la població és l'oficina de Correus i la Plaça de la Independència. Aquests són reclam pel jovent que s'està estudiant ja que per la zona es troben la gran majoria de restaurants, bars i locals d'oci nocturn, és a dir, discoteques i pubs entre d'altres. A la Figura 8 es poden veure aquestes zones d'interès marcades amb unes icones blaves amb les corresponents lletres (L i M).

Al cor de la ciutat es troben uns dels llocs més emblemàtics de la ciutat, aquests són la Rambla, la Plaça del Vi (Plaça de l'Ajuntament) i la Plaça de Catalunya. De la mateixa manera que la zona anteriorment esmentada, la Plaça de Catalunya és un punt de trobada del jovent per anar a la part antiga de Girona, la Rambla; que conté bars i restaurants acollidors i amb gastronomia local. A més, és una zona que ofereix un paisatge urbà molt atractiu, ideal per passejar i donar-hi una volta. A la Figura 8 es poden veure aquests llocs marcats amb unes icones blaves amb les seves lletres (A, B i C).

Un altre punt interessant de la part antiga és el campus del Barri Vell, on s'aglomera part del jovent estudiant la gran majoria de l'any. Però, aquesta zona del Barri Vell és de difícil accés per aquests vehicles degut a la localització geogràfica del campus, fet que comportarà la necessitat d'un estudi de la viabilitat de la possible implementació. Aquest punt d'interès es pot observar a la Figura 8 amb la lletra O.

Al barri de l'Eixample destaquen diversos punts a assenyalar. En el sector Nord de l'Eixample s'hi troba la plaça de l'Hotel Carlemany (Plaça de Miquel Santaló) i l'estació de

trens i autobusos. El primer és d'interès ja que es situa al carrer Joan Maragall on hi podem trobar la gran majoria de les botigues de roba, alhora s'hi troben la Clínica Bofill i la Clínica Girona. Per altra banda, l'estació és un altre punt a considerar per ser un punt d'interconnexions amb altres ciutats i pobles. Aquestes zones d'interès es poden veure a la Figura 9 marcades amb unes icones blaves amb les respectives lletres (D, E i N).

Un altre punt de gran afluència és el Parc de Migdia, essent una zona de lleure i de pas molt concurrent. Aquest espai està delimitat entre els sectors de l'Eixample Nord, l'Eixample Sud i Sant Narcís; fet interessant per la futura ubicació d'un possible punt de càrrega. A més, el centre comercial Hipercor es troba molt proper a aquest, sent un dels espais de comerç més important de la ciutat. A la Figura 9 es mostren aquests diversos punts d'interès (G i J).

Cal esmentar que actualment s'està duent a terme les obres de la futura Clínica Girona per la zona esmentada, fet que farà aquesta localització més important pel servei que ofereix a la societat. Aquesta futura infraestructura sanitària es pot veure a la Figura 10 marcada amb la lletra K.

A la intersecció de l'avinguda Lluís Pericot i el carrer Emili Grahit s'hi troba la facultat de Medicina i Infermeria (aquesta ubicació es pot visualitzar a la Figura 9 amb la lletra F), punt que és interessant destacar ja que els estudiants d'aquesta facultat es mouen entre l'hospital Josep Trueta i les instal·lacions d'educació d'aquesta facultat, tal i com s'ha esmentat anteriorment.

Finalment, el campus de Montilivi és l'última àrea destacable atès que engloba una gran varietat d'edificis de caire educatiu. Aquests són les facultats de Dret, Ciències Econòmiques i Empresariales, Ciències i l'Escola Politècnica Superior (EPS); juntament amb la biblioteca del campus. Per últim, també es troba l'estadi municipal de Montilivi, instal·lació de l'equip de futbol Girona FC que actualment milita a la Segona Divisió d'Espanya (LaLiga2), on es congrega una gran multitud durant el dia de partit. Aquestes dues últimes zones d'interès es poden visualitzar a la Figura 10 amb les respectives lletres (H i I).

Cal destacar que en aquesta anàlisi de les zones d'interès no s'ha tingut present els col·legis ni instituts del municipi de Girona. La raó per la qual no s'ha cregut convenient l'addició d'aquests és el gran número de centres educatius que hi ha a Girona, amb la qual cosa això implicaria un augment considerable en el número de punts d'interès. D'aquesta manera, en aquest estudi no es tindran en compte aquestes centres educatius, però podria formar part d'una

proposta d'ampliació del servei d'estacionament i càrrega de patinets elèctrics, incorporant-la en un futur estudi d'ampliació.

A la Taula 3 s'hi troben les múltiples zones d'interès de la població a estudiar, classificades en funció del districte i secció a la qual pertanyen. Aquesta informació aportarà una visió de la ubicació aproximada d'aquestes zones d'interès i la distribució d'aquestes per tot el municipi de Girona. A l'annex B.1 es pot consultar com es troba distribuïda la ciutat de Girona en funció dels districtes i de les seccions.

Tot seguit, s'analitzarà l'accessibilitat a aquest conjunt de punts ja que són possibles ubicacions per habilitar els punts de càrrega.

Taula 3: Recull de zones d'interès per seccions

Districte	Secció	Punt d'interès
1	1	(A) Rambla
		(B) Plaça del Vi
		(C) Plaça de Catalunya
2	3	(D) Clínica Bofill i Clínica Girona
	4	(E) Hotel Carlemany
	6	(F) Facultat de Medicina i Infermeria
	7	(G) Parc del Migdia
	16	(H) Campus Montilivi
		(I) Estadi municipal de Montilivi
	21	(J) Hipercor
22	(K) Futura Clínica Girona	
3	2	(L) Oficina de Correus
		(M) Plaça de la Independència
	5	(N) Estació de trens i autobusos
4	2	(O) Campus del Barri Vell
6	1	(P) Pavelló de Fontajau
	5	(Q) Cinemes OCINE
		(R) Hospital Josep Trueta
		(S) GEiEG Sant Ponç

4.2 Accessibilitat als punts d'interès

L'accessibilitat a les zones d'interès és un factor que s'ha de considerar a l'hora de realitzar aquest estudi, ja que s'ha de conèixer si es pot arribar a aquests punts mitjançant el patinet elèctric. D'aquesta manera, s'ha consultat l'Ordenança Municipal de Girona per obtenir informació de com s'ha tractat aquest tema i si existeix alguna normativa que reguli l'ús dels patinets elèctrics a la ciutat.

Cal destacar que el ràpid creixement en l'ús del patinet elèctric com a mitjà de transport ha provocat que, actualment, no existeixi una normativa general de regulació d'aquests vehicles per part de la DGT (Direcció General de Trànsit). Conseqüentment, davant aquesta inexistent normativa les ciutats on s'ha implementat amb més força aquest vehicle ha hagut de modificar la seva Ordenança Municipal per tal de regular-ne el seu ús. Per aquesta raó, aquesta normativa reguladora és diferent en cada municipi, ja que cada municipi ha seguit els criteris més adients per la regulació.

Així doncs, des de la pàgina web de l'Ajuntament de Girona s'ha obtingut el document *Normativa i informació sobre els patinets, tricicles i vehicles de mobilitat personal*, del qual s'ha extret un fragment que tracta sobre la regulació que es fa a la ciutat. Aquest fragment es pot veure en l'Annex A.1. En aquest extracte es pot analitzar quin és l'ús que es pot fer del patinet així com les zones per les quals no pot circular aquest vehicle. Aquest últim punt és el que més interessa, perquè és el que permetrà determinar si una zona és accessible o no mitjançant un patinet elèctric. Aquesta normativa prohibeix la circulació dels patinets elèctrics per les calçades i per les voreres. Això significa que només queda com a única via de circulació el carril bici.

La ciutat de Girona es caracteritza per tenir uns dels paviments més antics, conservant les llambordes de la part antiga de la ciutat. Aquest fet, tot i que és una de les identitats i atractius de la ciutat, dificulta i restringeix la construcció de nous carrils bici, ja que trencarien l'harmonia visual d'aquests carrers.

Per aquesta raó, s'ha cregut convenient dedicar un apartat a aquest tema per analitzar la viabilitat d'accedir als punts d'interès mitjançant la xarxa de carril bici. D'aquesta manera, en les següents figures extretes de la plataforma UMAT (Unitat Municipal d'Anàlisi Territorial) de l'Ajuntament de Girona es visualitzen els punts d'interès juntament amb els carrils bici de la ciutat. A l'annex B.2 es pot consultar el mapa de la xarxa de carrils bici que existeix

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

del punt més proper de la xarxa de carril bici. Això és degut a la localització geogràfica d'aquest, ja que es troba situat a major altitud que la resta de punts, dificultant d'aquesta manera la implementació de la xarxa de carril bici per la zona degut a les dificultats del terreny. Conseqüentment, l'accés a aquest punt mitjançant l'ús del patinet elèctric és inviable.

Davant d'aquesta problemàtica, en vista al futur es proposaria un canvi en la distribució de la xarxa de carril bici per poder implementar-la per la zona del Campus del Barri Vell, contemplant les conseqüències que aquest fet comportaria.

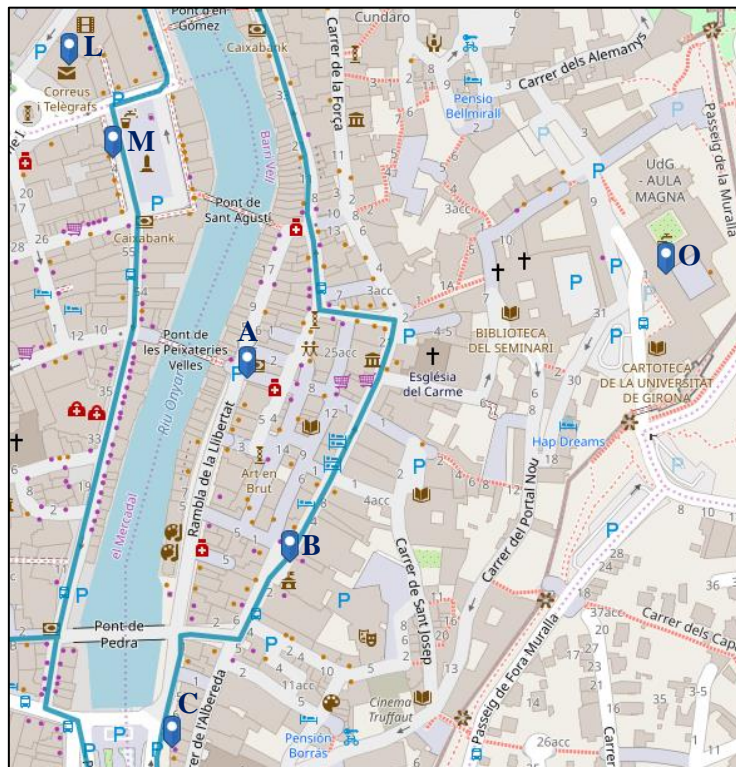


Figura 8: Plànol del carril bici amb punts d'interès dels districtes 1 i 3
(Font: Ajuntament de Girona)

A la Figura 9 s'observa el plànol dels punts referents a part dels districtes 2 i 3. Es pot comprovar com aquests estan ubicats en unes zones amb una bona xarxa de comunicació del carril bici, ja que són punts amb fàcil accés a través d'aquest. Cal destacar que els punts d'interès no necessàriament han d'estar ubicats sobre la xarxa que conforma el carril bici, sinó que estiguin relativament propers a aquest. Com es pot veure en la Figura 9, la Clínica Girona (D) i l'Hotel Carlemany (E) es troben substancialment distanciats del carril bici, però la distància que els separa es considera admissible ja que traslladar-se entre aquests suposaria un trajecte d'un parell de minuts aproximadament. Per tant, tal i com s'ha conclòs anteriorment, els punts d'interès de la Figura 9 es consideren factibles.

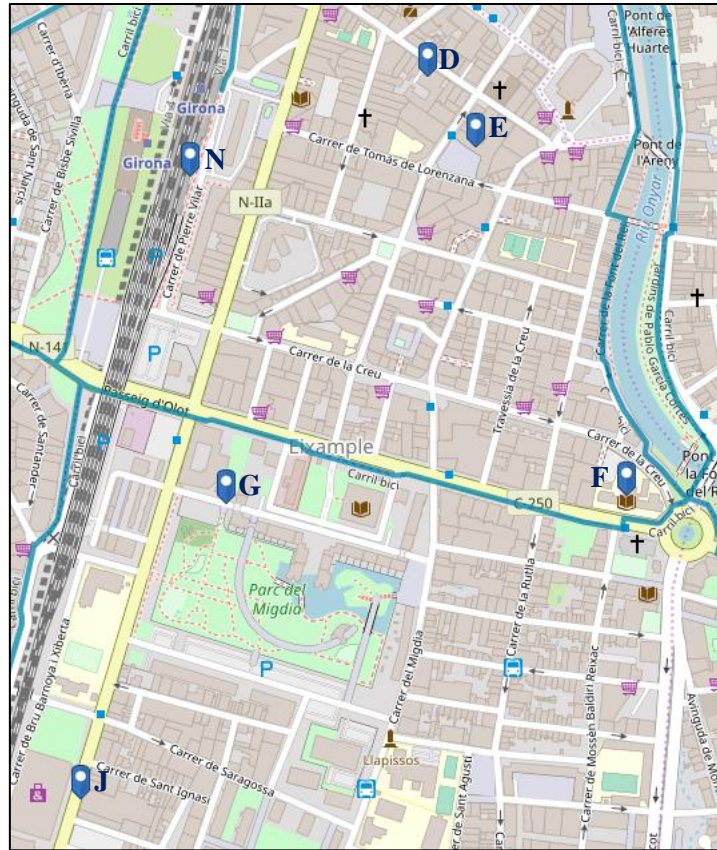


Figura 9: Plànol del carril bici amb punts d'interès dels districtes 2 i 3
(Font: Ajuntament de Girona)

Per últim, la Figura 10 mostra el plànol corresponent als punts d'interès restants del districte 2. De la mateixa manera que s'ha esmentat en la Figura 9, els punts corresponents al Campus Montilivi (H) i l'Estadi municipal de Montilivi (I) són accessibles mitjançant el carril bici. Per altra banda, la localització de la futura Clínica Girona (K) es troba aïllada de la xarxa de carril bici de la ciutat, fet que impossibilita l'accés a aquest. Així doncs, en vista al futur i els serveis que aquestes instal·lacions aportaran, l'ideal seria estendre la xarxa fins aquesta ubicació.

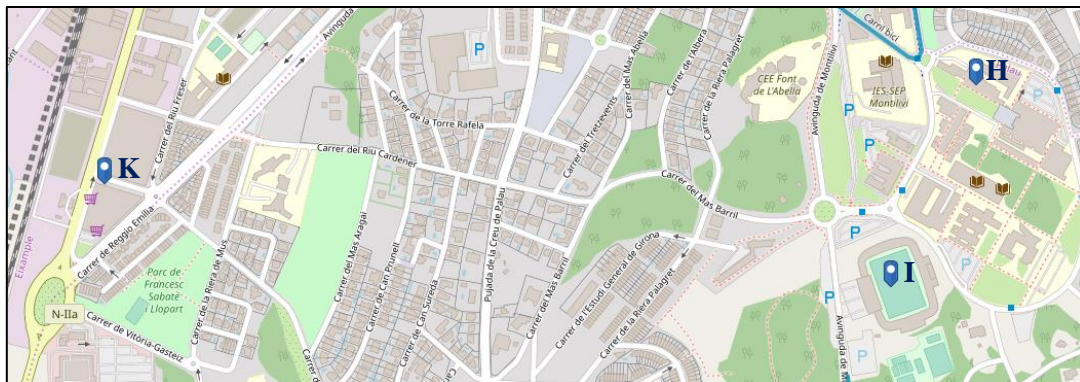


Figura 10: Plànol del carril bici amb punts d'interès del districte 2
(Font: Ajuntament de Girona)

Amb l'objectiu de recollir totes les zones d'interès per les quals és accessible la xarxa de carril bici, s'ha realitzat la **¡Error! La autoreferència al marcador no es válida.** Així doncs, aquesta coneixença serà la base per la ubicació i distribució dels diversos punts de càrrega distribuïts per la ciutat. Per contra, cal emfasitzar que els punts descartats per la inviabilitat del seu accés encara romanen amb el seu caràcter de zona d'interès. És a dir, aquesta inviabilitat és deguda a la restricció de circulació que s'ha imposat del carril bici, però preval el fet que es tracta d'un punt d'interès a tenir en compte. Per la qual cosa, a l'hora d'ubicar els punts de càrrega també es tindran en compte els punts d'interès descartats per la seva inviabilitat, ja que s'intentarà minimitzar la distància entre aquests punts i el punt on s'ubiqui la zona de càrrega.

Taula 4: Recull de les zones on seria possible implementar punts de càrrega

Districte	Secció	Punt d'interès
1	1	(A) Rambla
		(B) Plaça del Vi
		(C) Plaça de Catalunya
2	3	(D) Clínica Bofill i Clínica Girona
	4	(E) Hotel Carlemany
	6	(F) Facultat de Medicina i Infermeria
	7	(G) Parc del Migdia
	16	(H) Campus Montilivi
		(I) Estadi municipal de Montilivi
21	(J) Hipercor	
3	2	(L) Oficina de Correus
		(M) Plaça de la Independència
	5	(N) Estació de trens i autobusos
6	1	(P) Pavelló de Fontajau
	5	(Q) Cinemes OCINE
		(R) Hospital Josep Trueta
		(S) GEiEG Sant Ponç

Tot seguit, en el proper apartat s'analitzarà la informació extreta i es proposarà una distribució dels punts de càrrega i estacionament, amb l'objectiu de garantir la màxima cobertura de les zones d'interès de la població estudiada. Per efectuar l'estudi de la distribució d'aquests punts de càrrega i estacionament s'emprarà el concepte de les isòcrones, el qual es definirà i es comentarà en el proper apartat.

4.3 Isòcrones

4.3.1 Definició i ús

En base a les zones d'interès recollides prèviament i l'anàlisi de l'accessibilitat a aquestes zones, es determinaran les diverses localitzacions on s'implementaran els punts de càrrega i d'estacionament. Per realitzar-ho, s'emprarà una eina de gran utilitat que combina diversos factors, que és la isòcrona.

Així doncs, la isòcrona es defineix com l'àrea que es forma a partir dels punts que es troben a una mateixa distància de temps d'un punt seleccionat. És a dir, aquests punts formen el perímetre de l'àrea de la isòcrona. Per tant, des del punt seleccionat a qualsevol punt del perímetre de l'àrea de la isòcrona es tarda el mateix temps. Per tal de definir la isòcrona són necessaris uns certs paràmetres que s'hauran de determinar amb anterioritat.

Aquesta generació de la isòcrona s'aconsegueix mitjançant l'aplicació d'un algoritme matemàtic. Per aquesta raó, amb l'objectiu de facilitar la utilització d'aquest, s'ha implementat en diferents programes informàtics i aplicacions online que es suporten de la base de Google Maps o del Sistema d'Informació Geogràfica (SIG) per dur a terme els càlculs. Llavors, aquesta eina és útil per realitzar anàlisis de mobilitat, planificacions de transport de mercaderies o càlcul d'àrees d'influència entre d'altres, fet que pot ser de gran utilitat pel nostre estudi.

Pel motiu que s'acaba d'esmentar, per iniciar l'estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament s'utilitzarà el programa informàtic online API ISO4APP. Aquest permetrà treballar sobre una interfície de xarxes geogràfiques per realitzar les anàlisis i comprovacions pertinents.

D'aquesta manera, les isòcrones s'utilitzaran per la definició dels diversos punts de càrrega, tal que les zones d'interès quedin degudament cobertes i garanteixin una òptima distribució d'aquests. Per fer-ho, tal i com s'ha esmentat amb anterioritat, es defineixen una sèrie de paràmetres determinats en funció de les necessitats i objectius de l'estudi a realitzar. La velocitat de la persona, la mida de la isòcrona i el tipus de viatge a realitzar (vianant, bicicleta o vehicle motoritzat) són els diferents paràmetres a definir. En el proper apartat es definirà i s'explicarà de manera més acurada aquests tres paràmetres. A més, quan es selecciona el tipus de viatge a realitzar el programa ja té en compte les zones per les quals pot circular el vehicle o persona. És a dir, si es selecciona l'opció de la bicicleta, l'aplicació realitza les isòcrones tenint present que la bicicleta només pot circular pel carril bici.

Per tal de facilitar la comprensió d'aquest concepte, s'explicarà de forma detallada la isòcrons que es pot visualitzar a la Figura 11. En primer lloc ha de quedar clar que la mida de la isòcrons és una mesura temporal (minuts, hores, etc.), tot i tenir en compte altres paràmetres.

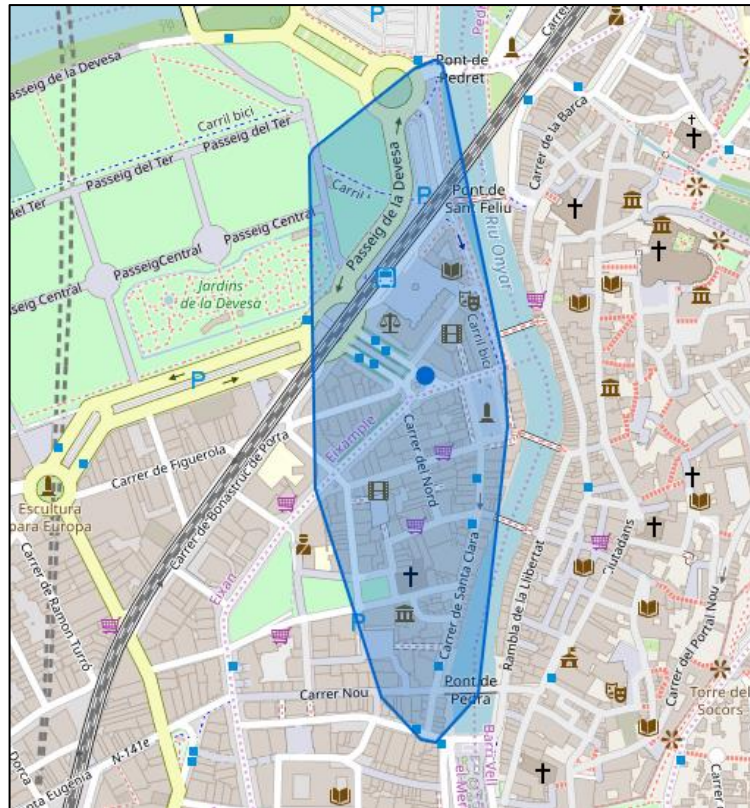


Figura 11: Exemple d'una isòcrons situada a l'Oficina de Correus de Girona

Es suposa una velocitat de l'usuari de 16 km/h, una isòcrons amb una mida de 2 minuts i un viatge amb bicicleta (per realitzar un paral·lelisme amb els patinets elèctrics); conformant així els paràmetres. És important especificar que el tipus de viatge que es realitza és el que condiciona les rutes que es podran utilitzar, ja que si es selecciona l'opció de la bicicleta el programa treballarà en base a les rutes disponibles per a aquest vehicle. Cal destacar que els valors que s'han definit en aquests paràmetres són insignificants, ja que la seva funció és la de mostrar en un exemple com es defineix una isòcrons.

Llavors, es genera la geometria de la Figura 11 que mostra la distància que es pot recórrer dins dels paràmetres definits. Com s'ha dit anteriorment, aquesta geometria s'ha realitzat en funció de l'accessibilitat del vehicle, ja que aquest només pot transitar pels espais que abasta el carril bici del municipi; i les restriccions que suposen els elements de regulació del trànsit.

Així doncs, i fent referència a l'exemple utilitzat, la finalitat última de l'ús de les isòcrons és ubicar els diferents punts de càrrega i oferir als usuaris una xarxa de servei amb la major

comoditat, per tal que no s'hagin de desplaçar més de 2 minuts per trobar uns dels punts distribuïts per la ciutat.

4.3.2 Implementació

A l'hora d'ubicar quins seran els punts de càrrega s'ha tingut en compte els punts d'interès, l'accessibilitat a aquests, el carril bici del municipi i els punts d'estacionaments ja existents de la xarxa de la Girocleta. A més, també s'haurà de tenir present els paràmetres propis de l'aplicació ISO4APP que utilitzem, esmentats anteriorment.

Seguidament, s'ha dut a terme una primera distribució dels possibles punts de càrrega i estacionament (Figura 12). En aquesta, els paràmetres que defineixen les isòcrones són els següents:

- Mida de la isòcrons.
- Tipus de viatge.
- Velocitat del patinet.

En primer lloc, el valor de la velocitat de la persona ha estat extret d'un valor mitjà de la velocitat mitjana dels diferents patinets elèctrics, juntament amb el contrast de l'Ordenança Municipal i la regulació d'aquests patinets. Aquest document es pot veure a l'Annex A.2, el qual tracta aquesta regulació de la circulació. En aquest annex hi ha dos punts que tracten les limitacions de la velocitat de circulació, que són el punt 7 i el 9. En el primer punt es comenta que en zones amb preferència pels vianants la velocitat no podrà excedir els 10 km/h. Per altra banda, es comenta que per regla general la velocitat a la qual poden circular els ciclistes i les bicicletes no pot excedir els 30 km/h, excepte les limitacions establertes en el punt 7.

D'aquesta manera, donat que només una part de la xarxa de carril bici de la ciutat de Girona és de zona preferent pels vianants (observeu annex B.2), s'ha estimat de manera aproximada que la velocitat del patinet sigui de 25 km/h.

Pel que fa la mida de la isòcrons, el minut està associat al temps amb patinet, és a dir, que es tardarà 1 minut a arribar al punt de càrrega des de qualsevol aresta de la isòcrons amb el patinet. Això implica que per traslladar-se caminant des del punt de càrrega fins a qualsevol punt d'interès de la zona es tardarà més que aquest temps, ja que no es fa amb patinet. Llavors, s'han realitzat uns càlculs per estimar quin és el temps a peu associat a la configuració que s'utilitza, amb la finalitat de conèixer si aquest és un valor admissible per l'estudi. Per tant,

primerament s'ha calculat quina és a la distància existent entre el punt central de la isòcrons i qualsevol punt del perímetre d'aquesta (eq. 1). Seguidament, s'ha calculat quina és el temps que es tarda en recórrer aquesta distància a peu (eq. 2). Per fer-ho, mitjançant la informació disponible a la pàgina web *CaminarMas.Com* (CaminarMas), s'ha estimat que la velocitat mitjana d'una persona al caminar és de 5.3 km/h.

$$\text{Distància isòcrons} = 1 \text{ min.}_{patinet} \cdot \frac{25 \text{ km}}{1 \text{ h}_{patinet}} \cdot \frac{1 \text{ h}_{patinet}}{60 \text{ min.}_{patinet}} = 0.42 \text{ km} \quad (\text{eq. 1})$$

$$\text{temps a peu} = 0.42 \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ h}_{peu}}{5.3 \text{ km}_{peu}} \cdot \frac{60 \text{ min.}_{peu}}{1 \text{ h}_{peu}} = 4.72 \text{ min.}_{peu} \quad (\text{eq. 2})$$

Per aquesta raó, s'ha escollit que la mida de la isòcrons sigui d'1 minut per tal de garantir que el desplaçament a peu no suposi més de 5 minuts. S'estima que aquest valor és ideal ja que no suposa una gran pèrdua de temps. A més, aquest temps està associat a un punt del perímetre de la isòcrons, i per tant, al temps màxim que es tardaria. Si s'està dins de la isòcrons aquest valor de temps serà menor.

Per últim, el tipus de viatge que ofereix l'aplicació són a peu, amb cotxe o amb bicicleta. Donades aquestes opcions, s'ha escollit que l'opció que s'assimila més a un desplaçament amb patinet elèctric és el viatge amb bicicleta.

D'aquesta manera, s'han definit tots els paràmetres a considerar per la construcció de les isòcrones:

- Mida de la isòcrons: 1 minut.
- Tipus de viatge: bicicleta.
- Velocitat del patinet: 25 km/h.

Així doncs, en aquesta primera distribució (Figura 12) s'han ubicat múltiples punts de càrrega en funció de les zones d'interès i l'accessibilitat a aquestes, conjuntament amb el recorregut del carril bici. A més d'aquests factors, també s'ha tingut present la localització de les estacions de la Girocleta, amb la finalitat d'aprofitar alguna de les seves localitzacions per ubicar-hi alguns dels punts de càrrega. Analitzant la Figura 12 s'observa que s'entrecruen múltiples isòcrones entre si, fet que no interessa ja que es vol optimitzar al màxim les àrees de cobertura perquè cobreixi la màxima superfície de la ciutat de Girona. Es pot observar que una zona en concret està coberta per diferents isòcrones, i interessa que només estigui coberta per una sola isòcrons. A més, també interessa que totes les zones d'interès estiguin cobertes, cosa que succeeix en l'actual distribució.

Consegüentment, s'ha analitzat el resultat obtingut de la primera distribució (Figura 12) i s'ha realitzat una possible redistribució dels punts de càrrega. Aquests han estat reubicats amb la finalitat de garantir la màxima cobertura i minimitzar el contacte entre les diferents isòcrones. Els canvis realitzats es poden observar a la Figura 13 on les creus blaves marquen l'eliminació dels punts de càrrega inicials i els punts roses marquen la nova ubicació d'un altre punt de càrrega.

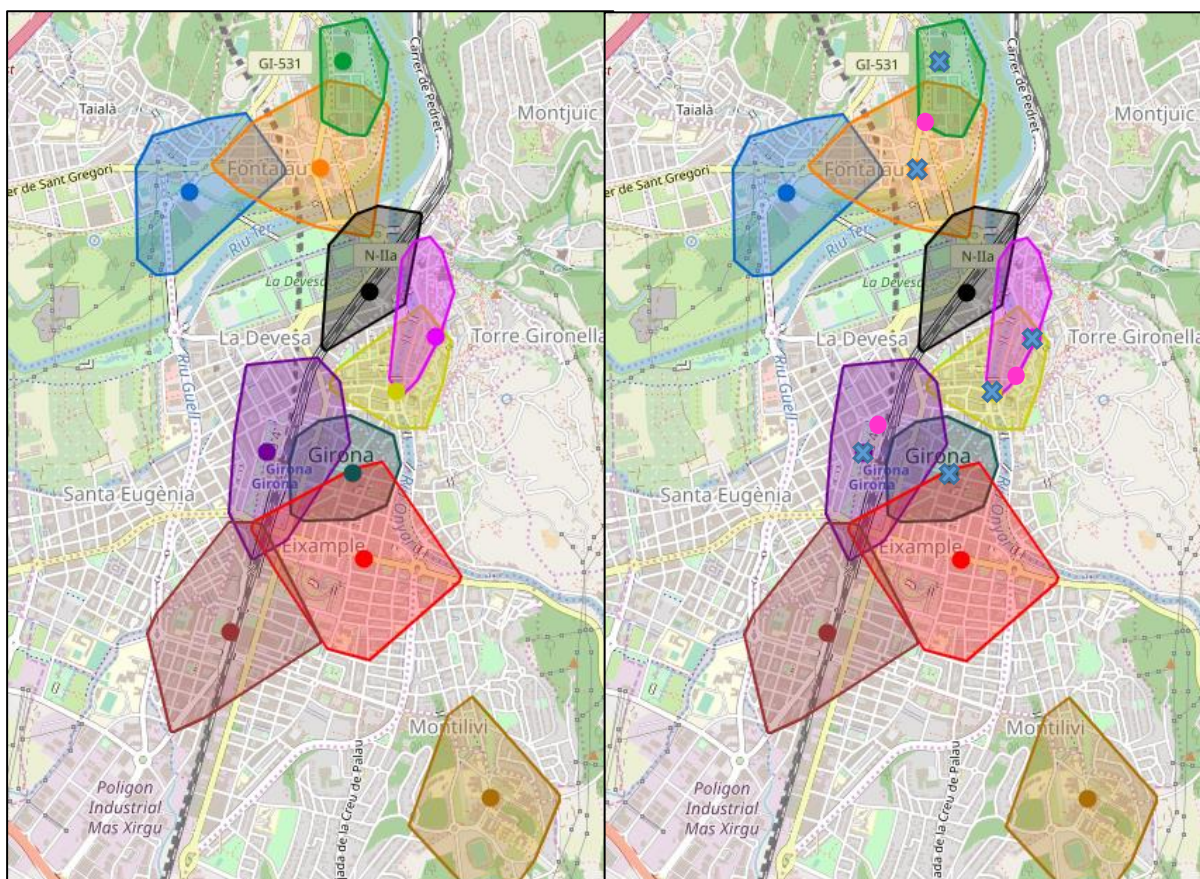


Figura 12: Primera distribució dels punts de càrrega

Figura 13: Redistribució dels punts de càrrega

D'aquesta manera, s'ha obtingut una nova possible distribució dels punts de càrrega, la qual s'ha implementat a l'aplicació ISO4APP per tal d'obtenir un resultat. A més, també cal destacar que els paràmetres que defineixen les isòcrones en aquesta nova distribució són els mateixos que els anteriors. Aquesta nova distribució es troba representada a la Figura 14 on cada isòcrons porta associada un número que la defineix.

La nova distribució de la ubicació dels punts (Figura 14) mostra una millora notable respecte la distribució inicial. Aquest fet s'observa en el mínim entrecreuament que existeix entre les diferents isòcrones que componen les ubicacions dels punts. És a dir, tal i com s'ha esmentat anteriorment, interessa que hi hagi un mínim contacte entre les diverses isòcrones, cosa que

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

s'ha millorat en la nova distribució. Per altra banda, s'ha d'analitzar la cobertura que ofereixen aquests 8 punts de càrrega sobre les zones d'interès de la comunitat usuària, és a dir, si totes les zones d'interès prèviament esmentades queden cobertes per les 8 isòcrones definides.

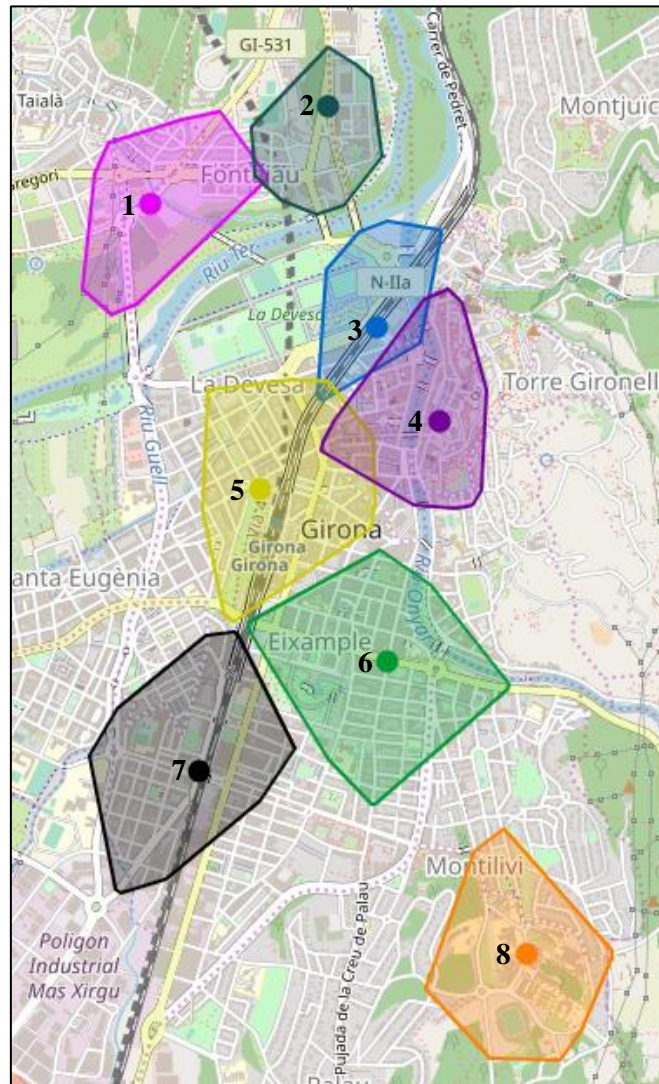


Figura 14: Distribució final dels punts de càrrega

Seguidament, es comprova que totes les zones d'interès estiguin cobertes pels 8 punts de càrrega i estacionament, amb les seves respectives isòcrones.

A la Figura 15 es mostra l'abast de cada una de les isòcrones 1 i 2, i s'observa com ambdues abasten tots els punts d'interès de la zona ja que aquests queden dins de les isòcrones.

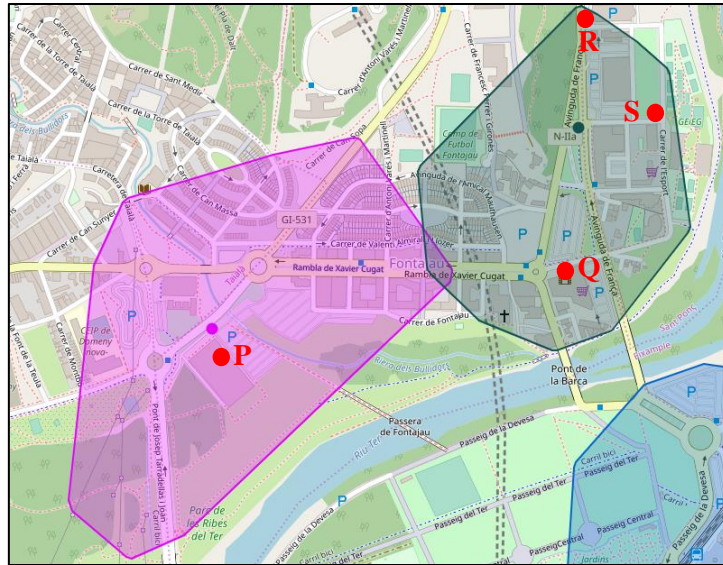


Figura 15: Cobertura dels punts de càrrega 1 i 2

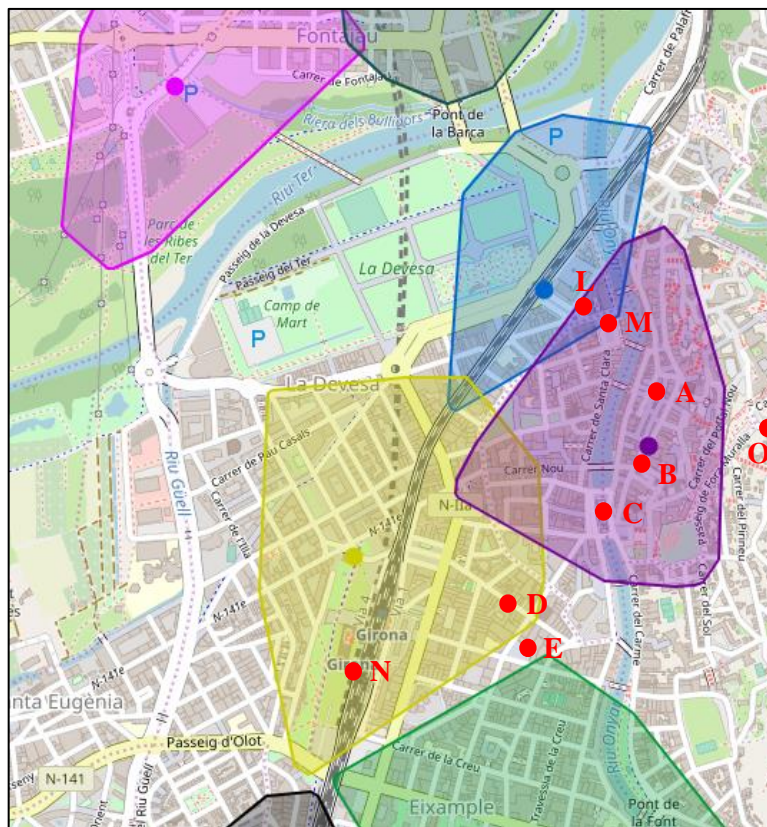


Figura 16: Cobertura dels punts de càrrega 3, 4 i 5

A la Figura 16 es mostren les isòcrones corresponents als punts de càrrega 3, 4 i 5. En aquesta es pot observar com la gran majoria dels punts d'interès queden coberts pel rang de cobertura de cada isòcrona. Per altra banda, alguns dels punts d'interès no queden coberts per aquestes, com són l'Hotel Carlemany (E) i el Campus del Barri Vell (O). L'Hotel Carlemany (E) és un

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

punt interessant a comentar ja que, tal i com s'observa a la Figura 16, es troba ubicat fora de qualsevol isòcrona però en una posició molt pròxima al rang de cobertura dels punts 5 i 6. Pel que fa el Campus del Barri Vell (O), tal i com s'ha comentat en l'apartat d'accessibilitat, el seu accés a través del carril bici és impossible ja que aquesta xarxa no circula pel Campus. A més, a l'hora d'ubicar la localització del punt de càrrega s'ha tingut en compte aquest factor i s'ha intentat minimitzar la distància entre aquest i el Campus del Barri Vell (O).

A la Figura 17 s'observa el rang que abasta cada una de les isòcrones 6, 7 i 8. En aquesta es pot observar com tots els punts d'interès queden coberts menys un parell de punts, l'Hotel Carlemany (E), anteriorment esmentat; i la futura Clínica Girona (K). Referent a aquest últim punt, tal i com s'ha comentat en l'apartat d'accessibilitat, no es pot accedir a aquest mitjançant la xarxa de carril bici del municipi. Llavors, ha comportat que el seu accés a través del patinet elèctric sigui impossible, i el punt de càrrega 7 és el més proper a aquest punt d'interès.

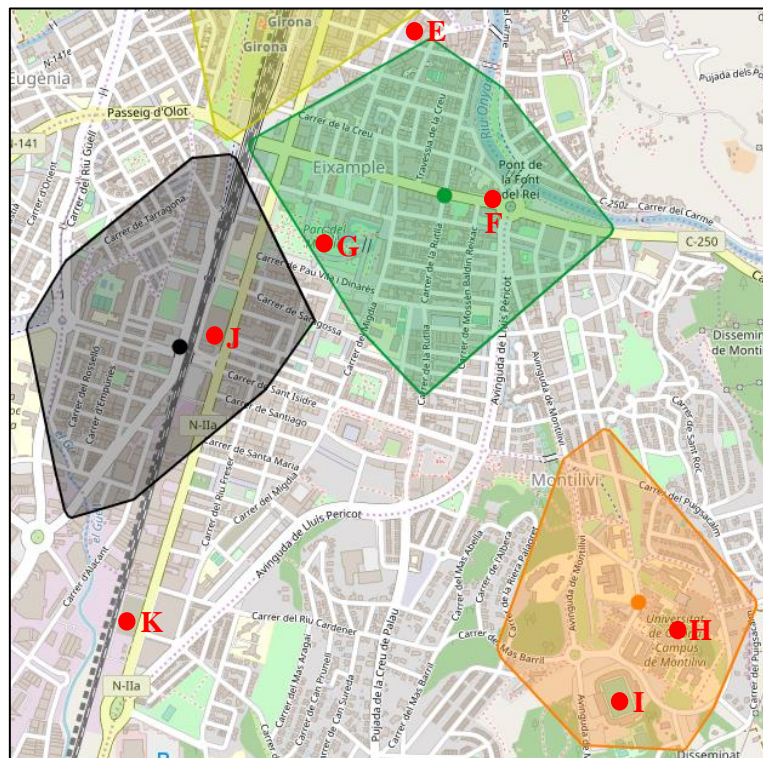


Figura 17: Cobertura dels punts de càrrega 6, 7 i 8

D'aquesta manera, s'ha generat la Taula 5 per resumir la nova distribució dels punts de càrrega i estacionament, juntament amb les respectives coordenades i els punts d'interès que abasta cada punt de càrrega. En aquesta queden especificades les peculiaritats d'aquesta distribució esmentades en aquest apartat i marcades amb un asterisc.

Finalment, en funció de l'anàlisi que s'acaba de realitzar i els resultats de les seves característiques, es decideix que aquesta distribució és satisfactòria i eficient per dur a terme la seva implementació.

Així doncs, tot i que aquesta sigui la versió final de la distribució dels punts de càrrega, segueix sent un punt de partida del projecte atès que segons l'evolució d'aquest i l'èxit que s'obtingui en un futur, es plantejarà si calen més punts de càrrega o si és necessari una reubicació/redistribució d'aquests.

Taula 5: Resum dels punts de càrrega i el seu abast

Punts de càrrega i estac.	Coord. ubicació	Punt d'interès
(1) Fontajau	41.9912041 2.8105588	(P) Pavelló de Fontajau
(2) GEiEG-Trueta	41.9947664 2.819271	(Q) Cinemes OCINE
		(R) Hospital Josep Trueta
		(S) GEiEG Sant Ponç
(3) Correus	41.9866746 2.8216527	(L) Oficina de Correus
		(M) Plaça de la Independència
(4) Plaça del Vi	41.983205 2.8247898	(A) Rambla
		(B) Plaça del Vi
		(C) Plaça de Catalunya
		(M) Plaça de la Independència
		(O) Campus del Barri Vell *
(5) La Punxa	41.980739 2.8159228	(D) Clínica Bofill i Clínica Girona
		(E) Hotel Carlemany **
		(N) Estació de trens i autobusos
(6) Infermeria	41.9744115 2.8222318	(E) Hotel Carlemany **
		(F) Facultat de Medicina i Infermeria
		(G) Parc del Migdia
(7) Hipercor	41.9704331 2.8128967	(G) Parc del Migdia
		(J) Hipercor
		(K) Futura Clínica Girona ***
(8) Montilivi	41.9636919 2.8291064	(H) Campus Montilivi
		(I) Estadi municipal de Montilivi

* La isòcrona 4 no abasta el Campus del Barri Vell, però és el punt de càrrega més proper a aquest.

** L'Hotel Carlemany es troba ubicat fora de les isòcrones, però molt proper a les dels punts 5 i 6.

*** El punt de càrrega més proper a la futura Clínica Girona és el de la isòcrona 7, tot i que es troba a una distància considerable.

5 ESTUDI DELS PUNTS DE CÀRREGA

Una vegada definits els punts de càrrega i estacionament distribuïts per la ciutat de Girona, el següent pas a realitzar consisteix en la definició de cada punt de càrrega escollit. Aquesta definició consisteix en l'especificació de la quantitat de punts d'ancoratge necessaris en cada punt de càrrega. D'aquesta manera, per tal de poder definir la quantitat necessària, primer es tindrà en compte la població usuària que hi resideix al municipi. Posteriorment, es durà a terme una anàlisi del volum d'usuaris candidats a utilitzar els punts d'ancoratge de cada punt de càrrega mitjançant un mètode basat en complementaris. Finalment, es realitzarà un estudi estadístic per acabar de dimensionar el número estimat de punts de càrrega i estacionament.

5.1 Obtenció de les dades poblacionals

Les dades poblacionals de la ciutat de Girona són la base de l'estudi estadístic a realitzar i és important escollir correctament aquestes per portar a terme un estudi eficient i fiable. Per fer-ho, s'ha accedit a la pàgina web de la Unitat Municipal d'Anàlisi Territorial (UMAT) de l'Ajuntament de Girona, la qual ha facilitat tota la informació que es necessitava.

D'aquesta manera, l'interès d'aquest estudi està focalitzat en la població compresa entre els 15 i 34 anys, que s'agruparan en grups d'edat quinquennals anuals per compactar la informació recaptada i agilitzar l'estudi. Per altra banda, de manera simultània també s'ha d'escollir correctament quina és l'estructura de la població en funció de les zones del municipi que més interessa. L'UMAT classifica aquesta estructura de 5 maneres diferents: barris, sectors, districtes, seccions censals i illes censals. Aquesta classificació augmenta la precisió per l'ordre respectiu. És a dir, el perímetre de cada zona va disminuint i augmentant la precisió en funció de l'ordre esmentat. Per tant, interessa classificar aquesta estructura de la manera més precisa possible.

A la Figura 19 i Figura 18 es pot observar una comparativa de les diferents distribucions per zones que ofereix la plataforma UMAT. La Figura 19 mostra la zona que delimita el Barri del Centre amb els corresponents sectors, mentre que la Figura 18 mostra la zona delimitada per una secció censal en concret i les respectives illes censals. Tal i com s'ha comentat i es pot observar a la Figura 19, els barris i els sectors abasten una gran quantitat del terreny del municipi, per tant, provoca que abastin a una gran quantitat de la població i que l'estudi no garanteixi resultats fiables. Per altra banda, a la Figura 18 s'observa que la zona de la secció censal és més reduïda i agafa una petita part de l'àrea del municipi, i es pot considerar prou

precisa per l'estudi que es vol realitzar. Si es necessites més precisió de la distribució poblacional per zones, les illes censals són les que ofereixen una major informació deguda a la seva major precisió, és a dir, ofereixen les dades poblacionals en una mínima àrea del municipi. Tot i això, aquest últim comportaria una excessiva recollida i fragmentació de la informació, aportant dades molt precises i detallades de la població. Per aquesta raó, s'ha decidit que la distribució per seccions censals sigui la utilitzada per realitzar l'estudi estadístic, ja que la informació que aporta és prou precisa per efectuar l'estudi de la distribució dels punts de càrrega i estacionament.

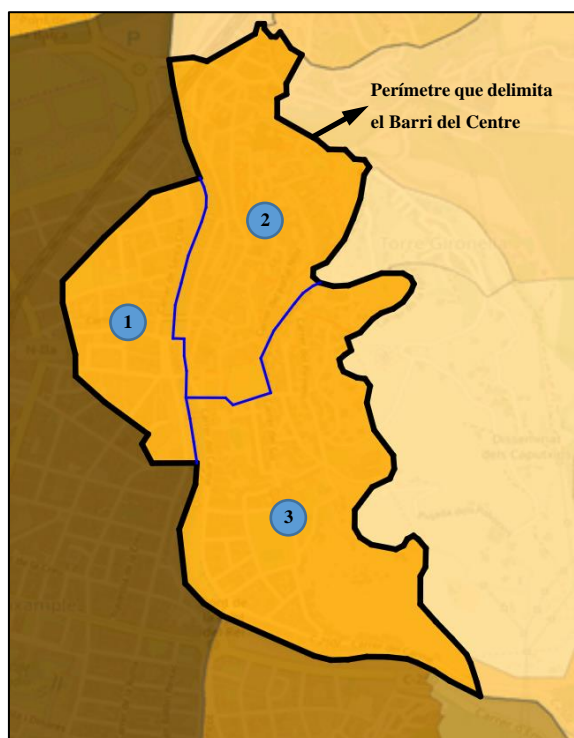


Figura 19: Perímetre del Barri del Centre amb els 3 sectors del barri
(Font: Ajuntament de Girona)



Figura 18: Perímetre d'una secció censal amb les respectives illes censals
(Font: Ajuntament de Girona)

Per tant, les dades poblacionals estan agrupades en funció dels grups d'edat quinquennals des dels 15 als 34 anys i la distribució territorial de les seccions censals, informació facilitada per l'UMAT i que es pot veure a l'annex C.1.

Aquesta informació recollida fa referència a tota la població de la ciutat, mentre que la desitjada per l'estudi és la referent a la porció de la població usuària del patinet elèctric d'ús propi. Així doncs, es necessària una correcció de les dades aportades per l'UMAT, aplicant un factor corrector amb el qual es pugui obtenir la informació pertinent. A través de la pàgina web de l'AEC (*Asociación Española de la Carretera*) s'ha pogut accedir al document *Nuevos*

sistemas de movilidad personal y sus problemas asociados a la seguridad vial, en el qual s'ha obtingut el contingut necessari per completar les dades que es necessiten. En aquest, es diu que “el 36% de la població en un rang d'edat de 18 a 35 anys ha utilitzat alguna vegada un VMP (vehicle de mobilitat personal), i que d'aquesta proporció, 1 de cada 2 el vehicle utilitzat ha estat un patinet elèctric.” (Monclús, et al., 2019).

Això no suposa una dada significativa, ja que només esmenta la proporció de la població que ha utilitzat alguna vegada un patinet elèctric. Però, en el document també es diu que “dins del percentatge d'usuaris que hagin utilitzat un VMP, el 85% d'aquests són propietaris del vehicle.” (Monclús, et al., 2019)

Consegüentment, aquesta última informació es considera significativa ja que especifica un percentatge d'usuaris amb un vehicle propi. El factor corrector obtingut s'obté fent el producte dels percentatges esmentats (eq. 3):

$$f_c = 0.36 \cdot 0.5 \cdot 0.85 = 0.153 \text{ (15.3 \%)} \quad (\text{eq. 3})$$

Finalment, el factor correctiu que s'obté és del 0.153, és a dir, que segons els estudis realitzats per l'AEC el 15.3% de la població estudiada (la compresa entre els 15 i 34 anys) és propietària d'un patinet elèctric. Aquest factor s'aplica la taula de dades poblacionals per tal d'obtenir una estimació de la població que utilitza aquest vehicle. Aquesta nova informació s'utilitzarà per la realització de l'estudi estadístic i es pot visualitzar a l'annex C.2.

5.2 Punts d'ancoratges dels punts de càrrega

En els apartats anteriors s'ha definit la distribució dels punts de càrrega en la ciutat de Girona i l'abast de cadascuna d'aquestes estacions. Però, s'ha de tenir present un factor important per definir correctament cadascun d'aquests punts de càrrega, que és el dimensionat del número estimat de punts d'ancoratge necessaris en aquests. Per dimensionar-ho, s'ha d'analitzar quina és la quantitat d'usuaris que són candidats a utilitzar els diversos punts de càrrega.

Aquesta anàlisi es durà a terme mitjançant un mètode basat en els complementaris dels usuaris que abasta l'àrea de cobertura de cada punt de càrrega. Per facilitar l'explicació d'aquest mètode s'explicarà un exemple. Una persona que viu prop del pavelló de Fontajau no utilitzarà el punt de càrrega de Fontajau (1) ja que preferirà carregar o estacionar el seu vehicle al seu domicili, per raons òbvies. Per tant, el punt de càrrega de Fontajau (1) l'utilitzarà la resta de la

població que no es trobi en el rang de cobertura del mateix punt. És a dir, l'utilitzarà el número complementari dels usuaris que estiguin en el rang de cobertura del punt de càrrega de Fontajau.

D'aquesta manera, el primer pas pel càlcul del dimensionat dels punts d'ancoratge és conèixer el número d'usuaris que es troben continguts en el rang de cobertura de cada punt de càrrega, que han estat definits prèviament en l'apartat de la implementació de les isòcrones. Posteriorment s'aplicarà el complementari d'aquest valor per conèixer la demanda de punts d'ancoratge del punt.

5.2.1 Usuaris del rang de cobertura del punt de càrrega

El número d'usuaris de cada rang de cobertura és una dada necessària per l'estudi, la qual s'obté a partir de la base de dades de la població. Cal recordar que aquesta base de dades està distribuïda per les seccions censals de la ciutat.

Així doncs, la Figura 20 mostra el conjunt dels punts de càrrega i estacionament que s'ha definit anteriorment, amb la corresponent àrea de cobertura de cadascun d'ells. Com es pot observar, cadascuna d'aquestes àrees està composta per un subconjunt d'àrees que corresponen a una fracció de l'àrea total de la secció censal on s'ubica.

És a dir, cada àrea de cobertura abasta diferents seccions censals, les quals es poden observar en els punts de càrrega (1, 2, 3, ..., 8) de la Figura 20. Si s'observa el punt 2, per exemple, es diferencien dues subàrees que conformen l'àrea de cobertura d'aquest punt en concret. Cadascuna d'aquestes subàrees formen part de l'àrea total d'alguna secció censal coneguda. Per tant, s'observa que la subàrea A21 és una porció de l'àrea total d'una secció censal, mentre que la subàrea A22 és una altra porció de l'àrea total d'una altra secció censal.

Això implica que les subàrees són desconegudes, ja que només es coneix l'àrea de la secció censal (dades facilitades per l'Ajuntament de Girona i que estan recollides en l'annex C.3). Per tal d'obtenir el valor d'aquestes subàrees, s'ha utilitzat el programa geomètric GeoGebra.

El programa és una eina geomètrica que ens permet calcular les subàrees de cada secció censal. Per fer-ho, al GeoGebra es dibuixa la geometria de cadascuna de les diverses subàrees que conformen cada cobertura del punt de càrrega mitjançant punts i línies, per posteriorment utilitzar una eina que permet calcular l'àrea d'un seguit de punts. En definitiva, mitjançant el GeoGebra s'obtenen el valor de totes les subàrees de cada punt de càrrega. L'aspecte més important a tenir en compte són les unitats d'aquest valor. El valor obtingut del programa està

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

en unitats cartesianes, donat que s'utilitza una gràficadora 2D pel seu càlcul. Llavors, s'ha de realitzar una conversió d'aquestes unitats cartesianes a unitats de distància.

Aquesta conversió es pot dur a terme a partir de la informació que es pot extreure de la Figura 20, ja que cadascuna de les imatges dels punts de càrrega té assignat un valor d'escala amb el respectiu valor en unitats cartesianes. És a dir, cadascuna de les imatges s'han obtingut mitjançant unes captures d'imatge de l'aplicació GeoGebra, la qual cosa provoca que cadascuna d'aquestes presentin una escala diferent. Així doncs, això permet obtenir el factor de conversió que s'utilitzarà per calcular la subàrea real de cada punt de càrrega, fet que comporta que es tingui un factor de conversió diferent per a cada punt de càrrega, pels motius que s'han esmentat. Aquest factor de conversió s'obté del càlcul realitzat a la Taula 6.

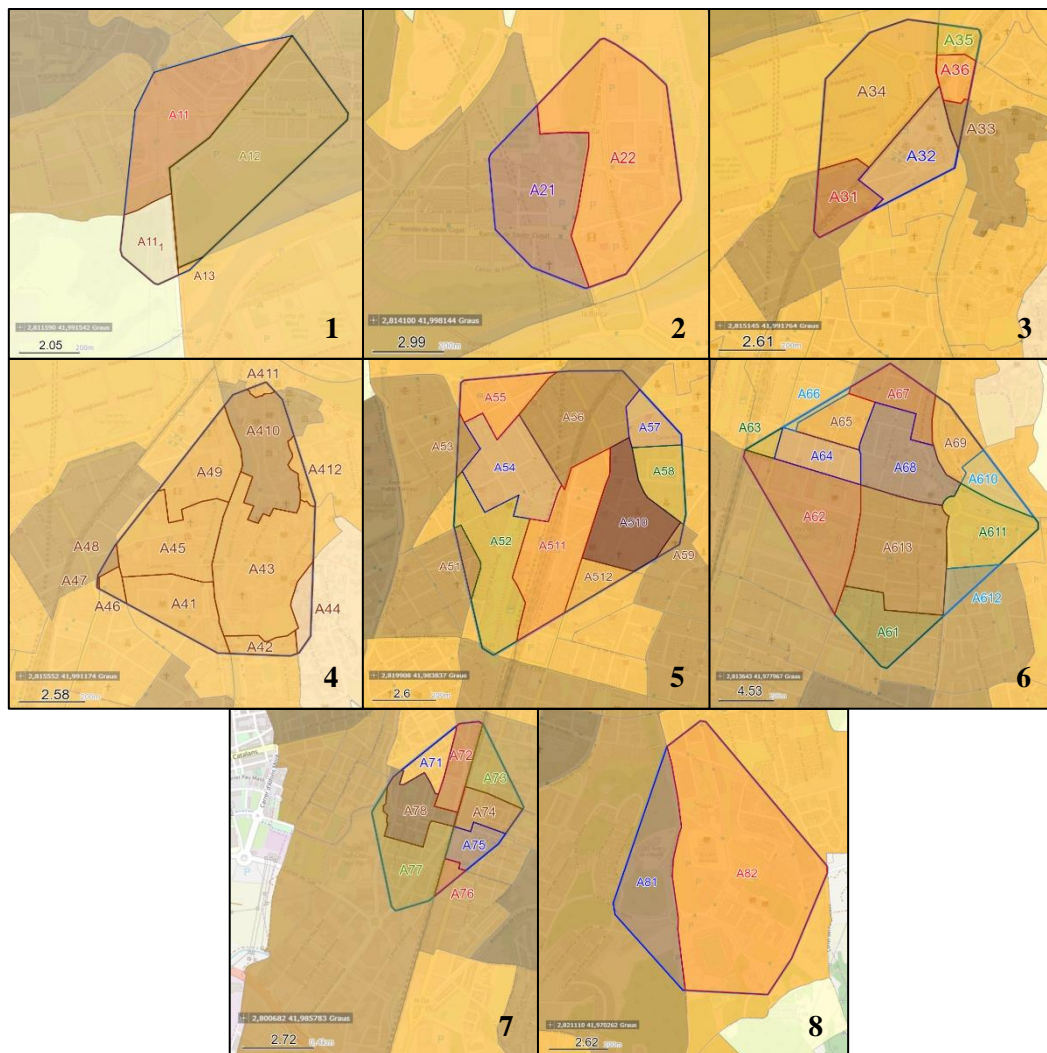


Figura 20: Subdivisió de les àrees de cobertura dels punts de càrrega

Taula 6: Factor de conversió de cada punt de càrrega

Punt de càrrega	Distància GeoGebra (ut. cart.)	Distància Real (m)	Conversió (m /ut. cart.)
(1) Fontajau	2,05	200	97,56
(2) GEiEG-Trueta	2,99	200	66,89
(3) Correus	2,61	200	76,63
(4) Plaça del Vi	2,58	200	77,52
(5) La Punxa	2,60	200	76,92
(6) Infermeria	4,53	200	44,15
(7) Hipercor	2,72	400	147,06
(8) Montilivi	2,62	200	76,34

D'aquesta manera, es coneix el factor de conversió que s'utilitzarà pels càlculs pertinents. Cal remarcar que el procediment que s'està portant a terme no és 100% exacte ja que s'està realitzant una aproximació de manera gràfica del valor de la subàrea. Això pot implicar que hi hagi una petita desviació dels valors finals obtinguts, cosa que es tindrà present en els càlculs.

Així doncs, s'ha construït la Taula 7 amb la qual es calcula el valor real de la subàrea de cada àrea de cobertura dels diversos punts de càrrega. En aquesta s'observa que els punts de càrrega estan distribuïts en les diverses subàrees d'aquest, juntament amb el seu valor obtingut a través del GeoGebra. Seguidament, mitjançant els factors de conversió obtinguts a la Taula 6 s'ha calculat la subàrea real en m². A més, la taula també incorpora informació de la secció censal corresponent a cada subàrea juntament amb l'àrea d'aquesta secció (dades que es poden consultar a l'annex C.3).

Taula 7: Valors de les subàrees

Punts de càrrega	Àrea d'abast			Seccions censals corresponents	
	Nom	GeoGebra (ut. cart.)	Real (m ²)	Secció	Àrea secció (m ²)
(1) Fontajau	A11	18,48	175.895,30	6-04	1.517.057,14 *
	A12	21,67	206.258,18	6-01	410.724,38
	A13	0,15	1.427,72	3-04	591.234,81
(2) GEiEG-Trueta	A21	19,99	89.439,72	6-01	410.724,38
	A22	35,39	158.342,75	6-05	749.177,86 *
(3) Correus	A31	5,90	34.644,24	3-03	134.160,45
	A32	9,93	58.308,01	3-02	86.617,36
	A33	1,10	6.459,09	4-01	81.245,74
	A34	21,48	126.128,51	3-04	591.234,81
	A35	2,76	16.206,46	5-02	298.457,12
	A36	2,17	12.742,03	4-02	261.972,16
(4) Plaça del Vi	A41	8,12	48.795,14	2-01	83.865,87

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

	A42	2,13	12.799,71	1-03	108.984,99
	A43	19,25	115.678,14	1-01	125.609,63
	A44	2,05	12.318,97	1-02	209.865,66
	A45	11,27	67.724,30	3-01	70.866,70
	A46	0,98	5.889,07	2-03	71.882,81
	A47	0,03	180,28	2-02	108.421,24
	A48	0,48	2.884,44	3-03	134.160,45
	A49	8,12	48.795,14	3-02	86.617,36
	A410	10,67	64.118,74	4-01	81.245,74
	A411	0,39	2.343,61	4-02	261.972,16
	A412	1,14	6.850,55	4-02	261.972,16
	(5) La Punxa	A51	1,52	8.994,08	3-15
A52		13,67	80.887,57	3-20	98.669,85
A53		1,35	7.988,17	3-19	109.214,44
A54		12,10	71.597,63	3-05	71.224,13
A55		6,15	36.390,53	3-04	591.234,81
A56		15,45	91.420,12	3-03	134.160,45
A57		3,68	21.775,15	3-01	70.866,70
A58		5,29	31.301,78	2-01	83.865,87
A59		0,54	3.195,27	2-04	74.345,69
A510		12,14	71.834,32	2-03	71.882,81
A511		15,85	93.786,98	2-02	108.421,24
A512		2,84	16.804,73	2-05	41.078,21
(6) Infermeria	A61	28,03	54.636,98	2-10	119.135,50
	A62	58,13	113.308,87	2-07	211.039,37
	A63	3,19	6.218,05	2-02	108.421,24
	A64	18,14	35.359,07	2-12	35.107,72
	A65	16,46	32.084,36	2-13	32.228,21
	A66	2,24	4.366,28	2-05	41.078,21
	A67	19,53	38.068,51	2-04	74.345,69
	A68	40,35	78.651,52	2-06	78.647,16
	A69	15,78	30.758,88	1-03	108.984,99
	A610	11,98	23.351,80	1-04	96.365,99
	A611	33,95	66.176,43	2-09	76.854,49
	A612	8,19	15.964,21	2-18	131.128,67
	A613	64,28	125.296,65	2-08	125.195,46
(7) Hipercor	A71	2,19	47.361,59	3-06	142.989,97
	A72	3,10	67.041,52	3-07	82.715,42
	A73	2,98	64.446,37	2-07	211.039,37
	A74	2,84	61.418,69	2-21	86.615,67
	A75	2,39	51.686,85	2-11	103.307,50
	A76	0,72	15.570,93	2-22	174.967,58
	A77	6,61	142.949,83	3-10	1.466.735,86
	A78	4,75	102.724,91	3-12	104.059,88
(8) Montilivi	A81	17,49	101.917,14	2-15	738.214,37
	A82	57,89	337.334,65	2-16	1.027.527,43 *

* A l'àrea de la secció censal se li ha sumat l'àrea del disseminat

Si s'observa la Taula 7, alguns dels valors de les subàrees obtinguts mitjançant el factor de conversió donen un valor superior al valor real de la secció censal. Si es mira la fila corresponent a la subàrea A54, el valor obtingut a partir del GeoGebra és de 71.597,63 m² mentre que el valor de l'àrea total de la secció censal corresponent és de 71.224,13 m². Físicament és impossible ja que no puc obtenir un valor superior al de l'àrea total. Això és degut, tal i com s'ha comentat prèviament, al mètode emprat pel càlcul, ja que s'ha dut a terme mitjançant aproximacions gràfiques realitzades amb el programa. Però, com es pot observar a la imatge 5 de la Figura 20, la subàrea A54 està completament dins de l'àrea de cobertura del punt. Per tant, s'està cometent un error de 373,5 m², que si es relativitza respecte la superfície que ocupa un camp de futbol (120 m x 90 m=10800 m²), aquest error equival a un 3.46% d'aquesta superfície.

En definitiva, l'error que es comet és insignificant. Tot i això, pels càlculs que es realitzaran a posteriori, tots aquells valors obtinguts experimentalment que siguin superiors a l'àrea de la corresponent secció censal se'ls hi assignarà automàticament aquest valor últim.

D'aquesta manera, es coneix l'àrea de cada secció censal amb el respectiu nombre d'usuaris que s'ha obtingut de la base de dades poblacionals, i també es coneix les subàrees de cadascun dels punts. Per tant, mitjançant la relació d'usuaris per àrea es pot obtenir el nombre d'usuaris de cada subàrea, i és el que s'observa a la Taula 8.

Taula 8: Càlcul usuaris de cada subàrea

Punts de càrrega	Seccions censals corresponents			Àrea d'abast		
	Secció	Àrea secció (m2)	Usuaris	Nom	Subàrea (m2)	Usuaris
(1) Fontajau	6-04	1.517.057,14	57	A11	175.895,30	7
	6-01	410.724,38	68	A12	206.258,18	34
	3-04	591.234,81	42	A13	1.427,72	0
(2) GEiEG-Trueta	6-01	410.724,38	68	A21	89.439,72	15
	6-05	749.177,86	56	A22	158.342,75	12
(3) Correus	3-03	134.160,45	94	A31	34.644,24	24
	3-02	86.617,36	43	A32	58.308,01	29
	4-01	81.245,74	96	A33	6.459,09	8
	3-04	591.234,81	42	A34	126.128,51	9
	5-02	298.457,12	38	A35	16.206,46	2
	4-02	261.972,16	34	A36	12.742,03	2
(4) Plaça del Vi	2-01	83.865,87	26	A41	48.795,14	15
	1-03	108.984,99	50	A42	12.799,71	6
	1-01	125.609,63	53	A43	115.678,14	49
	1-02	209.865,66	29	A44	12.318,97	2
	3-01	70.866,70	46	A45	67.724,30	44
	2-03	71.882,81	43	A46	5.889,07	4
	2-02	108.421,24	39	A47	180,28	0

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

	3-03	134.160,45	94	A48	2.884,44	2
	3-02	86.617,36	43	A49	48.795,14	24
	4-01	81.245,74	96	A410	64.118,74	76
	4-02	261.972,16	34	A411	2.343,61	0
	4-02	261.972,16	34	A412	6.850,55	1
(5) La Punxa	3-15	39.335,45	84	A51	8.994,08	19
	3-20	98.669,85	60	A52	80.887,57	49
	3-19	109.214,44	65	A53	7.988,17	5
	3-05	71.224,13	53	A54	71.224,13	53
	3-04	591.234,81	42	A55	36.390,53	3
	3-03	134.160,45	94	A56	91.420,12	64
	3-01	70.866,70	46	A57	21.775,15	14
	2-01	83.865,87	26	A58	31.301,78	10
	2-04	74.345,69	62	A59	3.195,27	3
	2-03	71.882,81	43	A510	71.834,32	43
	2-02	108.421,24	39	A511	93.786,98	34
	2-05	41.078,21	39	A512	16.804,73	16
	(6) Infermeria	2-10	119.135,50	87	A61	54.636,98
2-07		211.039,37	75	A62	113.308,87	40
2-02		108.421,24	39	A63	6.218,05	2
2-12		35.107,72	47	A64	35.107,72	47
2-13		32.228,21	42	A65	32.084,36	42
2-05		41.078,21	39	A66	4.366,28	4
2-04		74.345,69	62	A67	38.068,51	32
2-06		78.647,16	76	A68	78.647,16	76
1-03		108.984,99	50	A69	30.758,88	14
1-04		96.365,99	54	A610	23.351,80	13
2-09		76.854,49	60	A611	66.176,43	52
2-18		131.128,67	50	A612	15.964,21	6
2-08		125.195,46	84	A613	125.195,46	84
(7) Hipercor	3-06	142.989,97	35	A71	47.361,59	12
	3-07	82.715,42	106	A72	67.041,52	86
	2-07	211.039,37	75	A73	64.446,37	23
	2-21	86.615,67	60	A74	61.418,69	43
	2-11	103.307,50	98	A75	51.686,85	49
	2-22	174.967,58	68	A76	15.570,93	6
	3-10	1.466.735,86	83	A77	142.949,83	8
	3-12	104.059,88	120	A78	102.724,91	118
(8) Montilivi	2-15	738.214,37	92	A81	101.917,14	13
	2-16	1.027.527,43	48	A82	337.334,65	16

Finalment, es realitza el recompte dels usuaris estimats en cada àrea de cobertura i s'obté la Taula 9.

Taula 9: Usuaris de cada àrea de cobertura

Punt de càrrega	Usuaris dins àrea cobertura	Usuaris complementaris
(1) Fontajau	41	3.962
(2) GEiEG-Trueta	27	3.976
(3) Correus	74	3.929
(4) Plaça del Vi	223	3.780
(5) La Punxa	313	3.690
(6) Infermeria	452	3.551
(7) Hiperacor	345	3.658
(8) Montilivi	29	3.974

Així doncs, es coneix el número aproximat d'usuaris que no tendiran a utilitzar els punts de càrrega degut a la proximitat del seu domicili, de la mateixa manera que es coneix la quantitat d'usuaris que sí poden utilitzar-los. Seguidament, amb la demanda coneguda s'estudiarà quin ha de ser el dimensionat dels punts d'ancoratge de cada punt de càrrega.

5.2.2 Ancoratges per cada punt de càrrega

En aquest apartat s'analitzarà quants punts d'ancoratge seran necessaris en cada estació de càrrega i estacionament, tenint en compte la informació de la Taula 9 i la informació que s'aportarà i es comentarà a continuació.

Llavors, a la Taula 9 s'ha estimat quina és la quantitat d'usuaris que podrien utilitzar els ancoratges de cada estació de càrrega. En el cas de l'estació de Fontajau (1) s'ha estimat que podrien acudir uns 3962 usuaris, i com és lògic i coherent, no vol dir que s'hagin d'implementar 3962 ancoratges. Se li haurà d'aplicar un factor de corrector estadístic per tal d'estimar el número d'ancoratges per estació amb la finalitat de satisfer la demanda obtinguda a la Taula 9.

Per fer una estimació d'aquest factor, s'analitzaran les dades conegudes sobre els vehicles elèctrics i els seus estacionaments a la ciutat de Girona, amb la finalitat de dur a terme una comparació amb els patinets elèctrics. La raó per la qual es fa aquesta comparació és pel servei que ofereix i la similitud que presenten ambdós, sent aquests dos de caràcter elèctric. Per tant, primer es comentarà el funcionament dels vehicles elèctrics a la ciutat de Girona i els estacionaments d'aquests.

Actualment, l'Ajuntament de Girona té implementats tres estacions de recàrrega gratuïta per a vehicles elèctrics a la via pública, disponibles per a tota la ciutadania i aquelles empreses que necessitin dels seus serveis. La implementació d'aquestes estacions de recàrrega formen part

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

d'una iniciativa aprovada pel Pla de mobilitat, el qual incentiva a la reducció d'emissions i de contaminació que generen la utilització de vehicles propulsats amb gasolina i dièsel. És a dir, l'Ajuntament de Girona ofereix un servei públic de forma totalment gratuït amb la finalitat de promocionar el transport ecològic amb les mínimes emissions, incentivant els vehicles nets i eficients. Per aquesta raó ofereix aquest servei gratuït, per premiar aquells pioners que decideixen passar-se a aquesta tipologia de vehicles.

D'aquesta manera, els vehicles elèctrics i els patinets elèctrics presenten un conjunt de similituds, ja que ambdós són respectuosos amb el medi ambient ja que són elèctrics. Per aquesta raó, el servei públic que s'oferiria als usuaris del patinet també disposarien d'un servei de càrrega totalment gratuït, per incentivar i conscienciar a la població. Per tant, les dades dels vehicles elèctrics ens serviran de referència per efectuar el càlcul del número d'ancoratges necessaris en cada estació de càrrega i estacionament.

Mitjançant la informació disponible i aportada per l'Ajuntament és possible conèixer el número total de vehicles elèctrics i endollables censats a Girona, juntament amb el número d'estacionaments de recàrrega. Per l'obtenció del número de vehicles elèctrics censats a Girona s'ha contactat amb l'Ajuntament, el qual des del departament d'informàtica ha facilitat aquest número, sent de 40 vehicles elèctrics en el municipi de Girona els que tenen concedida la bonificació del 75% en l'impost. A més, es coneix el número d'estacionaments per aquests vehicles, sent 3 estacionaments ubicats en aquestes zones de Girona:

1. Plaça de Catalunya.
2. Interior de l'aparcament en superfície situat al carrer de Josep Tharrats i Vidal, n. 2.
3. Interior de l'aparcament en superfície situat al carrer del Riu Cardener, n. 32, amb intersecció a l'avinguda de Lluís Pericot.

Tot i això, l'Ajuntament de Girona és conscient de la poca implantació del cotxe elèctric a la ciutat ja que només hi ha 40 vehicles censats. Però, en base a unes previsions i estudis realitzats pel propi Ajuntament s'ha estimat que en un curt termini de temps aquest número de vehicles es quintuplicarà, provocant que aquest número de vehicles elèctrics augmenti fins als 200.

D'aquesta manera, s'utilitzarà l'estimació de 200 vehicles elèctrics realitzada per l'Ajuntament i mantenint el número d'estacionaments existents a la ciutat. Per tant, es coneix quina és la relació entre els estacionaments i el número de vehicles elèctrics de la ciutat de Girona. Per tant, es coneix la ràtio entre el número d'estacionaments i el número de vehicles

(eq. 4), i donades les similituds esmentades amb el patinet elèctric (que també seria un servei públic per promocionar el transport amb poques emissions i respectuós amb el medi ambient), s'utilitzarà aquesta ràtio per determinar els ancoratges de patinets elèctrics.

$$\text{ràtio} = \frac{n^{\circ} \text{ estacionaments}}{n^{\circ} \text{ vehicles}} = \frac{3}{200} = 0.015 \text{ estac./vehic.} \quad (\text{eq. 4})$$

Aquesta ràtio està calculada a partir de dades globals dels vehicles elèctrics de Girona, per tant, l'ideal seria calcular el número d'ancoratges de patinets elèctrics a partir del número total d'usuaris i no a partir de la demanda de cada estació de la Taula 9. A més, si s'analitza la demanda d'ancoratges de la Taula 9 es pot observar que aquests varien entre els 3551 i els 3976 ancoratges de demanda, sent un rang que només varia en 425 ancoratges. Malgrat que existeixi aquest diferència, no es creu que s'hagi de matisar en el número d'ancoratges de cada estació ja que es considera insignificant si es compara amb el total. Com a conseqüència, el càlcul dels ancoratges es durà a terme mitjançant el número global d'usuaris i es distribuiran de manera equitativa per les diferents estacions de càrrega i estacionament.

Per tant, amb el número total d'usuaris del patinet elèctric és de 4003, que es pot veure en l'annex C.2; i la ràtio d'estacionaments per vehicle (eq. 4) es realitza una estimació dels ancoratges que teòrics que s'haurien d'implementar per tota la ciutat de Girona (eq. 5).

$$\text{núm. ancor.} = 4003 \text{ usuaris} \cdot \frac{0.015 \text{ ancor.}}{1 \text{ usuari}} \approx 60 \text{ ancoratges} \quad (\text{eq. 5})$$

Segons la relació obtinguda a partir dels vehicles elèctrics i els seus estacionaments, s'ha estimat que s'haurien d'implementar uns 60 ancoratges per tota la ciutat de Girona. Seguidament, si es distribueixen aquests 60 ancoratges per les 8 estacions de càrrega i estacionament, s'obté com a resultat 7.5 ancoratges per cada estació.

Així doncs, tot i que s'hagi estimat que cada estació hauria de disposar de 7 o 8 ancoratges, inicialment no s'implementaran tots aquests ancoratges. És a dir, davant la incertesa i el desconeixement de l'èxit que pugui tenir el servei de càrrega i estacionament, en una primera implementació del servei no s'implantarán els 7 o 8 ancoratges. Per tant, es durà a terme una implementació progressiva dels ancoratges, la qual estarà determinada per diferents fases del projecte dels patinets elèctrics:

1a fase. Execució d'una prova pilot amb 5 ancoratges a cada estació de càrrega.

L'objectiu d'aquesta fase és avaluar la tendència de les estacions i l'impacte generat

en la comunitat. Per tant, es comprovarà la funcionalitat dels ancoratges de cada estació i si hi ha una atracció i recolzament de la idea.

2a fase. En funció de l'èxit obtingut en la 1a fase, es durà a terme un posterior anàlisi avaluant possibles millores d'aquest nou servei de càrrega i estacionament. Aquest consistiria en l'estudi de l'impacte d'aquest nou servei, analitzar la demanda d'ancoratges que s'ha generat a cada estació, estudiar la possibilitat d'implementar altres estacions de càrrega i estacionament, dur a terme enquestes a la comunitat per conèixer diverses perspectives amb la finalitat de millorar el servei, etc.

3a fase. En base als resultats obtinguts en l'estudi i l'anàlisi de la 2a fase, es realitzaria un futur projecte on s'executaria un expansió del servei de càrrega i estacionament del patinet, duent a terme un redimensionat del número d'estacions i del número d'ancoratges.

D'aquesta manera, en aquest projecte només constarà la primera fase de la implementació progressiva d'aquestes estacions i ancoratges, ja que no es disposaria del suficient temps d'implementar la primera fase i començar a analitzar-la. Llavors, tal i com s'ha dit, només es realitzarà l'estudi de la prova pilot, la qual implica la implementació de 5 ancoratges per cada estació de càrrega i estacionament.

6 ANCORATGES

Una vegada definides les diferents estacions amb els punts d'ancoratge de cadascuna d'elles, ara queda definir el tipus d'ancoratge que es vol utilitzar i com es distribuïran en les estacions, ja que en funció de les condicions de cada via es distribuïrà d'una manera o una altra. Per tal de definir-los, hi ha unes necessitats que s'hauran de tenir present a l'hora de definir l'ancoratge que s'utilitzarà. Aquests hauran de garantir la total seguretat i protecció del patinet, permetre la càrrega de qualsevol tipus de patinet i que l'ús d'aquests sigui simple sense que l'usuari perdi molt de temps en dipositar el seu patinet en l'ancoratge.

6.1 Disseny ancoratge

Inicialment, s'ha realitzat un estudi de les diferents varietats d'ancoratges existents en el mercat. La finalitat de l'estudi és conèixer el funcionament i l'estructura d'aquests, valorant altres factors amb els quals s'avaluarà la fiabilitat dels ancoratges i si compleixen les necessitats que s'ha previst anteriorment. A continuació, es mostren aquestes alternatives seguides d'una taula (Taula 10) que compara els diferents productes amb els seus avantatges i inconvenients.



Figura 21: Ancoratge 1
Font: *planningnerd.net*



Figura 22: Ancoratge 2
Font: *shutterstock*



Figura 23: Ancoratge 3
Font: *parkings Castelló*



Figura 24: Ancoratge 4
Font: *alamy*



Figura 25: Ancoratge 5
Font: *Neuron Mobility*

Taula 10: Comparació alternatives d'ancoratges

Alternatives	Avantatges	Inconvenients
Ancoratge 1 (Figura 21)	<ul style="list-style-type: none"> - Fàcil accés i estacionament. - Baix cost de producció. - Estacionament múltiple. - Ús per a qualsevol patinet elèctric. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca seguretat i protecció. - No recarregable. - Necessitat d'un element de tancament (tipus cademat).
Ancoratge 2 (Figura 22)	<ul style="list-style-type: none"> - Fàcil accés i estacionament. - Seguretat i protecció mitjana. - Estacionament múltiple. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cost de producció elevat. - No recarregable. - Ús exclusiu pels patinets elèctrics de l'empresa.
Ancoratge 3 (Figura 23)	<ul style="list-style-type: none"> - Fàcil accés i estacionament. - Baix cost de producció. - Estacionament múltiple. - Ús per a qualsevol patinet elèctric. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca seguretat i protecció. - No recarregable. - Necessitat d'un element de tancament (tipus cademat).
Ancoratge 4 (Figura 24)	<ul style="list-style-type: none"> - Fàcil accés i estacionament. - Estacionament múltiple. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cost de producció elevat. - Poca seguretat i protecció. - No recarregable. - Ús exclusiu pels patinets elèctrics de l'empresa.
Ancoratge 5 (Figura 25)	<ul style="list-style-type: none"> - Fàcil accés i estacionament. - Seguretat i protecció elevada. - Estacionament únic. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cost de producció elevat. - No recarregable. - Ús exclusiu pels patinets elèctrics de l'empresa.

A la Taula 10 s'ha realitzat una comparació de les prestacions que ofereix cada ancoratge, seguits dels inconvenients de cadascun d'ells. En aquesta es comenta la facilitat d'accés i d'estacionament dels ancoratges, els tipus d'estacionaments que ofereix, la seguretat i protecció que generen, etc. Cal destacar que cap dels ancoratges que s'ha estudiat disposa de cap sistema de càrrega dels seus patinets i que la gran majoria d'ancoratges són d'ús exclusiu per als patinets elèctrics que ofereix l'empresa, per tant, és un servei privat pels clients d'aquesta. A més, la

gran majoria és partidària de la construcció d'ancoratges amb múltiples estacionaments, com es pot veure a la Figura 22.

Després d'analitzar les alternatives trobades, s'ha cregut oportú fer una variació del disseny de l'ancoratge 5 (Figura 25), ja que és el que més s'adequa a les necessitats previstes. S'ha escollit aquest ja que és un ancoratge fàcil d'utilitzar i d'accedir. El seu funcionament consisteix en bloquejar o desbloquejar l'ancoratge mitjançant un codi QR que es llegeix des d'una aplicació mòbil. A més, el bloqueig i desbloqueig es duu a terme mitjançant un sistema electromagnètic que s'activa o desactiva en funció de l'acció que es vulgui executar, fent que la seguretat antirobatori sigui moderada. Una altra raó ha estat que aquest ancoratge és d'estacionament únic, el qual permetrà estructurar les estacions amb la distribució que es desitgi, en funció de les característiques de la via; permetrà una fàcil detecció de possibles errors en el funcionament, etc.

D'aquesta manera, s'ha realitzat una variació en el disseny d'aquest ancoratge. Aquest nou disseny porta incorporat una ventall de prestacions per oferir un major servei a l'usuari que utilitzi les instal·lacions. Aquestes prestacions són:

- **Fàcil ús i funcionament de l'ancoratge** (en el proper apartat s'explica el funcionament de la instal·lació).
- **Sistema de bloqueig per garantir la seguretat del vehicle:** l'ancoratge disposa d'un sistema pneumàtic que bloquejarà aquest, i impossibilitarà l'extracció del patinet.
- **Sistema elèctric per la càrrega:** incorporació d'una instal·lació elèctrica que permeti la càrrega de qualsevol tipus de patinet elèctric.
- **Estacionament individual:** aquest permetrà el fàcil modelatge i estructuració de cada estació, ja que en funció de les característiques de la via i altres factors externs, els ancoratges es distribuïran d'una manera o altre (aquests factors externs i l'estructuració de les estacions es comentaran més endavant). A més, aquesta opció permet la fàcil detecció de possibles problemes en el funcionament. És a dir, si l'estacionament fos múltiple, en detectar-se un error seria més complicat determinar la procedència del mateix degut als múltiples elements que hi ha. D'aquesta manera, si es disposa d'un estacionament individual, la detecció d'errors és més fàcil ja que hi ha menys elements a controlar.
- **Ancoratge adaptable a qualsevol patinet:** s'ha dissenyat en funció del tamany i altres característiques que pugui tenir el patinet.

- Ús per tota la comunitat usuària del patinet elèctric: servei públic i gratuït.

Llavors, tenint en compte aquestes prestacions i la base de la qual es parteix, realitzant una variació del disseny i ús de l'ancoratge 5 (Figura 25); s'ha dissenyat el següent ancoratge mitjançant el programa de modelització 3D Onshape (Figura 26):

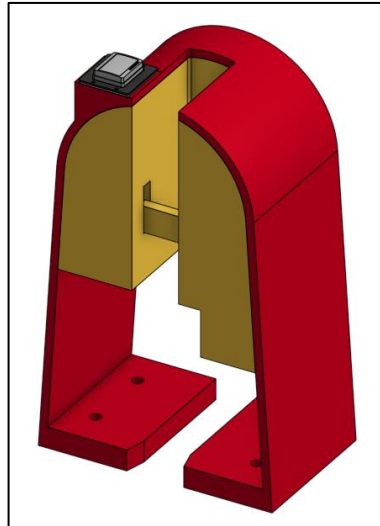


Figura 26: Disseny ancoratge

I a la Figura 27 es pot veure el dimensionat d'aquest ancoratge.

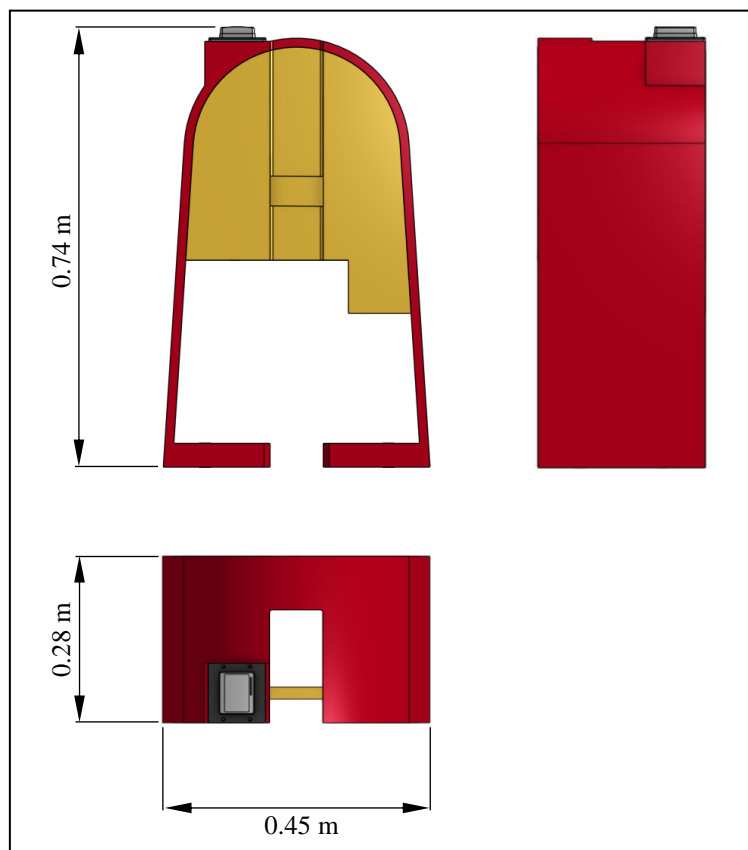


Figura 27: Dimensionat ancoratge

Aquest ancoratge ha estat dissenyat per complir les especificacions definides anteriorment i per optimitzar el disseny. Per aquesta raó, l'ancoratge porta incorporat una sèrie d'elements que garanteixen el correcte funcionament d'aquest, tenint en compte tots els sistemes que incorporarà en el seu interior (sistema elèctric per la càrrega del patinet, el software de lectura de les targetes amb el respectiu cablejat i el sistema pneumàtic encarregat de bloquejar l'ancoratge). A la Figura 28 es poden veure alguns dels detalls que componen l'ancoratge i a continuació s'enumeren tots els elements que componen l'ancoratge:

- **Carcassa exterior** amb forats per la seva fixació al terra. S'ha deixat un carril per guiar la roda davantera del patinet.
- **Carcassa interior.** És la que incorpora el sistema elèctric per la càrrega del patinet, el software de lectura de les targetes amb el respectiu cablejat i el sistema pneumàtic encarregat de bloquejar l'ancoratge. A la Figura 28 es pot veure que aquesta carcassa també porta un forat pel qual passen els cables del carregador del patinet.
- **Brida d'accionament pneumàtic** (a l'annex D hi ha la fitxa tècnica).
- **Barra bloquejadora de l'ancoratge.** Barra incorporada a la brida que bloquejarà l'extracció del patinet.
- **Pantalla lectora de les targetes** (Navarro, 2015). A més, porta incorporat un cablejat per sincronitzar aquesta lectura amb la brida d'accionament pneumàtic.
- **Sistema elèctric per la càrrega del patinet.** Aquest sistema estarà dissenyat per poder disposar tots els tipus de carregadors dels diferents patinets elèctrics.

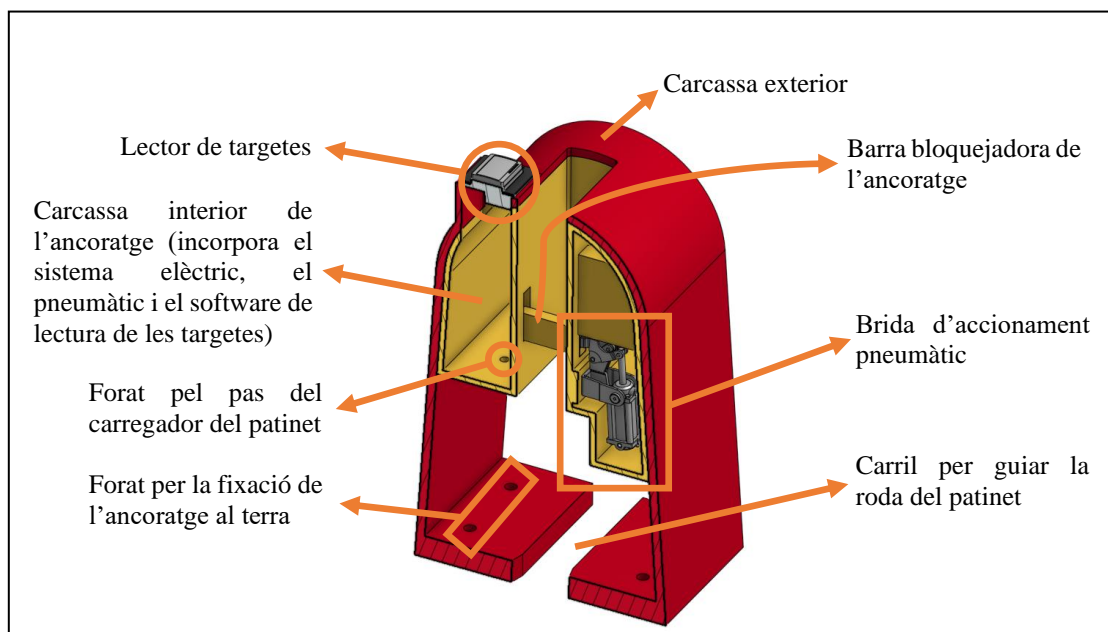


Figura 28: Detalls del disseny de l'ancoratge

Aquests elements són els que componen l'ancoratge. Cal tenir en compte que cada estació disposarà d'un quadre elèctric pel subministrament elèctric. Per tant, serà un altre element que s'utilitzarà, però aquest serà un element per a cada estació.

Més endavant s'analitzaran els diferents elements que s'acaben d'esmentar i es determinaran els elements que s'hauran d'efectuar un manteniment, amb la finalitat de garantir el correcte funcionament de la instal·lació.

6.2 Funcionament ancoratge

El procediment per l'ús de l'ancoratge consistirà en:

1. Situar el màstil del patinet dins la ranura, tot col·locant la roda davantera seguint les guies del terra.
2. Passar la targeta pel sistema software situat a la part superior de la carcassa (Figura 29), el qual s'encarregarà d'efectuar la lectura d'aquesta. Cal remarcar que la targeta és d'ús personal i intransferible de cada usuari, i aquesta serà proporcionada de forma totalment gratuïta a tots aquells usuaris que la demanin. És així degut que cada targeta tindrà associada un usuari el qual només podrà fer ús d'un punt d'ancoratge a la vegada. A més, la targeta portarà una configuració del punt d'ancoratge que anirà associada a la càrrega del patinet. Així doncs, s'assegurarà no malmetre la bateria del patinet, ja que es controlarà el subministrament elèctric.

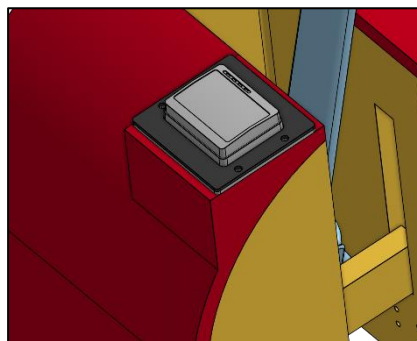


Figura 29: Sistema de lectura de targetes

3. Posteriorment a la lectura de la targeta, s'activarà la brida d'accionament pneumàtic que bloquejarà la mobilitat del vehicle (Figura 30). Tot seguit, s'activarà el sistema elèctric perquè l'usuari pugui carregar el seu vehicle. Aquest sistema s'aturarà en

detectar que el vehicle hagi assolit la totalitat de la càrrega per evitar sobrecarregar el sistema.



Figura 30: Seqüència de bloqueig

4. Per desbloquejar el vehicle caldrà que l'usuari realitzi una segona lectura de la targeta. Amb aquesta acció la brida d'accionament pneumàtic tornarà a la posició inicial (Figura 31). Cal aclarir que el desbloqueig del sistema només es realitzarà si aquesta darrera lectura coincideix amb la inicial.

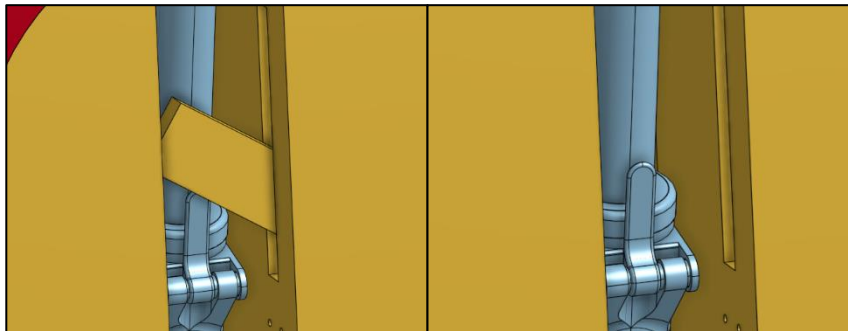


Figura 31: Seqüència de desbloqueig

5. Desconnectar el cable de càrrega i retirar el patinet de l'ancoratge.

6.3 Compatibilitat amb les diferents marques

En aquest apartat es comenta de manera general la compatibilitat dels carregadors de les diferents marques de patinets elèctrics en el mercat. Per fer-ho, primer s'ha cercat quins són els patinets elèctrics més venuts en l'actualitat. La finalitat d'aquesta recerca és conèixer quins són els patinets que circulen pels carrers de les ciutats i saber quins carregadors hauran d'incorporar els ancoratges, i si aquest són compatibles entre ells.

Després de dur a terme una ràpida recerca, s'ha trobat que el patinet elèctric més utilitzat, i com a conseqüència, més venut al 2020 és el patinet Xiaomi Mijia M365. Com a conseqüència,

aquesta dada permet fer una primera valoració d'implementar en tots els ancoratges carregadors dels model del patinet elèctric. Cal comentar que aquesta decisió s'hauria de prendre recolzada d'algun estudi de mercat sobre la varietat de patinets existents al mercat, les prestacions que ofereix cada vehicle, quin és el tipus de carregador que utilitzen, etc. És a dir, s'hauria de realitzar una anàlisi més acurada i detallada, cosa que en aquest treball no es tractarà.

D'aquesta manera, es decideix que en tots els ancoratges s'implementarà el carregador del patinet Xiaomi Mijia M365. Aquest carregador disposa d'una sortida de 42V i 2 A, amb 50/ 60 Hz, el qual permet una càrrega ràpida. Cal comentar que molts dels patinets del mercat són compatibles amb el carregador del Xiaomi, cosa que facilita que el sistema de càrrega no sigui molt complex.

És important conèixer quin és el voltatge i la intensitat admissible de la bateria de cada patinet, ja que un excés d'algun d'aquests provocaria que es fes malbé la bateria. Per aquesta raó i tal com s'ha esmentat abans, la targeta de cada usuari tindrà associada tota la informació de cada patinet, amb la finalitat de conèixer quina és la càrrega admissible. Així doncs, quan aquesta es passi pel lector de targetes de l'ancoratge, de manera automàtica, s'activarà el subministrament elèctric que estarà controlat en funció del voltatge admissible de cada patinet. Aquest control es realitza per no malmetre la bateria.

6.4 Dimensionat i ubicació exacta de l'estació

Una vegada s'ha dissenyat el punt d'ancoratge on s'estacionarà i es carregarà el patinet elèctric, s'ha de realitzar el dimensionat de l'estació. Llavors, en aquest apartat s'estructuraran les diferents estacions amb els seus 5 ancoratges, sent una estructuració diferent en cada estació ja que aquesta dependrà d'un conjunt de factors.

Els factors dels quals depèn l'estructuració de les estacions són els següents:

- Espai disponible a la via pública: l'estació de càrrega i estacionament estarà limitada per aquest factor, ja que la instal·lació no pot obstruir el transcurs normal dels vianants. Per tant, en funció de l'espai disponible s'optarà per estructurar l'estació orientat els ancoratges en sèrie (un al costat de l'altre) o en paral·lel (3 ancoratges en sèrie i els altres 2 en sèrie davant dels altres).

Aquestes distribucions es poden dur a terme ja que s'ha realitzat un disseny individual de l'ancoratge, permetent que sigui més manejable a l'hora de fer aquestes distribucions.

- Zona segura: assegurar-se que la zona on es vulgui implementar l'estació sigui un entorn segur per estacionar el patinet i dur a terme les tasques de manteniment de l'ancoratge. Això significa que ha d'estar situat a una distància considerable de la carretera, perquè no suposi cap perill. A més, s'haurà de procurar que el seu accés no suposi un problema i perill pels vianants.
- Espai per efectuar el manteniment: procurar que el manteniment de cada ancoratge es pugui dur a terme sense cap dificultat. És a dir, com s'ha explicat anteriorment en el disseny i en el funcionament de l'ancoratge, el seu manteniment es realitza a partir d'una tapa que protegeix tot el sistema necessari en l'ancoratge. Per tant, l'extracció d'aquesta tapa no ha de suposar una dificultat pels tècnics de manteniment. A més, també s'ha d'assegurar que l'accessibilitat d'una persona a aquest punt sigui possible, i que no hagi de realitzar malabarismes per accedir-hi.

D'aquesta manera, en funció d'aquests factors es realitzarà la distribució d'ancoratges de cada estació. Aquesta distribució no necessàriament serà idèntica en totes les estacions, ja que cada estació es trobarà sota diferents factors, provocant que la distribució d'aquesta variï.

En primer lloc, s'analitzaran les dues opcions de distribució de l'estació que s'han comentat en la secció d'espai disponible a la via pública. En aquest es comentaran els motius d'ambdós distribucions i les dimensions d'aquests.

Seguidament, s'escollirà unes de les dues distribucions de les estacions segons les característiques de la via i altres, i s'acabarà d'analitzar els altres factors per tal d'obtenir la localització exacta de l'estació, la qual s'obté mitjançant l'ús del Google Earth.

6.4.1 Possible distribucions

Com s'acaba de comentar en l'apartat anterior, el dimensionat de l'estació de càrrega estarà determinat per l'espai disponible a la via pública. El fet d'haver realitzat un disseny individual de l'ancoratge permet que l'estructuració de l'estació sigui adaptable segons les necessitats que es generin. És a dir, en el cas que l'estació s'hagi d'implementar en una vorera molt estreta, la distribució dels ancoratges haurà de ser en sèrie (un ancoratge al costat de l'altre). D'aquesta manera l'estació ocupa el mínim espai en la calçada i no dificultaria el pas dels vianants. Per tant, l'espai en la via pública condicionarà quin dimensionat serà l'aplicat.

Per aquesta raó, s'ha decidit realitzar dos possibles distribucions dels ancoratges. La primera distribució consisteix en dipositar els ancoratges en sèrie i la segona en paral·lel, col·locant tres

ancoratges en sèrie i els altres dos en sèrie davant dels altres. La primera distribució serà per aquelles zones on les voreres o les calçades siguin molt estretes i petites, mentre que la segona estarà destinada a aquelles zones on es disposi de suficient espai. La segona distribució està estructurada d'aquesta manera de cares a un futur projecte d'ampliació de les estacions, ja que està pensat per poder allotjar dues files d'ancoratges, optimitzant d'aquesta manera l'espai. Per això, en les zones on es disposi de suficient espai s'optarà la segona opció per davant de la primera.

Primera distribució:

A la Figura 32 es pot observar com queda la distribució dels cinc ancoratges en sèrie, tal i com s'ha acordat anteriorment. Aquesta distribució permet un fàcil accés a la tapa que protegeix els components de l'ancoratge que es troben al seu interior, provocant que no hi hagi cap dificultat en el seu manteniment.

Pel que fa les dimensions d'aquesta estació, si només es tingués en compte els ancoratges, aquesta ocuparia una secció de 0.28 metres de profunditat per 2.25 metres de longitud. Però, aquesta dada no proporciona una informació útil, ja que interessa més conèixer l'espai que ocupa amb els patinets incorporats. Com a conseqüència, i agafant de referència un patinet elèctric qualsevol, les dimensions de l'estació serien de 1.09 metres de profunditat per 2.25 metres de longitud. Totes aquestes dimensions de l'estació i els seus ancoratges la trobem representada en la Figura 33.

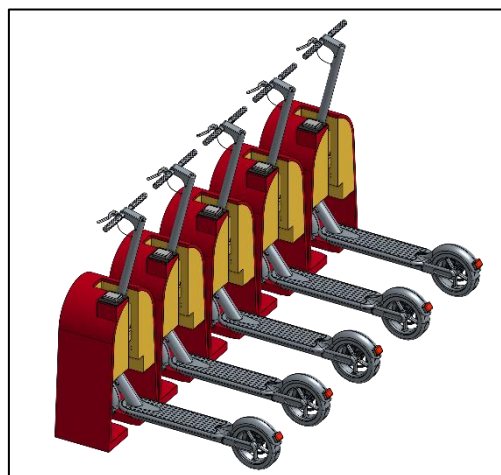


Figura 32: Distribució de l'estació 1

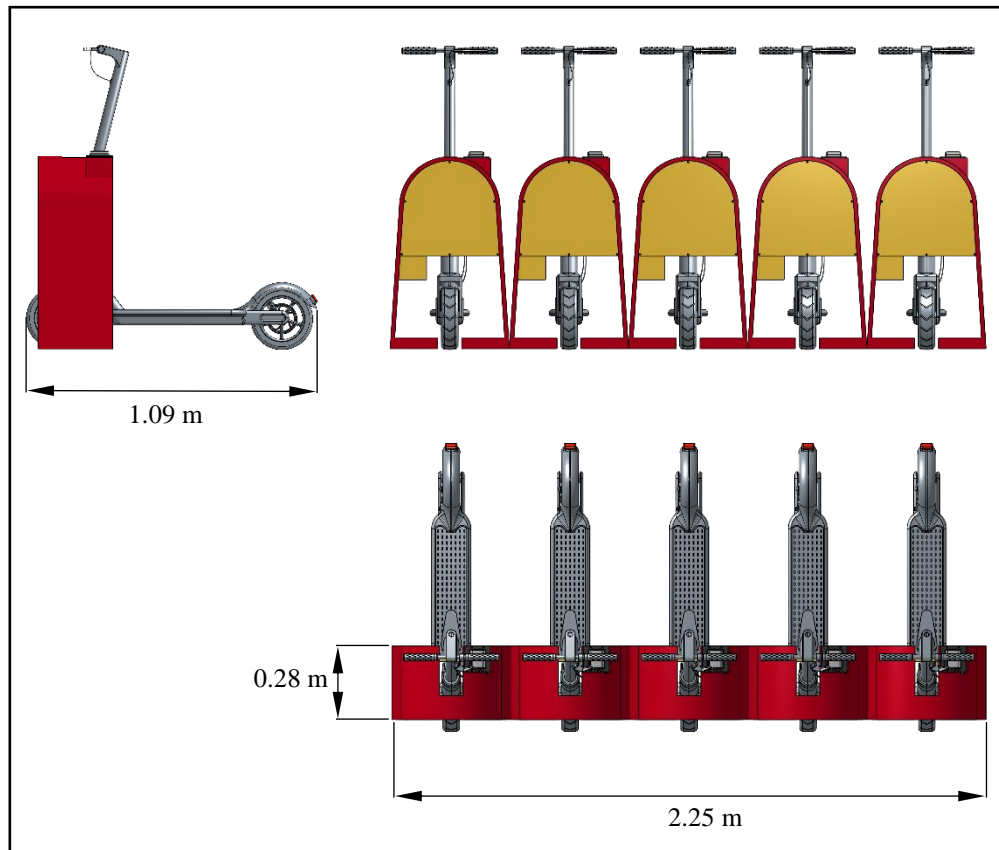


Figura 33: Dimensionat de la distribució 1

Segona distribució:

La segona distribució està composta per dues fileres d'ancoratges i a la Figura 34 es pot veure una representació. Aquesta disposició està pensada per poder disposar de més ancoratges en una futura ampliació de l'estació, ja que la zona disposa de l'espai suficient per poder implementar aquesta estació.

Pel que fa el dimensionat d'aquesta, a la Figura 35 es poden consultar les dimensions. En primer lloc, s'observa que la separació entre fileres d'ancoratges és de 0.52 metres. El motiu d'aquesta separació és la necessitat d'accedir fàcilment a la tapa de l'ancoratge, per poder extreure-la i efectuar el manteniment o revisió que es necessiti. Per això, se suposa que 0.52 metres són suficients perquè un tècnic de manteniment pugui passar entre els ancoratges i treballar còmodament en les seves tasques. Per altra banda, l'estació amb els patinets incorporats ocuparia uns 2.62 metres de profunditat per 1.35 metres de longitud.

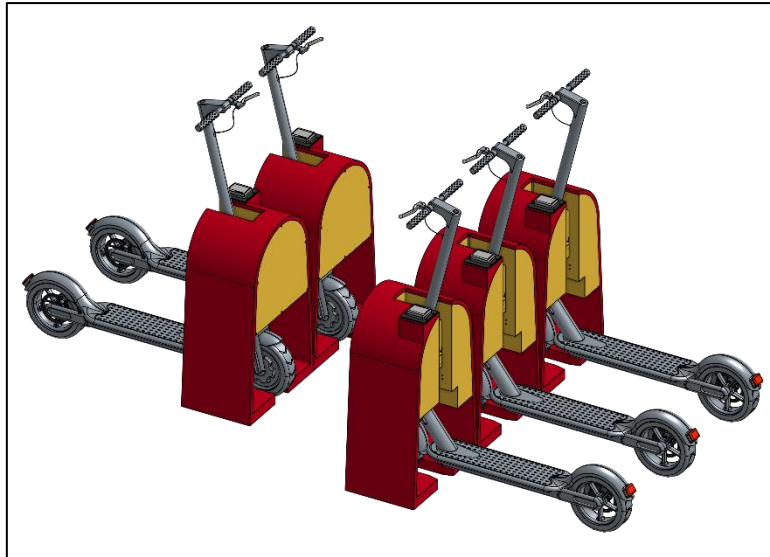


Figura 34: Distribució de l'estació 2

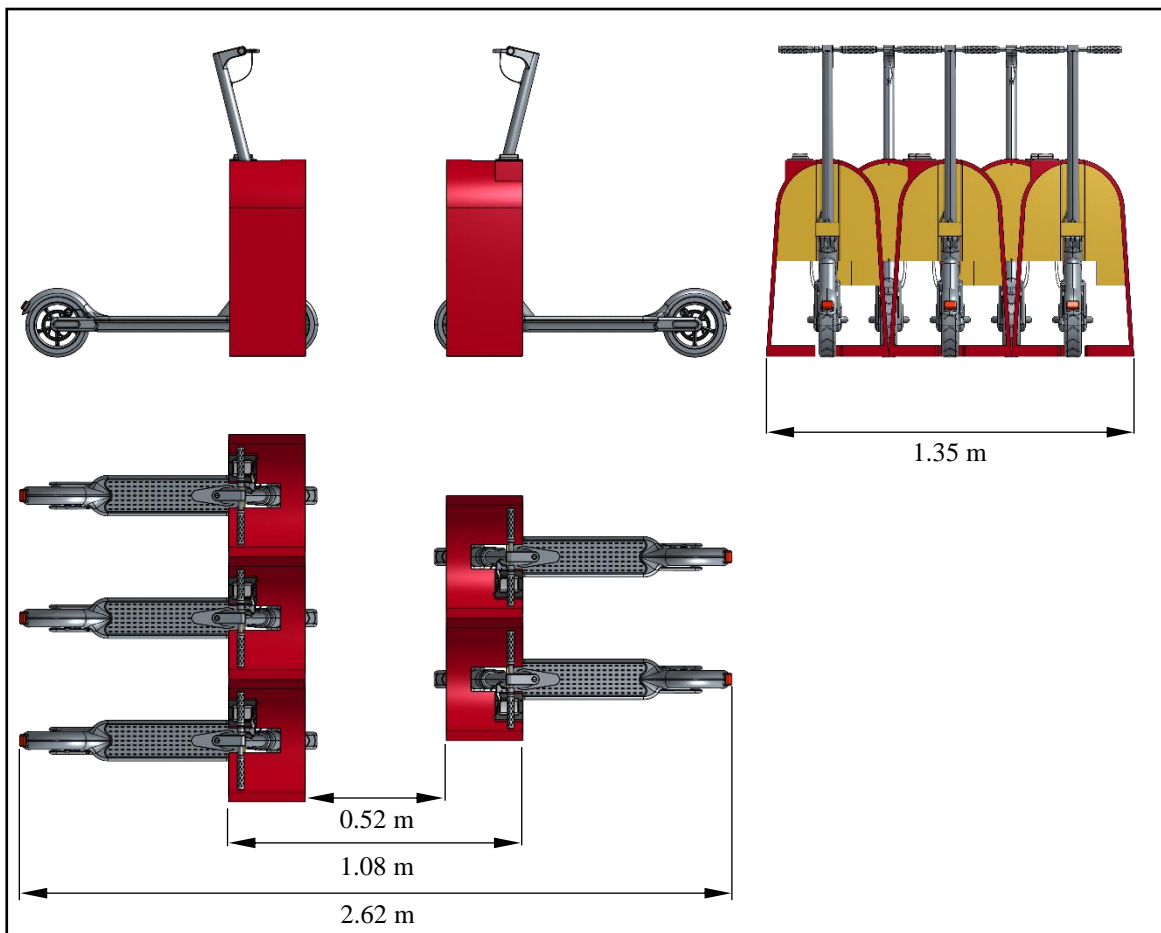


Figura 35: Dimensionat de la distribució 2

6.4.2 Ubicació de les estacions

Una vegada es coneixen les dues possibles distribucions d'una estació, només queda analitzar l'entorn de cada ubicació i escollir on es col·locarà. Per fer-ho, s'hauran de tenir en compte els factors de l'espai per efectuar el manteniment i que sigui una zona segura pels usuaris.

1. Fontajau

La Figura 36 visualitza la zona on s'hauria d'implementar l'estació de Fontajau. S'observa que aquesta zona disposa de molt espai, raó per la qual s'escull utilitzar la segona distribució (Figura 34). A més, aquesta zona està molt apartada de la carretera i de la vorera, cosa que no suposarà un perill pels usuaris a l'hora d'estacionar el seu patinet. I, la distribució d'aquesta estació porta implícit l'espai suficient per efectuar el manteniment dels ancoratges, cosa que s'ha comentat en l'apartat anterior.

D'aquesta manera, si s'observa l'ampliació de la Figura 36 es pot veure on s'ubicarà l'estació de Fontajau. L'estació disposa d'aquesta orientació per la possible ampliació d'aquesta instal·lació en un futur projecte, perquè es puguin afegir nous ancoratges (si es que són necessaris) al llarg de les fileres d'ancoratges.

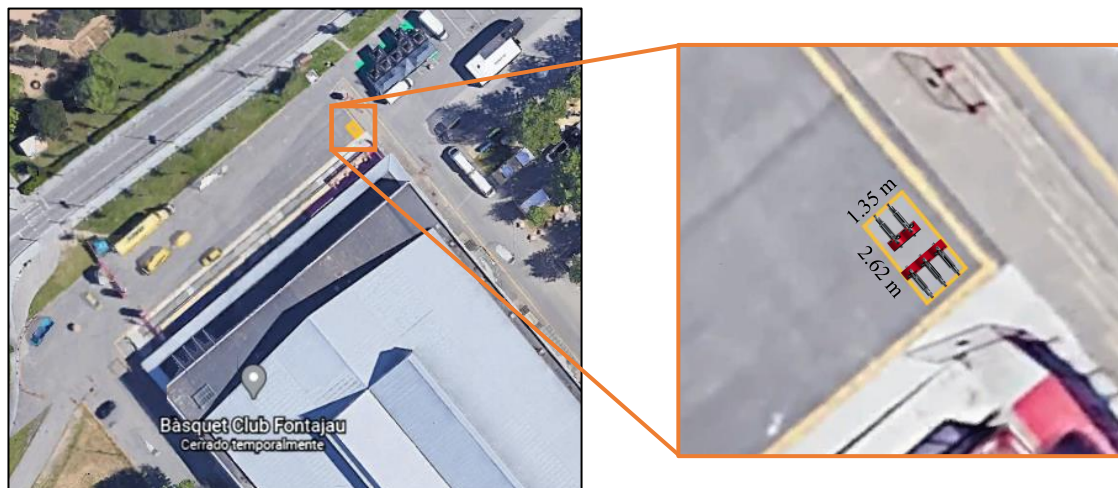


Figura 36: Zona i ubicació de l'estació de Fontajau

2. GEiEG-Trueta

La Figura 37 mostra la vista aèria de la zona on s'haurà d'ubicar l'estació del GEiEG-Trueta. En aquesta zona s'hi troba ubicada una estació de la Girocleta i es pot aprofitar la disposició d'aquesta per escollir quina serà la dels patinets. S'observa com els ancoratges de les bicicletes estan situats a un costat de la vorera per no dificultar el trànsit dels vianants i no suposa cap situació de perill per ningú. D'aquesta manera, s'ha decidit implementar la primera distribució (Figura 32). A més, les tasques de manteniment no suposarien cap problema per la fàcil accessibilitat a la zona on efectuar-ho. A la Figura 38 es mostra una representació de la disposició de l'estació.

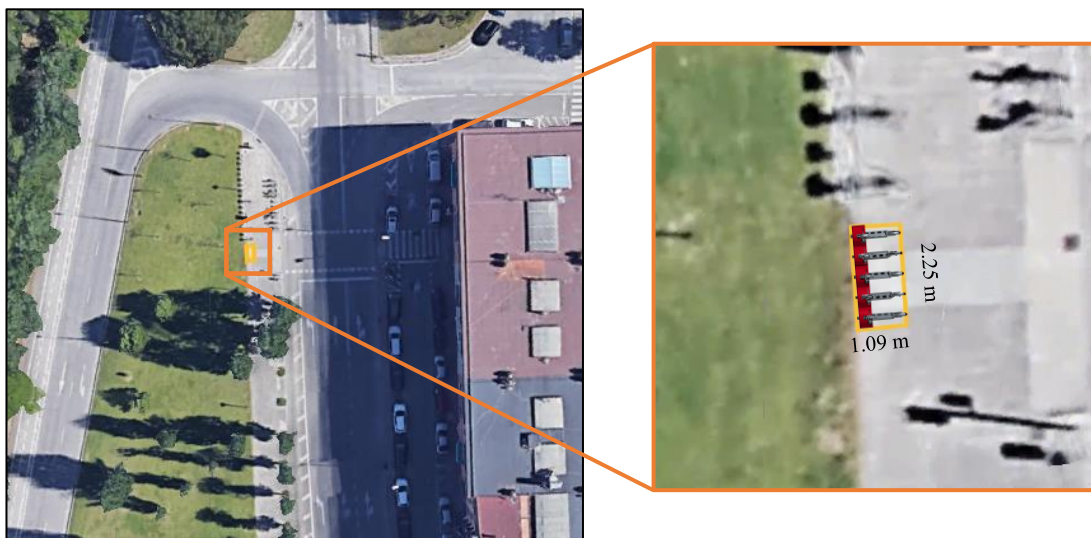


Figura 37: Zona i ubicació de l'estació del GEiEG-Trueta



Figura 38: Representació de l'estació del GEiEG-Trueta

3. Correus

Seguint la tendència de les estacions anteriors, des d'una vista aèria (Figura 39) es fa una exploració de la possible ubicació de l'estació. Es pot observar com la zona disposa de molt espai i no suposaria cap obstacle pels vianants que circulen per la vorera. Com a conseqüència, s'escull la implementació de la segona distribució.

A més, aquesta distribució no genera cap problema per dur a terme el manteniment, ja que es disposa del suficient espai per efectuar qualsevol tasca. Pel que fa a la seguretat, tampoc suposa cap problema ja que l'estació es troba apartada de la carretera.

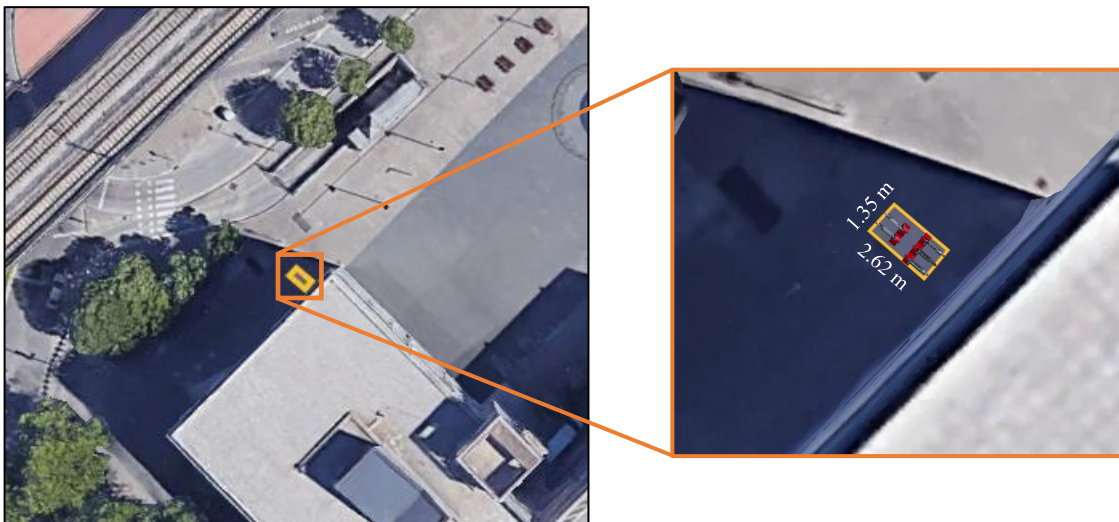


Figura 39: Zona i ubicació de l'estació del Correus



Figura 40: Representació de l'estació de Correus

4. Plaça del Vi

La Plaça del Vi es troba localitzada a la zona del Barri Vell de la ciutat, caracteritzada per ser una zona amb els carrers i les voreres molt estretes. Per aquesta raó, la localització de l'estació corresponent a aquesta zona ha suposat un trencaclosques, ja que s'han hagut de tenir presents els factors esmentats anteriorment.

En primer lloc, la Figura 41 mostra la vista aèria de la zona esmentada i la Figura 42 la zona a peu de carrer d'on es vol col·locar l'estació. S'ha decidit situar-ho en aquesta ubicació (Plaça Bell-lloc) per motius d'espai i aprofitant la ubicació d'un estacionament de bicicletes. Es pot observar com la zona disposa poc espai per la qual cosa s'escull la implementació de la primera distribució.

Per temes de manteniment, els ancoratges no estaran totalment encastats contra el peu de l'arc, ja que en el cas contrari no es podrien efectuar les tasques de manteniment d'aquests. Per això, els ancoratges es trobaran una mica distanciats de la paret per tal que el manteniment sigui possible. A més, a l'estar situat en una zona recollida del trànsit de cotxes, aquesta estació de càrrega i estacionament no suposa cap perill pels usuaris i pels vianants que transiten per ella.

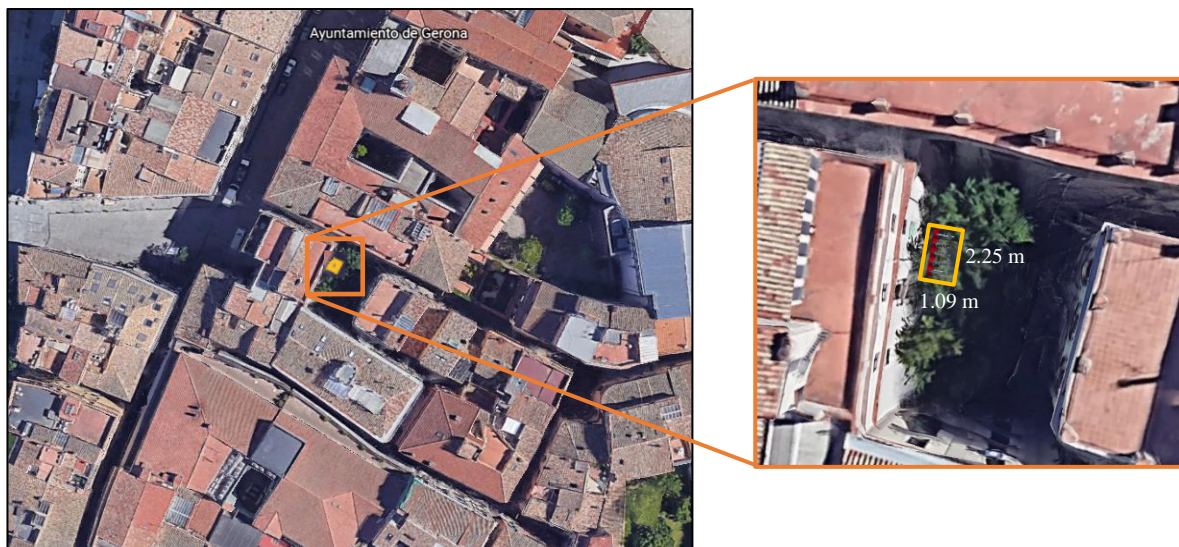


Figura 41: Zona i ubicació de l'estació de la Plaça del Vi



Figura 42: Representació de l'estació de la Plaça del Vi

5. La Punxa

La Punxa és una de les últimes zones renovades de Girona com a conseqüència de les obres realitzades per la implementació de la línia d'AVE, la qual va provocar la remodelació dels certs espais públics de la ciutat. Entre aquestes parts remodelades es troba la zona on es vol situar l'estació de càrrega i estacionament (Figura 43). Aquesta zona disposa de molt espai, ideal per situar una estació amb una distribució com la segona, per les raons que ja es coneixen.

Al ser una zona oberta i amb molt espai, la ubicació de l'estació no suposa cap problema per la seguretat dels usuaris i dels vianants que transiten per la vorera, a més de la notable distància de l'estació respecte la carretera.



Figura 43: Zona i ubicació de l'estació de La Punxa

A la Figura 44 es pot observar una representació de la col·locació que tindria l'estació en la zona esmentada, amb la finalitat de facilitar la comprensió d'on s'ha col·locat.



Figura 44: Representació de l'estació de La Punxa

6. Infermeria

L'estació de càrrega i estacionament d'Infermeria no es troba totalment localitzada en el punt descrit anteriorment, sinó que es troba uns 50 metres distanciat de la ubicació original (definida anteriorment mitjançant les isòcrones), tot i que aquesta última només era una aproximació per estimar-ne la zona on ubicar-la.

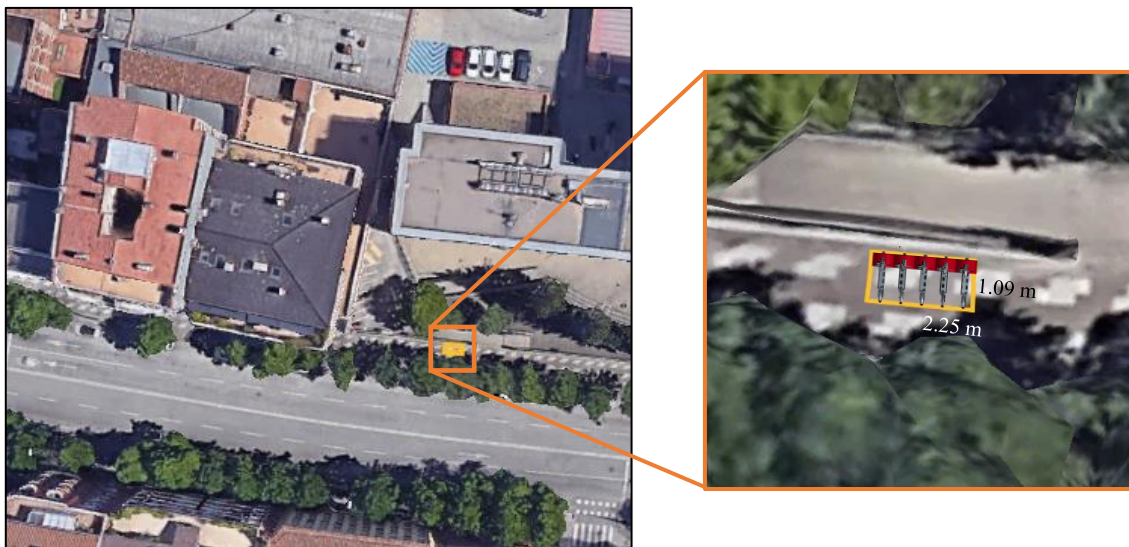


Figura 45: Zona i ubicació de l'estació d'Infermeria

Així doncs, la Figura 45 permet visualitzar la zona on s'ubicarà l'estació d'ancoratges i analitzar quin és la millor zona on fer-ho. Així mateix, en aquest mateixa imatge es pot veure on s'ha ubicat finalment l'estació. S'ha optat per implementar la primera distribució

d'ancoratges com a conseqüència de les condicions de la vorera, ja que es tracta d'una vorera estreta i no seria possible disposar de la distribució de dues fileres d'ancoratges, perquè obstaculitzaria el pas del vianants.

Per altra banda, tal i com s'ha comentat en altres estacions, els ancoratges no han d'estar encastats contra el mur, sinó que hauran d'estar una mica distanciats d'aquest per tal que els tècnics de manteniment puguin realitzar les tasques de manteniment amb el suficient espai. A més, no suposa cap problema de seguretat ja que la carretera es troba distanciada de l'estació.

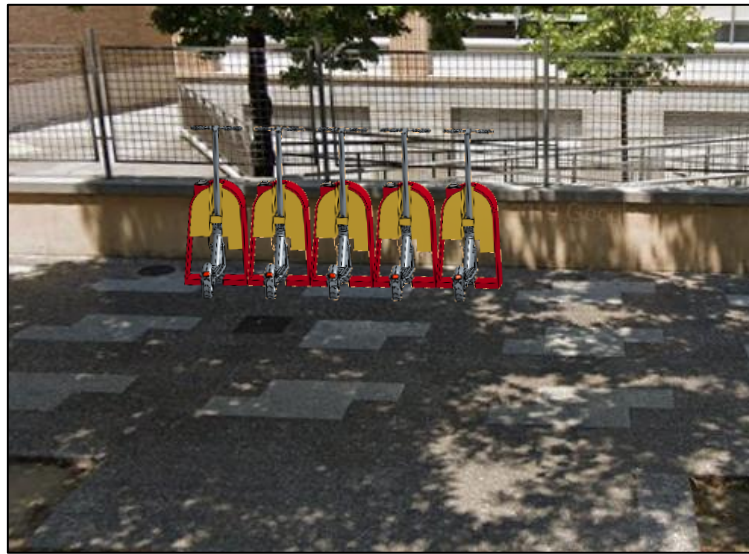


Figura 46: Representació de l'estació d'Infermeria

7. Hipercor

Com s'està fent amb totes les estacions, primer es visualitza una vista aèria de la zona on ubicar l'estació (Figura 47) amb la respectiva col·locació final de l'estació.

S'ha utilitzat la primera distribució per raons del dimensionat de la vorera, per tal de no obstaculitzar el pas dels vianants. Com s'està dient en aquesta distribució, s'ha de deixar un marge entre l'ancoratge i la paret, per tal que els tècnics puguin manipular els elements de l'ancoratge. Per altra banda, es troba situada en una zona que no suposa cap perill.

A la Figura 48 es mostra com quedaria implementada l'estació de l'Hipercor.



Figura 47: Zona i ubicació de l'estació de l'Hipercor



Figura 48: Representació de l'estació de l'Hipercor

8. Montilivi

Per últim, la zona del Campus de Montilivi és una de les zones més freqüentades per la població a la que va dirigit aquest estudi. A la Figura 49 es visualitza la vista aèria on es localitzarà l'estació. Al tractar-se d'una zona espaiada i on s'aglomera una gran quantitat d'aquesta població que s'està estudiant, la millor opció és optar per la segona distribució, amb la possibilitat d'una futura ampliació d'aquesta estació.

Per altra banda, aquesta zona no suposa cap perill per cap usuari ja que és una zona on no poden circular els vehicles. A la Figura 50 es pot veure com quedaria ubicada l'estació.



Figura 49: Zona i ubicació de l'estació de Montilivi



Figura 50: Representació de l'estació de Montilivi

7 MANTENIMENT DELS PUNTS DE CÀRREGA

En apartats anteriors s'ha definit la ubicació dels diversos punts de càrrega distribuïts a la ciutat de Girona amb els respectius ancoratges. A més, també s'ha realitzat el disseny de l'ancoratge i s'ha explicat el principi de funcionament d'aquest, el qual consisteix en la utilització d'un sistema software per la lectura de targetes que s'encarrega d'activar o desactivar una brida d'accionament pneumàtic. Aquesta bloqueja l'ancoratge i no es desbloqueja fins que no es torni a passar la targeta. Per altra banda, en l'ancoratge també s'inclou un sistema elèctric per la càrrega del patinet elèctric.

Així doncs, cada ancoratge presenta un conjunt d'elements pel correcte funcionament d'aquest. Però, la vida útil dels elements no és infinita, i tenen una duració determinada en funció de diversos factors. Això implica que aquests s'hauran de recanviar o arreglar en algun moment degut al desgast o altres factors.

Per aquesta raó, s'haurà d'efectuar un manteniment de les instal·lacions dels punts de càrrega i estacionament per garantir el correcte funcionament d'aquests. Llavors, el manteniment es realitzarà dels elements prèviament esmentats, i el temps de manteniment de cada estació dependrà dels número d'ancoratges d'aquesta.. Per aquesta raó, el tipus de manteniment a realitzar serà planificat, ja que el treball que s'efectuarà sobre les instal·lacions seguirà una planificació per satisfer un conjunt d'objectius: verificació i calibratge pel correcte funcionament de l'ancoratge, proves de seguretat i manteniment preventiu de tots els elements que componen el mecanisme de l'ancoratge.

D'aquesta manera, en aquest apartat es proposarà una estratègia per optimitzar la ruta de manteniment de totes les estacions de càrrega. Remarcar que aquesta ruta es realitzarà mitjançant una furgoneta del servei de manteniment de l'Ajuntament de Girona, i que partirà des de la base d'operacions del servei de manteniment. La base de manteniment es troba situada a l'estació de trens i autobusos de Girona, ja que és un punt estratègic de la ciutat. A més, a l'estació es troba situada l'oficina d'atenció al client del servei municipal de la Girocleta, fet que ha provocat que es decideixi implementar la base d'operacions prop d'aquesta. La base de manteniment estarà referenciada amb el número 9.

7.1 Estimació temps de manteniment per ancoratge

Un aspecte a tenir en compte pel càlcul de la ruta de manteniment és el temps que es destina per efectuar les tasques de manteniment de cada estació de càrrega i estacionament. Per tant, aquest temps de manteniment de cada estació dependrà del número d'ancoratges que estiguin implementats en aquesta. Anteriorment s'ha arribat a la conclusió que cada estació estarà composta de 5 ancoratges, amb la qual cosa el temps que es dediqui al manteniment serà el mateix per les vuit estacions.

D'aquesta manera, el temps de manteniment vindrà determinat pel temps que es tarda en realitzar totes les tasques de manteniment dels cinc ancoratges que componen cada estació. Així doncs, primer s'haurà d'estimar el temps que es destinarà a cada ancoratge. I una vegada conegut aquest temps, ja es coneixerà el temps de manteniment de cada estació que, en una primera fase, serà el mateix per a totes les estacions.

El temps de manteniment s'estimarà a partir dels diferents elements de l'ancoratge als quals es necessari realitzar alguna tasca de manteniment periòdica. Aquestes tasques dels elements són:

- Revisió de l'estat de la carcassa exterior i interior.
- Comprovació de la correcte fixació de l'ancoratge al terra.
- Neteja i lubricació del mecanisme de la brida d'accionament pneumàtic.
- Revisió del fi de cursa del pistó pneumàtic de la brida d'accionament. Si s'escau, reajustar-ho pel correcte funcionament.
- Revisió de la pantalla lectora de les targetes i el cablejat d'aquest. Realitzar alguna reparació si hi ha algun problema en la seva instal·lació.
- Revisió del sistema elèctric per la càrrega del patinet. Comprovar el correcte funcionament i realitzar alguna reparació si s'escau.
- Tornar a muntar-ho tot.
- Comprovació final pel correcte funcionament de l'ancoratge.

Aquestes són les tasques que s'hauran de dur a terme cada vegada que es realitzi un manteniment de cada estació. Seguidament, en base a aquestes tasques s'ha d'estimar quin és el temps necessari per aquest manteniment. Per fer-ho, s'ha consultat al servei de la Girocleta per conèixer quina és la metodologia que segueix aquest servei a l'hora de realitzar les tasques de manteniment dels seus aparcaments de bicicleta. D'aquesta manera, el servei de la Girocleta ha facilitat les dades referents a aquest manteniment seguides d'una estimació del temps que

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

destinen per realitzar les tasques d'un sol aparcament. Conseqüentment, amb aquestes dades de la Girocleta es pot realitzar una comparació amb les dades dels ancoratges dels patinets elèctrics i estimar un temps de manteniment de cada ancoratge. Aquesta comparació es pot veure a la Taula 11.

Taula 11: Comparativa de les tasques de manteniment de cada servei

Servei patinet elèctric	Servei de la Girocleta
Revisió estat carcassa exterior i interior.	Revisió estat exterior de l'aparcament.
Comprovació fixació ancoratge.	Revisió (i recanvi) de la junta de les gomes de les tapes de l'aparcament.
Neteja i lubricació mecanisme de la brida d'accionament pneumàtic.	Revisió (i recanvi) dels coixinets del mecanisme.
Revisió (i ajust) fi de cursa.	Neteja i lubricació del mecanisme.
Revisió (i reparació) de la pantalla lectora de targetes i cablejat.	Revisió (i ajust) fi de cursa.
Revisió (i reparació) del sistema elèctric.	Muntatge aparcament.
Muntatge ancoratge.	Comprovació final.
Comprovació final.	

D'aquesta manera, es coneix quines són les tasques de manteniment que efectua el servei de la Girocleta per cada aparcament. En base a l'experiència i els múltiples manteniments de les instal·lacions que han fet des de la Girocleta, estimen que la realització d'aquestes tasques suposa un temps de 10 minuts per cada ancoratge.

Llavors, en base al temps que hi destinen des de la Girocleta s'ha d'estimar el temps de manteniment de l'ancoratge del patinet elèctric. Aquesta estimació es realitza comparant les tasques que es realitzen des dels dos serveis que es pot veure en la Taula 11. En aquesta s'observa com la càrrega de tasques és similar entre els dos serveis. En ambdós s'efectua una revisió de l'estat exterior (i interior en el cas del patinet) de l'estacionament, així com la neteja i lubricació del mecanisme de bloqueig d'aquest. A més, també s'efectuen un número similar de revisions i reparacions/recanvis de certs elements dels ancoratges. I per últim, ambdós serveis realitzen el muntatge final de l'ancoratge/aparcament i una comprovació final pel correcte funcionament de la instal·lació.

Per tant, els dos serveis realitzen un manteniment similar, amb la qual cosa es pot fer una aproximació del temps que es dedica pel manteniment de l'ancoratge del patinet. Donada les similituds esmentades, es pot estimar que el temps que es dedicarà al manteniment d'un sol ancoratge serà de 10 minuts.

Com a conseqüència, si cada estació està formada per cinc ancoratges, això significa que es dedicaran 50 minuts per poder efectuar les tasques de manteniment de cada estació de càrrega i estacionament.

7.2 Ruta de manteniment

A continuació es durà a terme una proposta de la ruta òptima de manteniment, la qual garanteix un recorregut mínim per efectuar el manteniment del conjunt d'estacions de càrrega i estacionament. Tal i com s'ha esmentat anteriorment, aquest manteniment es realitzarà mitjançant una furgoneta que recorrerà les diferents estacions per tal d'efectuar el respectiu manteniment.

Per calcular aquesta ruta s'utilitzarà una eina de treball que permet calcular rutes segons les necessitats de l'usuari. L'eina que s'utilitzarà és el programa Grafos, que és un software dissenyat per la construcció, edició i anàlisi de grafs. Aquest programa ha estat dissenyat pel professor Dr. Alejandro Rodríguez Villalobos de la Universitat Politècnica de València (Villalobos, 2012).

Per entendre el funcionament del programa, s'ha d'entendre la base matemàtica en la que es fonamenta, que és la Teoria de Grafs. Per aquesta raó, s'han consultat i emprat els documents *Introducció a la teoria de grafs* (Calm Puig, Remei; Coll, Narcís, 2007) i *Grafs: recorreguts, camins mínims i arbres* (Calm Puig, Remei; Coll, Narcís, 2007). Aquests documents formen part de la docència universitària i són de gran utilitat per tal d'introduir i explicar de manera detallada els conceptes bàsics d'aquesta teoria.

Posteriorment, amb aquests conceptes, es realitzarà l'execució del programa per obtenir el resultat de la ruta òptima de manteniment.

7.3 Càlcul ruta de manteniment

Una vegada s'han definit els conceptes que componen la teoria de grafs mitjançant els documents anteriors, en aquest apartat s'utilitzarà el programa Grafos com a eina pel càlcul de la ruta òptima del problema que es planteja en aquest treball.

D'aquesta manera, el programa disposa d'un conjunt d'algoritmes basats en els problemes de rutes de vehicles o de distribució física de mercaderies, comunament coneguts com VRP (*Vehicle Routing Problems*). "Aquests problemes consisteixen en determinar les rutes d'un

conjunt de vehicles que han d'iniciar un recorregut, i finalitzar-ho; en els magatzems per atendre la demanda de servei d'un conjunt dispers de clients sobre una xarxa." (Rodríguez Villalobos, Alberto, 2007). Així doncs, existeixen diferents factors (característiques dels clients, demanda, magatzems, vehicles, horaris de rutes, objectiu, etc) que provoquen que hi hagi una gran varietat d'aquest problema.

Llavors, el problema que es presenta en aquest treball és de la tipologia comentada pel professor Alberto Rodríguez. En el problema es desitja cercar la ruta que ha dur a terme un servei de manteniment de l'Ajuntament a través d'una furgoneta, partint des de la base d'operacions d'aquest servei i accedint a les diferents estacions de càrrega, per després tornar a la base. Fent la comparació amb l'explicació anterior, els magatzems i els clients fan referència a la base d'operacions i a les estacions de càrrega, respectivament. Per tant, s'arriba a la conclusió que el problema a tractar és un problema del tipus VRP. Aquests tipus de problemes es basen en la teoria del graf hamiltonià, que es defineix com aquell el qual realitza un recorregut que passa una única vegada per tots els vèrtexs i forma un cicle. A més, els problemes de VRP també consideren els pesos de cada aresta.

D'aquesta manera, el programa Grafos ofereix una gran varietat de models d'optimització (Taula 12) que l'usuari podrà utilitzar en funció de l'anàlisi que es vulgui executar, ja que el software programat serà l'encarregat, de manera automàtica, de validar la integritat de les dades i el problema que s'hagi plantejat.

Taula 12: Varietat de VRP disponibles
Font: (Rodríguez Villalobos, Alberto, 2007)

Anàlisi	Descripció
DMP	<i>Delivery Man Problem:</i> Cicle Hamiltonià amb inici i final en una localització seleccionada.
SHP	<i>Shortest Hamiltonian Path:</i> Camí Hamiltonià amb inici en la localització A i fi en la localització B.
TSP	<i>Traveling Salesm Problem:</i> Problema del Viatjant de Comerç.
m-TSP	Problema dels m Viatjants de Comerç.
CVRP	<i>Capacited Vehicle Routing Problem:</i> Problema de Rutes amb Vehicles Capacitats. Funcions objectius: minimitzar distància, minimitzar número de vehicles, minimitzar cost total, etc.
DCVRP	<i>Distance-Constrained Capacited Vehicle Routing Problem:</i> Problema de Rutes amb Vehicles Capacitats amb limitacions de distància i/o clients.
BPP	Assignació de vehicles a clients per optimitzar l'ús de la flota i minimitzar el cost d'enviament per unitat de producte.
VRPTW	<i>VRP with Time Window:</i> Problema de Rutes de Vehicles Capacitats amb Finestres de Temps. Temps de servei (recollida i/o entrega).

Si s'analitza la varietat de models de la Taula 12, s'escull que el model TSP (Problema del Viatjant de Comerç) serà l'utilitzat per la resolució del problema. Per tal d'entendre la raó per la qual s'ha escollit aquest model s'explicarà en què consisteix aquest.

El problema del Viatjant de Comerç és un algoritme que consisteix en solucionar el problema on un viatjant ha de visitar un número determinat de ciutats, passant una única vegada per cada ciutat, on es començarà des d'una ciutat origen i s'acabarà en la mateixa. D'aquesta manera, si s'enfoca des del punt de vista de la teoria de grafs, les ciutats d'aquest problema són els vèrtexs dels grafs i les carreteres que uneixen aquestes ciutats són les arestes, les quals tindran associades un pes determinat. Aquest pes pot ser definit per diferents factors, ja que pot mesurar el temps entre les ciutats o la distància entre aquestes. Així doncs, el problema del Viatjant de Comerç consisteix en cercar un cicle hamiltonià de mínim pes.

Per tal d'entendre de manera més clara i concisa l'explicació anterior, s'ha considerat oportú explicar-ho mitjançant un exemple pràctic, que serà el del mateix treball. Per tant, quan s'executa el model TSP s'obté la ruta més curta possible que visita totes les estacions de càrrega una única vegada i al finalitzar el seu trajecte, torna a l'estació d'origen (que serà la base d'operacions del servei de manteniment). Llavors, aquest model és el que s'adhereix més a les necessitats de l'estudi que es vol realitzar.

7.3.1 Funcionament del programa

Una vegada definit el tipus de problema que es vol resoldre, el proper pas és utilitzar el programa Grafos i executar-lo per obtenir un resultat determinat, el qual s'analitzarà i s'arribarà a una conclusió.

Per poder dur a terme aquesta execució, primerament s'han d'introduir les dades del graf al programa. El programa disposa de dos mètodes d'introducció de dades, mitjançant una edició gràfica o una edició tabular.

El mode d'edició gràfic consisteix en editar i dibuixar el graf de manera manual, com si s'estigués dibuixant sobre un paper. D'aquesta manera, de forma visual i senzilla es dibuixen els vèrtexs que conformen el graf amb les respectius arcs. A la Figura 51 es pot observar un exemple d'aquest mode. Aquest mètode és idoni per grafs petits amb un nombre de vèrtexs i arcs reduït, ja que en el cas contrari, el dibuix queda saturat i dens, com a conseqüència de l'excessiva agrupació d'informació de manera visual. A més, aquest fet provoca un alentiment del sistema i del programa.

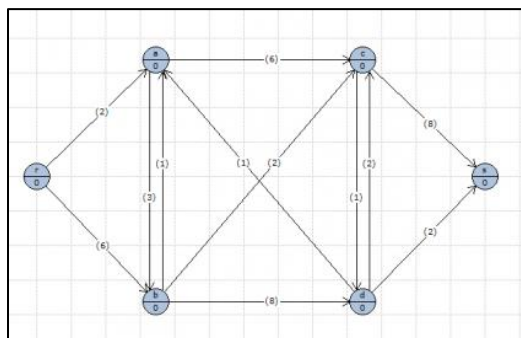


Figura 51: Exemple mode d'edició gràfic
Font: (Rodríguez Villalobos, Alberto, 2007)

Per altra banda, el mode d'edició tabular treballa mitjançant l'ús de taules. A diferència del mode anterior, en aquest s'introdueixen i modifiquen les dades mitjançant diferents taules mitjançant una edició matricial, i a la Figura 52 es pot veure un exemple d'aquest mode. La primera taula correspon als "Nodes" i és l'encarregada d'emmagatzemar el nom de cada vèrtex i el seu valor numèric. Aquest valor numèric correspon al pes del vèrtex i és un aspecte que s'ha de tenir en compte, ja que en el cas del treball que s'està realitzant, aquest valor correspon al temps que es tarda en efectuar el manteniment de cada estació de càrrega i manteniment. Així doncs, en la taula s'ha d'especificar el valor numèric que s'assignarà a cada vèrtex. A més, les altres tres taules fan referència als arcs que uneixen els diferents vèrtexs o nodes, i són les encarregades de la construcció del graf. Les dues primeres taules fan referència al "valor mínim i màxim" de capacitat que pot suportar cada arc, mentre que la tercera defineix el "cost" de cada arc.

Valor (Nodos)		Mínimo (Arcos)		Máximo (Arcos)		Coste (Arcos)	
Origen	Destino	r	a	b	c	d	s
r	a		2	6			
a	b			3	6		
b	c		1		2	8	
c	d					1	8
d	s		1	2			2
s	r						

Figura 52: Exemple mode d'edició tabular
Font: (Rodríguez Villalobos, Alberto, 2007)

D'aquesta manera, en l'estudi s'utilitzarà el mode d'edició tabular amb la finalitat de facilitar la definició del graf que es vol analitzar. Llavors, en aquest mode només es faran servir dues de les quatre taules que ofereix el programa. La primera s'ha definit anteriorment i és la taula de

“Nodes” que és l’encarregada el nom de cada vèrtex i el seu valor numèric. I la segona és la taula de “Cost”, ja que el cost fa referència al temps que es tarda d’anar d’un vèrtex a un altre.

Per tant, ja s’ha definit quin és el model que s’emprarà per la resolució del problema, raonat en l’apartat anterior amb la Taula 12, i també s’ha definit quin és el mode d’edició que s’utilitzarà juntament amb les taules necessàries per la seva implementació. En el següent apartat es definiran les taules amb les quals es resoldrà el problema plantejat.

7.3.2 *Elaboració de taules/matrius*

En aquest apartat s’elaboraran les taules/matrius esmentades en l’apartat anterior per definir correctament el problema. Per dur-les a terme, el programa ofereix dues possibilitats per tal d’introduir aquestes dades. La primera consisteix en introduir-les de manera manual a través del propi programa, mentre que la segona opció consisteix en importar les dades des d’un fitxer text i és útil quan es treballa amb grafs excessivament grans amb molta informació. Cal destacar que per dur a terme aquesta importació, primerament s’haurà de dur a terme una taula a l’Excel i guardar-la en un fitxer tipus text, per la seva posterior importació al programa.

La taula de “Nodes” defineix totes les estacions de càrrega i manteniment (definides en apartats anteriors i que es poden visualitzar a la Taula 5), juntament amb el valor numèric del temps de manteniment de cada estació (50 minuts, definit anteriorment), el qual està expressat en minuts. A continuació es pot veure la matriu transposada de la taula de “Nodes” (eq. 6) i cal comentar que el node 9 no té associat cap valor numèric ja que és el punt on està situat la base del servei de manteniment.

$$Valor (Nodes) = \begin{matrix} Node \\ Valor \end{matrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\ 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 50 & 0 \end{pmatrix}^T \quad (eq. 6)$$

En segon lloc, es defineix la taula de “Cost” que és l’encarregada d’emmagatzemar la informació relativa al temps que es tarda en anar d’una estació de càrrega (node) a una altra. Per la creació de la matriu d’aquesta taula s’ha utilitzat el servei de cartografia de Google Maps. Aquesta eina permet calcular la ruta òptima entre dos ubicacions, la qual porta associada el temps que es tarda en recórrer aquests dos punts amb la ruta òptima, informació que es necessita.

Llavors, mitjançant la informació de les coordenades de les ubicacions disponible a la Taula 5, es va introduint aquestes dades a la plataforma de Google Maps i es va obtenint el temps entre aquests dos punts. A la Figura 53 es pot veure un exemple de com funciona la plataforma.

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

En aquest, es desitja obtenir el temps entre l'estació ubicada a Fontajau (1) i la ubicada al GEiEG-Trueta (2). Una vegada definides les coordenades dels punts, la plataforma calcula les possibles rutes òptimes que es poden visualitzar a la part esquerra de la Figura 53.

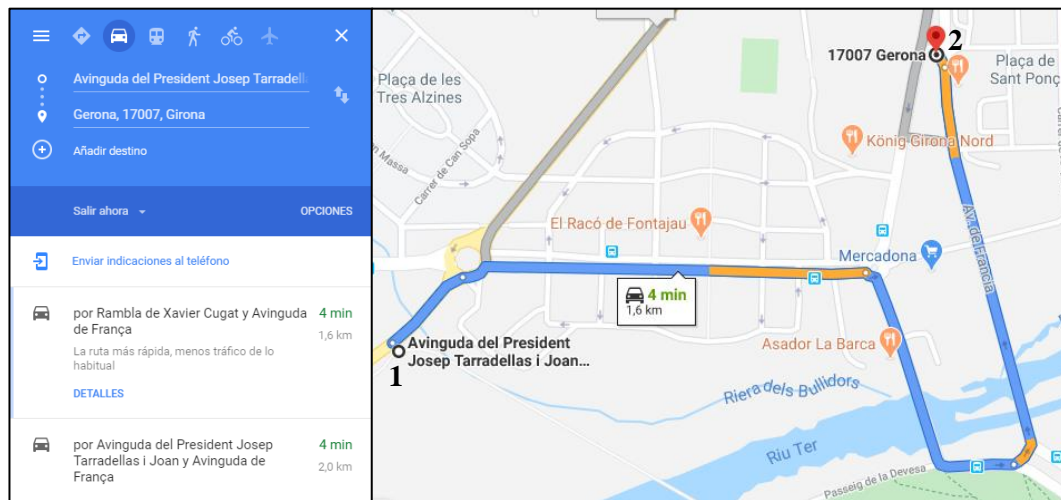


Figura 53: Obtenció temps entre estacions
Font: *Google Maps*

Com s'observa, les dues opcions proporcionades per la plataforma estimen que el temps del trajecte és de 4 minuts. Alhora, també proporciona la distància entre els dos punts, fet que interessa ja que també s'ha de procurar fer el recorregut més curt, per estalviar en el combustible de la furgoneta encarregada del manteniment. Per tant, s'escull la primera ruta ja que és la que suposa un recorregut mínim.

En el cas que la plataforma proporcionés dues rutes amb un temps diferent, s'escolliria l'opció amb un temps menor. Això es perquè interessa que el manteniment es pugui dur a terme en una sola jornada laboral. És a dir, el manteniment per un sol punt d'ancoratge suposa un temps de 10 minuts, i si a cada estació hi ha 5 punts d'ancoratges, això implica que es tardis uns 50 minuts per estació de càrrega. Si hi ha 8 estacions de càrrega i estacionament, el temps de manteniment ascendeix als 400 minuts. Llavors, si la jornada laboral és de 480 minuts (8 hores), això implica que com a molt es tindria 80 minuts per realitzar els moviments entre estacions. És per aquesta raó que es prioritza el temps per sobre del recorregut que es faci, ja que tot i que es pugui produir una major despesa en el carburant de la furgoneta, només s'haurà d'efectuar el manteniment en una sola jornada, reduint altres despeses.

Així doncs, a continuació s'obté la taula de temps (eq. 7), que correspon a la taula "Cost" del problema, conjuntament amb la seva taula de distàncies (eq. 8). Tot i que el càlcul del

recorregut es faci en base a la taula de “Cost” (temps), interessarà conèixer quina ha estat la distància recorreguda en la ruta òptima que s’obtingui.

$$\begin{matrix}
 & & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\
 \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \left(\begin{matrix} 0 & 4 & 4 & 8 & 4 & 7 & 7 & 12 & 4 \\ 2 & 0 & 2 & 7 & 5 & 9 & 8 & 12 & 5 \\ 3 & 3 & 2 & 0 & 5 & 3 & 7 & 6 & 10 & 3 \\ 4 & 6 & 5 & 5 & 0 & 8 & 5 & 9 & 12 & 8 \\ 5 & 5 & 4 & 2 & 5 & 0 & 7 & 5 & 11 & 0 \\ 6 & 6 & 6 & 5 & 4 & 5 & 0 & 7 & 6 & 5 \\ 7 & 5 & 7 & 5 & 6 & 4 & 3 & 0 & 9 & 4 \\ 8 & 10 & 9 & 8 & 6 & 8 & 6 & 8 & 0 & 8 \\ 9 & 5 & 4 & 2 & 5 & 0 & 7 & 5 & 11 & 0 \end{matrix} \right) & (eq.7)
 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix}
 & & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \\
 \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \left(\begin{matrix} 0 & 1.6 & 1.6 & 2.8 & 1.6 & 2.9 & 2.9 & 4.8 & 1.6 \\ 1.1 & 0 & 1.3 & 2.6 & 2.2 & 3.0 & 3.5 & 4.8 & 2.2 \\ 1.8 & 1.0 & 0 & 1.5 & 1.2 & 1.9 & 2.4 & 3.8 & 1.2 \\ 2.6 & 1.7 & 1.2 & 0 & 1.5 & 1.1 & 2.6 & 3.4 & 1.5 \\ 2.2 & 2.0 & 1.0 & 2.2 & 0 & 1.8 & 1.6 & 5.1 & 0 \\ 2.8 & 3.1 & 2.0 & 1.4 & 1.5 & 0 & 2.3 & 2.2 & 1.5 \\ 2.7 & 3.3 & 2.3 & 2.6 & 1.4 & 1.2 & 0 & 3.2 & 1.4 \\ 4.4 & 4.6 & 3.5 & 2.4 & 2.9 & 2.1 & 2.8 & 0 & 2.9 \\ 2.2 & 2.0 & 1.0 & 2.2 & 0 & 1.8 & 1.6 & 5.1 & 0 \end{matrix} \right) & (eq.8)
 \end{matrix}$$

Cal destacar que la ubicació de l’estació de La Punxa (5) i la de la base de manteniment (9) es troben situades quasi al mateix punt, ja que estan separades per una distància molt petita. D’aquesta manera, s’ha decidit que la distància i el temps existent entre aquests dos punts siguin nuls, provocant que el temps per anar des de qualsevol altre estació a qualsevol d’aquestes dues sigui el mateix, tal i com s’observen a les matrius.

7.3.3 Simulació i resultats

Una vegada definides les taules de “Nodes” i de “Cost”, s’introdueixen aquestes dades al programa i es defineix quin problema es vol resoldre. Tal i com s’ha esmentat anteriorment, el problema a resoldre és del *Viatjant de Comerç* ja que busca la ruta òptima que passi per tots els punts que componen el graf.

D’aquesta manera, s’executa el programa i s’obté el resultat de la Figura 54. Aquest resultat mostra quin és la ruta òptima que s’ha de seguir per recórrer totes les estacions, juntament amb el temps que es tarda en fer-la. Cal comentar que el resultat obtingut només contempla el temps de transició entre una estació i l’altra, sense tenir present el temps de manteniment que es dedica

Estudi de la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics

a cada estació (no té present el pes de cada node/vèrtex). Però, per efectuar el càlcul d'aquesta ruta òptima no és necessari considerar aquestes pesos de cada estació, ja que independentment de la ruta que es realitzi aquestes pesos seran els mateixos en totes les rutes possibles. Per aquesta raó i per agilitzar els càlculs del programa, només es calcula el temps per passar per les diferents estacions. Així doncs, el resultat indica que el temps de desplaçament entre les estacions és de 33 minuts i a la Figura 55 es mostra una representació gràfica del recorregut que s'ha d'efectuar per les diferents estacions, el qual té inici i final a la base de manteniment (9).

```
Rutas Solución:  
Ruta (1): 9, 5, 7, 6, 8, 4, 3, 2, 1, 9  
Distancia = 33
```

Figura 54: Resultat de la simulació

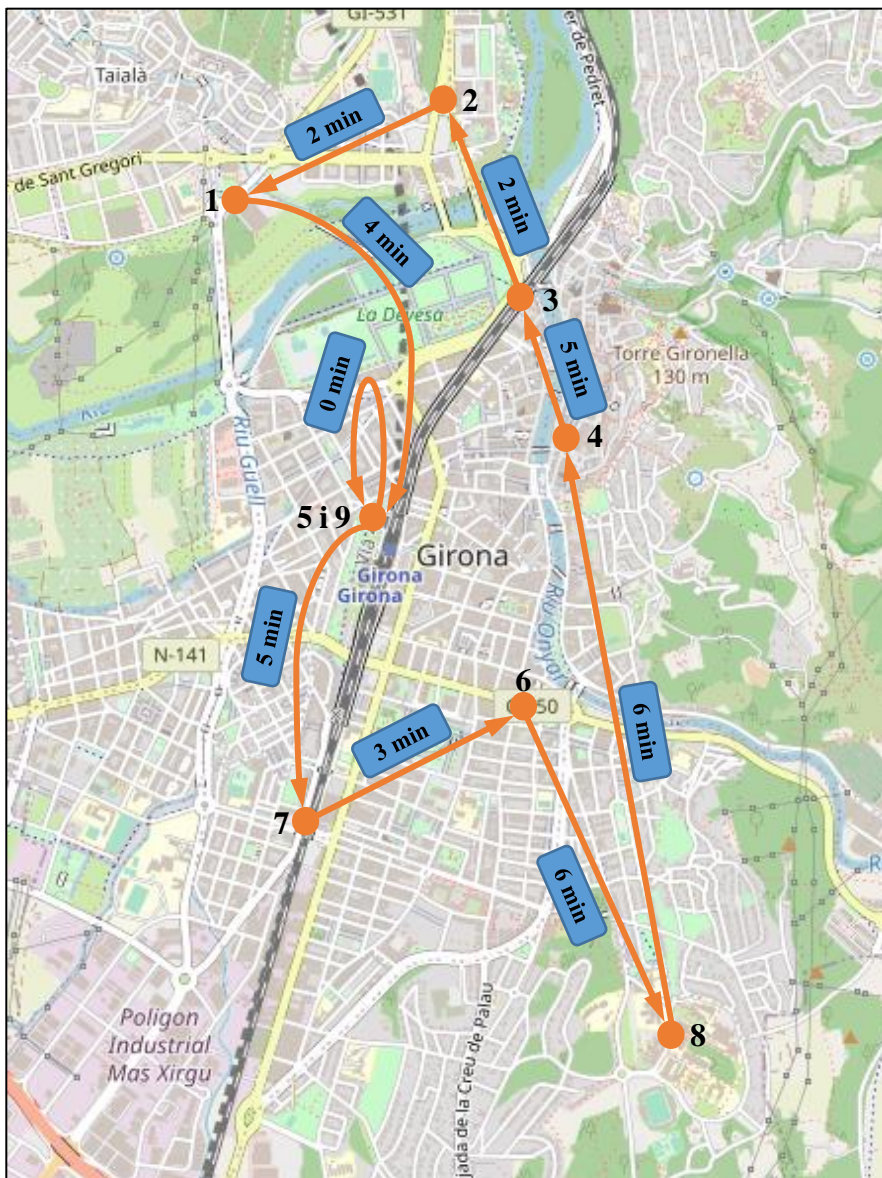
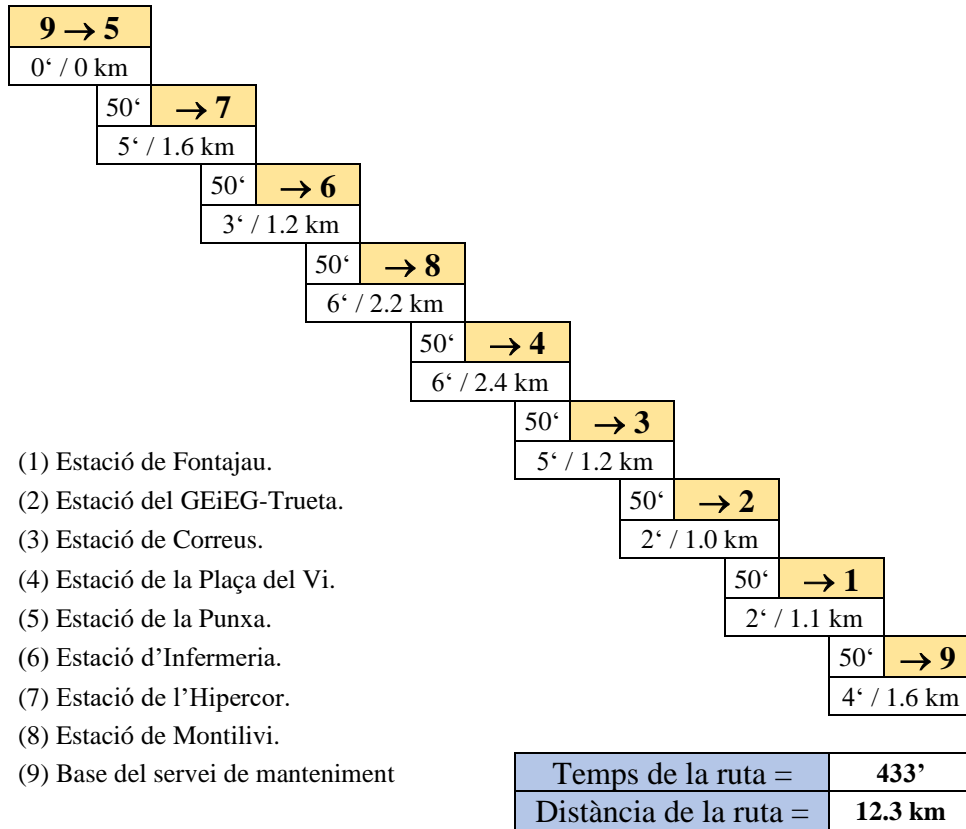


Figura 55: Ruta de manteniment

A continuació, s’haurà de tenir en compte el temps de manteniment de cada estació per acabar de definir el temps per dur la ruta de manteniment de totes les instal·lacions. Per fer-ho, s’ha realitzat la Taula 13 la qual mostra un resum del temps que es dedica a la ruta de manteniment.

Taula 13: Resum de la ruta de manteniment



D’aquesta manera, es pot veure un resum de les característiques de la ruta òptima de manteniment. En aquesta es pot observar quina és el temps i la distància que separen les diferents estacions de la ruta, així com el temps de manteniment que se li dedica a cada estació de càrrega i estacionament. Per entendre-ho millor es comentarà l’inici de la Taula 13.

Inicialment es parteix de la base del servei de manteniment (9) que s’ubica a l’estació de tens i d’autobusos de Girona. Des d’aquest punt parteix la furgoneta de manteniment del servei fins l’estació de la Punxa (5), sent aquesta la primera de la ruta. El recorregut que es fa entre aquests dos punts és nul ja que s’ha considerat que es troben situats en un mateix punt, donada la petita distància que el separen. Seguidament, s’efectuen totes les tasques de manteniment pertinents que suposen una càrrega de temps de 50 minuts aproximadament. Una vegada finalitzades aquestes tasques, la furgoneta realitza un trajecte fins l’estació de l’Hiperacor, el qual suposa un temps de 5 minuts i una distància recorreguda en furgoneta d’1.6 km. De la

mateixa manera que l'estació anterior, es realitzen les tasques de manteniment que equivalen a 50 minuts de temps.

Aquest procediment és el que es segueix per realitzar la ruta i és el que mostra la Taula 13. Així doncs, es realitzarà tot aquest procés fins arribar de nou a la base del servei de manteniment (9) on es donarà fer finalitzada la ruta. Així doncs, es completa la ruta de manteniment que s'haurà d'efectuar quan sigui necessari.

Per últim, s'obté que el temps que es destinarà per efectuar la ruta de manteniment és de 433 minuts, que equival a 7 hores i 13 minuts. Aquest temps no supera les hores que comporta una jornada laboral de 8 hores, per la qual cosa la ruta es podria realitzar en una sola jornada. Per altra banda, també s'obté la distància recorreguda per tal de realitzar aquesta ruta, la qual és de 12.3 quilòmetres. Amb això s'aconsegueix minimitzar despeses de personal i de transport, ja que si es necessités realitzar tota la ruta en més d'una jornada aquestes despeses serien superior pel fet de necessitar més dies de feina.

8 CONCLUSIONS

La memòria d'aquest treball tracta sobre l'estudi que s'ha dut a terme per a la implementació de punts de càrrega i estacionament de patinets elèctrics a la ciutat de Girona, amb la finalitat d'oferir als usuaris zones on estacionar aquests vehicles. Aquest treball ha suposat un repte en termes de disseny i modelització dels diversos punts de càrrega, a més de la distribució d'aquests dins de la pròpia ciutat.

La naturalesa d'aquest treball va sorgir a partir de la creixent aparició del patinet elèctric a la ciutat de Girona en els darrers mesos. Per tant, en vistes de la gran popularitat assolida pel patinet elèctric i la inexistència d'un servei públic que permeti l'estacionament d'aquest, s'ha decidit estudiar la possibilitat d'implementar punts de càrrega i estacionament pels patinets.

Llavors, mitjançant diverses fonts s'ha fet una consulta i una anàlisi de l'impacte del patinet elèctric en la societat, amb l'objectiu de determinar la magnitud d'aquest impacte i, en funció d'aquest, proposar la implementació d'un servei públic de càrrega i estacionament de patinets elèctrics per cobrir aquesta necessitat. Aquesta anàlisi ha afirmat l'actual i futura tendència creixent d'aquest innovador i eficient vehicle, fet que implica la necessitat de dur a terme una proposta per incorporar un servei públic del patinet elèctric.

Com a conseqüència de l'anàlisi anterior, s'ha obtingut una distribució dels diversos punts de càrrega i estacionament en funció de les zones més freqüentades a la ciutat de Girona de la població a estudiar. La finalitat de la distribució ha estat optimitzar la màxima cobertura d'aquest servei arreu de la ciutat, obtenint un total de **8 punts de càrrega i estacionament** (es poden consultar a la Taula 5). Llavors, s'ha generat la problemàtica de dimensionar els ancoratges necessaris a cada estació. Per solucionar-ho, s'ha fet un estudi considerant paràmetres poblacionals i estadístics de vehicles elèctrics de la ciutat de Girona, els quals s'han analitzat i s'ha arribat a la conclusió que cada punt de càrrega i estacionament disposarà de **5 ancoratges**.

Per altra banda, la implementació d'aquests punts de càrrega ha portat implícita la necessitat de definir com seran els ancoratges que componen d'aquests punts. Així doncs, s'ha decidit realitzar un **disseny propi de l'ancoratge** per tal d'oferir una solució eficient, fiable i segura pels usuaris. La modelització i disseny 3D d'aquest ancoratge ha suposat un repte ja que s'han hagut de complir una sèrie de requeriments per garantir un correcte funcionament del propi ancoratge.

Per últim, s'ha proposat la implementació d'una ruta que hauria de dur a terme un servei municipal, amb la finalitat d'efectuar un manteniment de les estacions de càrrega i estacionament. Per efectuar aquest servei, s'ha fet ús dels coneixements relatius a la teoria de grafs i s'ha emprat el programa Grafos amb el qual s'ha determinat la **ruta òptima per efectuar un manteniment de les estacions**, assegurant un correcte funcionament de les instal·lacions pels nostres usuaris.

Com a valoració personal, s'ha de remarcar que aquest treball ha permès reflectir i utilitzar una gran varietat de coneixements que s'han assolit al llarg del grau de GETI. És a dir, aquest treball ha estat estructurat i realitzat de manera que abastés un ventall de camps de l'enginyeria, ja que s'ha modelitzat i dissenyat l'ancoratge mitjançant un programa 3D, s'han emprat diversos estudis estadístics per tal de definir el dimensionat de cada estació, s'han utilitzat eines matemàtiques per definir la ruta òptima de manteniment, s'ha consultat normativa tècnica, normativa legal, s'ha interactuat amb els serveis d'anàlisi territorial i estadística municipals, etc. En definitiva, un projecte enginyeril consisteix en trobar una solució òptima i eficient a un problema consultant els diversos camps de l'enginyeria, quelcom que s'ha fet en aquest treball i ha suposat una gran font d'aprenentatge.

9 BIBLIOGRAFIA

- Ajuntament de Girona. (08 / Juliol / 2013). *Ajuntament de Girona*. Recollit de Mobilitat i Via Pública: <https://www2.girona.cat/documents/11622/184897/art47-OrdCirculacio.pdf>
- Ajuntament de Girona. (02 / Juny / 2017). *UMAT*. Recollit de https://terra.girona.cat/visorgis/visor_basic/?appid=4c7c8e7481b543129000e68a7a2135a8
- Ajuntament de Girona. (sense data). *Ajuntament de Girona*. Recollit de Mobilitat i Via Pública: <https://www2.girona.cat/documents/11622/184897/PatinetsTricicles.pdf>
- Ajuntament de Girona. (sense data). *L'Observatori*. Recollit de <https://terra.girona.cat/apps/observatori/indicadors/demografia/estructura-de-la-poblacio/estructura-de-la-poblacio-per-grups-dedat-quinquennals/>
- Ajuntament de Girona. (s.f.). *UMAT*. Obtenido de https://terra.girona.cat/visorgis/visor_basic/?appid=9bf0cb33ae544b7093f298afcfac03c3#
- Calm Puig, Remei; Coll, Narcís. (2007). *Grafs: Recorreguts, camins mínims i arbres*. Girona: UdG.
- Calm Puig, Remei; Coll, Narcís. (2007). *Introducció a la teoria de grafs*. Girona: UdG.
- CaminarMas. (sense data). *CaminarMas.Com*. Recollit de http://www.caminarMas.com/velocidad-estandar-al-caminar_189.html
- GOTRAX*. (09 / Abril / 2019). Recollit de <https://gotrax.com/blogs/news/better-than-electric-scooter-rental>
- ISO 4APP API*. (sense data). Recollit de <http://iso4app.net/>
- LocalizAcción*. (11 / Juny / 2013). Recollit de <https://localizaccion.wordpress.com/2013/06/11/calculo-de-isocronas/>
- Mad Charge*. (19 / Desembre / 2018). Recollit de <https://www.madcharge.com/electric-scooter-origins-history-and-evolution>
- MIPATINETE*. (sense data). *MIPATINETE*. Recollit de <https://mipatinete.com/patinetes-electricos-adultos/>

- Monclús, J., Ortega, J., Díaz Toribio, L., de la Peña González, E., Miralles Olivar, E., & Díaz Pineda, J. (2019). *AEC - Asociación Española de la Carretera*. Recollit de https://www.aecarretera.com/doc/VMP_estudio%20Mapfre.pdf
- Navarro, P. (06 / Febrer / 2015). *GRABCAD*. Recollit de GRABCAD: <https://grabcad.com/library/contactless-card-reader-ux400-1>
- Ocu*. (4 / Març / 2020). Recollit de <https://www.ocu.org/consumo-familia/consumo-colaborativo/informe/patinetes-electricos-alquiler#>
- Reasonwhy*. (26 / Setembre / 2019). Recollit de <https://www.reasonwhy.es/actualidad/idealo-despunta-uso-patinete-electrico-espana-movilidad>
- Rodríguez Villalobos, Alberto. (2007). *Integración de un SIG con modelos de cálculo y optimización de rutas de vehículos CVRP y software de gestión de flotas*. Madrid: Universidad Politécnica de Valencia.
- Sales, L. (17 / Setembre / 2018). *idealo*. Recollit de <https://www.idealo.es/magazin/demanda-bicicletas-patinetes-electricos/>
- Valdivia, A. G. (06 / Desembre / 2018). *Forbes*. Recollit de <https://www.forbes.com/sites/anagarciavaldivia/2018/12/06/the-phenomenon-of-electric-scooters-that-has-broken-into-european-cities-by-surprise/#6303a1881b4e>
- Villalobos, D. A. (20 / Abril / 2012). *Grafos*. Recollit de <https://arodrigu.webs.upv.es/grafos/doku.php>

ANNEX A: NORMATIVA PATINETS ELÈCTRICS

A.1 Normativa reguladora patinets elèctrics

Aquest annex recull tota la informació disponible actualment sobre la normativa existent sobre l'ús dels patinets elèctrics a la ciutat de Girona. Aquesta normativa es troba disponible a la secció de Mobilitat i Via Pública de la pàgina web de l'Ajuntament de Girona, la qual es troba adjunta en el document pdf *Normativa i informació sobre els patinets, tricicles i vehicles de mobilitat personal* (Ajuntament de Girona).

Aquest document adjunt és una normativa provisional donat que actualment no existeix cap document nacional de la DGT (Direcció General de Trànsit) que reguli els diferents criteris de regulació dels vehicles de mobilitat personal i la seva circulació. Així doncs, en el moment que la DGT realitzi les respectives modificacions de la normativa i resolgui la incògnita que ha suposat el ràpid creixement dels patinets elèctrics, serà necessària una adaptació de l'Ordenança municipal de circulació de l'Ajuntament de Girona.

2. PATINET ELÈCTRIC (VMP)



2.1 PRESENTACIÓ DELS PATINETS ELÈCTRICS

Els patinets elèctrics són **vehicles** dotats d'un motor elèctric i estan definits coma vehicles de mobilitat personal (VMP) segons la instrucció 16/V-124 de la Direcció general de trànsit.

2.2 PER ON PODEN CIRCULAR ELS PATINETS ELÈCTRICS?

Els patinets elèctrics no poden circular per les calçades, atès que no són vehicles regulats a causa que no consten en la normativa vigent.

Els patinets elèctrics no poden circular per les voreres. Els patinets elèctrics, pel fet de ser vehicles no poden circular per les voreres, atès que igual que la resta de vehicles de mobilitat personal no són assimilables a vianants.

L'Ajuntament de Girona està treballant en la revisió de l'Ordenança municipal de circulació, atès que, la normativa aplicables és la referent als patinets.

2.3 NORMATIVA RELATIVA ALS PATINETS ELÈCTRICS

Normativa relativa a la certificació de patinets elèctrics

Actualment no hi ha normativa que reguli l'homologació dels patinets elèctrics.

Normativa de circulació dels patinets elèctrics

El Reglament general de vehicles actualment no regula l'homologació dels patinets elèctrics, per tant, no és aplicable la normativa de circulació.

2.4 ELEMENTS DE SEGURETAT SOBRE L'ÚS DE PATINETS ELÈCTRICS

Pendent de regulació per part de l'organisme competent.

A.2 Ordenança Municipal de Circulació

Aquest annex recull tota la informació disponible sobre la normativa actual de circulació dedicada als cicles i bicicletes. Aquesta normativa es troba disponible a la secció de Mobilitat i Via Pública de la pàgina web de l'Ajuntament de Girona, la qual es troba adjunta en el document pdf *Ordenança Municipal de circulació* (Ajuntament de Girona, 2013), en concret en l'article 47 d'aquesta Ordenança Municipal de circulació.

Com s'ha dit en l'annex anterior, les normatives relacionades amb els patinets elèctrics encara no estan del tot definides i actualment hi ha moltes incògnites respecte com s'han d'utilitzar aquests vehicles. Llavors, tot i que aquest document no esmenti el patinet elèctric, serà útil per dur a terme alguna estimació respecte els altres vehicles que tracta aquest document.

Ordenança Municipal de circulació

Aprovació inicial pel Ple: 08/04/2013

Publicació al BOP núm. 117 Data: 18/06/2013

Entra en vigor a partir del 08/07/2013

https://seu.girona.cat/export/sites/default/dades/ordenances/_descarrega/ordenanca_circulacio_2013.pdf

L'article 47 de l'Ordenança Municipal de circulació està dedicat als cicles i bicicletes i estableix que en vies urbanes:

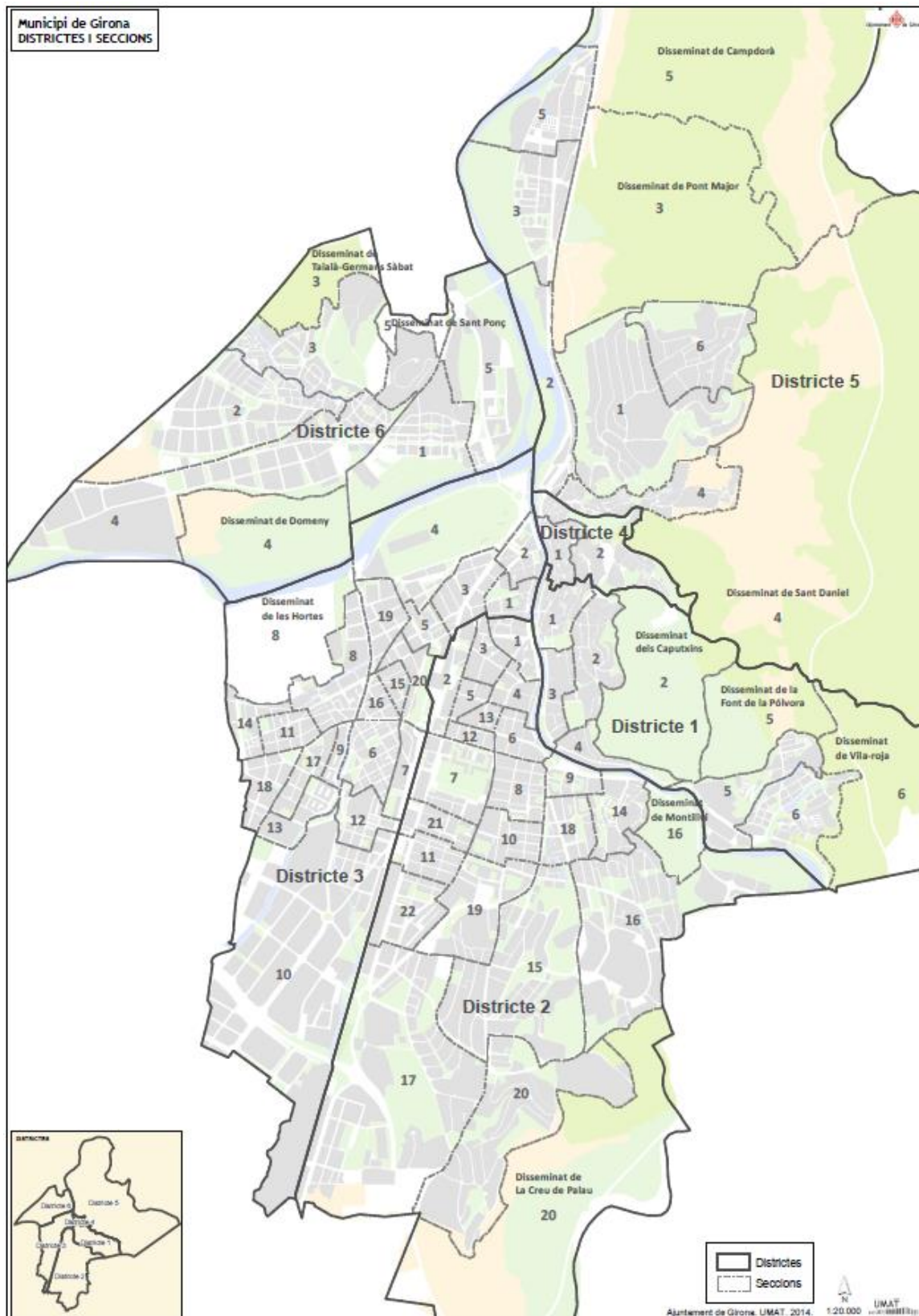
1. Els cicles i bicicletes no podran circular per les voreres, andanes i passeigs, llevat que hi hagi un carril especialment reservat a aquesta finalitat.
2. Els únics vehicles autoritzats per circular pel carril bici són els cicles i les bicicletes.
3. Els conductors de bicicletes tenen prioritat de pas respecte als vehicles de motor:
 - a) Quan circulin per un carril bici, un pas per a ciclistes o un voral degudament autoritzat per a l'ús exclusiu de conductors de bicicletes.
 - b) Quan per entrar en una altra via el vehicle de motor giri a dreta o esquerra, en els supòsits permesos, i hi hagi un ciclista a prop.

En tots els altres supòsits hi seran aplicables les normes generals sobre prioritat de pas entre vehicles.

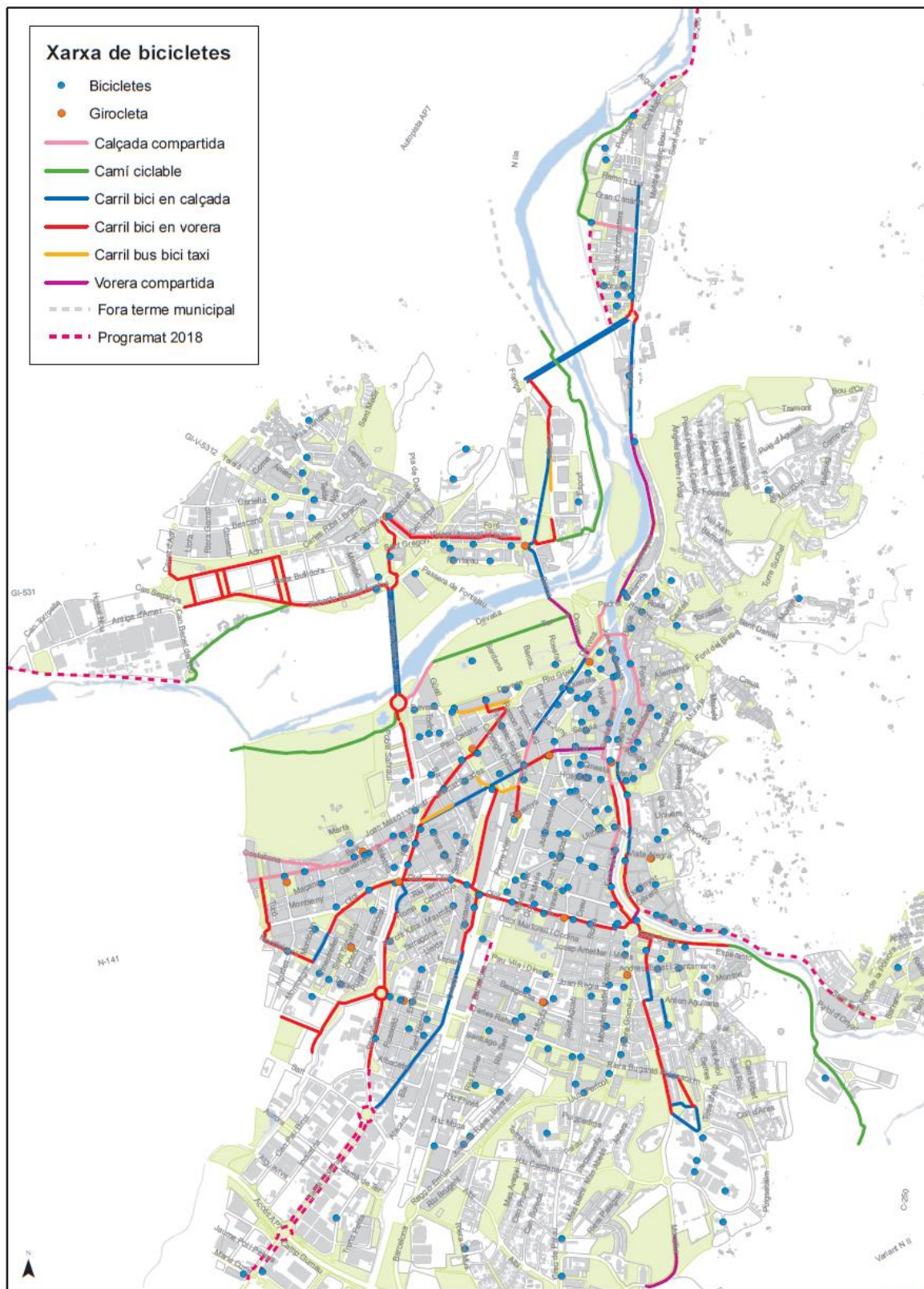
4. Quan una via té carril bici, els cicles i bicicletes han de circular preferentment per aquest carril.
5. Els ciclistes hauran de respectar la preferència de pas dels vianants que travessin el carril bici.
6. En les vies amb diverses calçades, els cicles i bicicletes han de circular per les laterals i en vies amb més d'un carril per a cada sentit de circulació, pel de la dreta en el sentit de la marxa.
7. En els parcs i vies amb preferència per als vianants els cicles i bicicletes han d'adequar la velocitat als vianants i mai sobrepassar els 10 km/h.
8. Es prohibeix la circulació en paral·lel de més de dues bicicletes o cicles. *Aquest apartat està derogat tàcitament per l'article 36.2 del Reglament general de circulació.*
9. La velocitat màxima que poden circular els cicles i les bicicletes és de 30 km/h excepte les limitacions establertes en el punt 7.
10. Els trams de connexió de longitud inferior a 20 m entre carrils bici, entre carrils bicicletes i aparcaments per a bicicletes o calçada, les bicicletes i cicles podran circular per la vorera en el trajecte de connexió a velocitat 5 km/h (pas de vianants) cedint el pas als vianants.
11. Els cicles i les bicicletes s'han d'estacionar preferentment als aparcaments habilitats per a aquests vehicles. Es podran lligar als elements estructurals o mobiliari urbà quan no hi hagi aparcaments específicament dissenyats per a aquests vehicles i sempre que no menyscabin en la funció o malmetin els elements als quals es lliguen o interfereixin en l'ús de la via pública i els itineraris de vianants accessibles. Es prohibeix lligar-los a arbres o qualsevol element d'una façana.

ANNEX B: MAPES

B.1 Distribució de Girona per districtes i seccions



B.2 Xarxa de carril bici de Girona



Ajuntament de Girona
 Servei de Mobilitat i Via Pública. Desembre 2017

1:24.000

ANNEX C: DADES

C.1 Dades poblacionals de Girona

DISTRICTES	SECCIONS	15-19	20-24	25-29	30-34	TOTAL
1	1	58	67	116	92	333
	2	39	40	52	52	183
	3	50	73	88	103	314
	4	62	88	91	101	342
	5	152	131	113	132	528
	6	83	82	94	87	346
2	1	34	37	42	42	155
	2	36	57	71	81	245
	3	49	67	73	77	266
	4	63	107	120	102	392
	5	51	53	72	60	236
	6	118	98	131	135	482
	7	126	121	107	118	472
	8	101	127	152	155	535
	9	88	112	91	91	382
	10	143	134	129	154	560
	11	108	122	197	201	628
	12	72	62	79	78	291
	13	56	50	78	83	267
	14	52	65	80	69	266
	15	173	137	161	121	592
	16	77	90	70	70	307
	17	92	95	60	79	326
	18	70	70	78	101	319
	19	138	130	109	147	524
	20	118	79	90	68	355
	21	89	89	93	110	381
	22	69	84	112	167	432
3	1	38	60	91	103	292
	2	42	47	98	80	267
	3	115	122	172	192	601
	4	83	73	46	57	259
	5	94	86	63	87	330
	6	42	53	60	56	211
	7	141	190	166	178	675
	8	203	203	278	278	962
	9	109	136	107	85	437

	10	121	134	133	139	527
	11	163	229	237	226	855
	12	179	205	209	183	776
	13	104	99	133	107	443
	14	151	173	218	202	744
	15	98	150	144	147	539
	16	73	108	123	94	398
	17	137	116	135	138	526
	18	147	116	115	136	514
	19	114	92	86	114	406
	20	84	92	100	99	375
4	1	57	160	215	188	620
	2	32	40	59	73	204
5	1	88	100	79	65	332
	2	44	53	70	70	237
	3	100	108	125	135	468
	4	37	53	31	36	157
	5	74	76	58	70	278
	6	90	69	59	62	280
6	1	144	102	91	94	431
	2	128	130	161	158	577
	3	138	121	115	88	462
	4	112	85	72	82	351
	5	132	59	74	82	347
					TOTAL:	25340

C.2 Dades usuaris del patinet elèctric

DISTRICTES	SECCIONS	15-19	20-24	25-29	30-34	TOTAL
1	1	9	11	18	15	53
	2	6	7	8	8	29
	3	8	12	14	16	50
	4	10	14	14	16	54
	5	24	21	18	21	84
	6	13	13	15	14	55
2	1	6	6	7	7	26
	2	6	9	11	13	39
	3	8	11	12	12	43
	4	10	17	19	16	62
	5	8	9	12	10	39
	6	19	15	21	21	76
	7	20	19	17	19	75
	8	16	20	24	24	84
	9	14	18	14	14	60
	10	22	21	20	24	87
	11	17	19	31	31	98
	12	12	10	13	12	47
	13	9	8	12	13	42
	14	8	10	13	11	42
	15	27	21	25	19	92
	16	12	14	11	11	48
	17	15	15	10	13	53
	18	11	11	12	16	50
	19	22	20	17	23	82
	20	19	13	14	11	57
	21	14	14	15	17	60
	22	11	13	18	26	68
3	1	6	10	14	16	46
	2	7	8	15	13	43
	3	18	19	27	30	94
	4	13	12	8	9	42
	5	15	14	10	14	53
	6	7	9	10	9	35
	7	22	30	26	28	106
	8	32	32	43	43	150
	9	17	21	17	14	69
	10	19	21	21	22	83
	11	25	36	37	35	133

	12	28	32	32	28	120
	13	16	16	21	17	70
	14	24	27	34	31	116
	15	15	23	23	23	84
	16	12	17	19	15	63
	17	21	18	21	22	82
	18	23	18	18	21	80
	19	18	15	14	18	65
	20	13	15	16	16	60
4	1	9	25	33	29	96
	2	5	7	10	12	34
5	1	14	16	13	10	53
	2	7	9	11	11	38
	3	16	17	20	21	74
	4	6	9	5	6	26
	5	12	12	9	11	44
	6	14	11	10	10	45
6	1	23	16	14	15	68
	2	20	20	25	25	90
	3	22	19	18	14	73
	4	18	14	12	13	57
	5	21	10	12	13	56
					TOTAL:	4003

C.3 Dades de l'àrea de cada secció censal

DISTRICTES	SECCIONS	ÀREA (m ²)
1	1	125.609,63
	2	868.440,23
	3	108.984,99
	4	96.365,99
	5	654.833,07
	6	1.127.088,72
2	1	83.865,87
	2	108.421,24
	3	71.882,81
	4	74.345,69
	5	41.078,21
	6	78.647,16
	7	211.039,37
	8	125.195,46
	9	76.854,49
	10	119.135,50
	11	103.307,50
	12	35.107,72
	13	32.228,21
	14	154.521,81
	15	738.214,37
	16	1.027.527,43
	17	1.304.883,51
	18	131.128,67
	19	277.339,76
	20	2.322.437,44
	21	86.615,67
	22	174.967,58
3	1	70.866,70
	2	86.617,36
	3	134.160,45
	4	591.234,81
	5	71.224,13
	6	142.989,97
	7	82.715,42
	8	695.530,40
	9	37.738,75
	10	1.466.735,86
	11	79.513,88

	12	104.059,88
	13	100.030,40
	14	85.613,49
	15	39.335,45
	16	48.620,47
	17	87.488,99
	18	107.642,49
	19	109.214,44
	20	98.669,85
4	1	81.245,74
	2	261.972,16
5	1	788.869,67
	2	298.457,12
	3	1.987.350,89
	4	12.229.567,62
	5	4.291.806,91
	6	363.844,12
6	1	410.724,38
	2	603.745,83
	3	672.282,02
	4	1.517.057,13
	5	749.177,86

ANNEX D: FITXA BRIDA D'ACCIONAMENT NEUMÀTIC

GN 862



Bridas 14

Bridas de accionamiento neumático

con base en ángulo

ESPECIFICACIÓN

Tipos

- Tipo **APV3**: versión con brazo en U, con dos arandelas almenadas
- Tipo **CPV3**: Versión con barra en U, con dos arandelas embreadas y elementos de montaje de tope de apriete GN 708.1 (ver página 1625)
- Tipo **EPV3**: Versión con brazo macizo, con cierre de presión

Código

- Código **M**: Émbolo magnético

Piezas de lámina metálica
Acero endurecido superficialmente C10
Cincado, azul pasivado

Ejes de cojinetes endurecidos

Pasadores de articulación en acero endurecido

Ejes de cojinetes de cilindro de aire exterior endurecido

cilindro de doble acción
presión máxima: 6 bares

Todas las partes en movimiento
lubricado con grasa especial

Toques de apriete de bridas GN 708.1, Tipo A (ver página 1625)

- Acero, zincado
- Goma tipo dureza 85 Shore A

INFORMACIÓN

El principio de sujeción de las abrazaderas de palanca neumáticas GN 862 es idéntico en construcción y dimensiones a las abrazaderas de palanca verticales GN 812 operadas manualmente (ver página 1572). Para asegurar un larga vida de uso de los componentes mecánicos y del cilindro neumático, la presión de trabajo no debe ser superior a 6 bar.

Las abrazaderas de palanca neumática GN 862 también están disponibles en tamaños 200 y superiores como versión M (pistón magnético). En conjunción con GN 896.2 (ver página 1622), la posición del pistón se puede detectar y el impulso generado se puede usar para transmitir una señal eléctrica.

- Información general de bridas de seguridad (ver página 1560)



ACCESORIO

- Soportes para tornillos de fijación (ver página 1623)
- GN 801 Soportes para tornillos de fijación (para tipo APV3) (ver página 1629)
- GN 809 Soportes para tornillos de fijación (para Tipo EPV3) (ver página 1630)
- GN 896.2 Interruptor de proximidad (ver página 1622)

Tipo APV3



Tipo CPV3



Tipo EPV3

