

# SMART CITIES



Pol Martorell Herrera  
Tutora: Aurora Martín  
Institut de Vilafant



# SMART CITIES

Pol Martorell

2Bat A

Tutora: Aurora Martín

Ins Vilafant

2020-2021





# **SMART CITIES**

*“La ciencia de hoy es la tecnología del mañana”. (Edward Teller)*

*“Una ciudad puede ser algo más que un conjunto de calles con casas donde vive la gente.” (Almudena Grandes)*

## AGRAÏMENTS

En primer lloc, vull agrair a la meva família tota la paciència que han tingut amb mi i tot el suport que m'han donat (tant mentalment com en l'àmbit financer, ja que m'han ajudat a pagar el treball).

Tot i que ja fa uns mesos que no és el meu tutor del treball de recerca, faig una especial menció a l'**Oriol Fuster**, que em va suggerir la idea de les ciutats intel·ligents i gràcies a ell he pogut desenvolupar tot aquest treball.

Seguint amb el tema dels tutors, he d'agrir a l'**Aurora Martin**, la meva actual tutora, tota l'ajuda, implicació i paciència que ha invertit en mi. Em va facilitar l'accés al material que necessitava de l'institut i em va ajudar a corregir certs aspectes del treball que han sigut claus.

També vull donar les gràcies a la meva professora de tecnologia industrial, la **Marta Sendra**, que durant el curs em va anar donant idees i resolent algun dubte que em sorgia a classe. Ha estat molt amable i també em va ajudar a aconseguir el material que necessitava.

Pel que fa a la construcció, he d'agrir a l'amic del meu pare, el fuster **Francesc Prats**, que es va interessar molt en el meu treball i em va ajudar a construir la rampa (em va proporcionar el seu taller i conjuntament vam muntar-la), que considero que és la part més complexa de l'estructura.

Agraeixo també a l'**Institut de Vilafant** que m'hagi deixat el material per a dur a terme la maqueta, ja que ha sigut crucial per a desenvolupar-la.

Finalment, vull agrair als meus amics tot el suport anímic que ens hem donat mútuament en els últims mesos, que sense ells avui en dia no seria el mateix.

## **RESUM**

Aquest treball tracta sobre el concepte de les Smart Cities. He fet una recerca sobre diversos aspectes i sectors d'aquestes i he construït un model de pàrquing intel·ligent.

La primera part del treball consisteix en una àmplia explicació teòrica de les ciutats intel·ligents, tant dels diferents àmbits que engloben com de la rellevància d'aquest concepte a nivell de Catalunya, Espanya, Europa i el món. A part d'això, també s'especifiquen altres apartats com característiques, objectius, etc.

La segona part del treball, la part pràctica, consisteix en la construcció d'una maqueta que simula un pàrquing intel·ligent. Aquest model d'aparcament està format per places per aparcar amb llums LED i una barrera d'entrada automatizada. Per a programar aquestes accions he utilitzat una placa Arduino i la plataforma Arduino Blocks. Tot es realitza gràcies a un detector d'obstacles amb sensor d'infrarojos IR, que permet fer possible aquest projecte.

En conclusió, una Smart City es pot analitzar des de moltes perspectives diferents. La part teòrica detalla aquest concepte i la maqueta intenta representar-ne visualment una part.

## **RESUMEN**

Este trabajo trata sobre el concepto de las Smart Cities. He hecho una investigación sobre diversos aspectos y sectores de éstas y he construido un modelo de parking inteligente.

La primera parte del trabajo consiste en una amplia explicación teórica de las ciudades inteligentes, tanto de los diferentes ámbitos que engloban como de la relevancia de este concepto a nivel de Cataluña, España, Europa y el mundo. A parte de esto, también se especifican otros apartados como características, objetivos, etc.

La segunda parte del trabajo, la parte práctica, consiste en la construcción de una maqueta que simula un parking inteligente. Este modelo de aparcamiento está formado por diferentes plazas para aparcar con luces LED y una barrera de entrada automatizada. Para programar estas acciones he utilizado una placa Arduino y la plataforma Arduino Blocks. Todo se realiza gracias a un detector de obstáculos con sensor de infrarrojos IR, que permite hacer posible este proyecto.

En conclusión, una Smart City se puede analizar desde muchas perspectivas distintas. La parte teórica detalla este concepto y la maqueta pretende representar visualmente una parte.

## **ABSTRACT**

This research project is focused on the concept of Smart Cities. I have done an investigation into various aspects and sectors of them, and I have built a smart parking model.

The first part of the project consists in a broad theoretical explanation about Smart Cities, both the different areas they include and the relevance of this concept at the level of Catalonia, Spain, Europe and the entire world. Apart from this, other sections such as characteristics and objectives are also specified.

The second part of the project, the practical part, consists in building a model that simulates a smart parking. This structure is made up of different parking lots with LED lights and an entry barrier. To program these actions, I have used an Arduino board and the Arduino Blocks program. Everything is done thanks to the obstacle detector with infrared sensor IR, which makes this project possible.

In conclusion, a Smart City can be analyzed from many perspectives. The theoretical part details this concept and the model of the parking tries to visually represent a part.

## ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	<b>8</b>
1.1 Motivació	8
1.2 Metodologia	9
1.3 Objectius	10
<b>2. CONCEPTE SMART CITY</b>	<b>10</b>
2.1 Història de les Smart Cities	11
2.2 Característiques principals	12
<b>3. SECTORS DE LES SMART CITIES</b>	<b>14</b>
3.1 Seguretat	14
3.2 Medi ambient	15
3.3 Mobilitat i Transport	16
<b>4. CIUTATS MÉS INTEL·LIGENTS DEL MÓN</b>	<b>18</b>
4.1 Smart Cities a Espanya	18
4.2 Smart Cities a Europa	22
4.3 Smart Cities al Món	28
<b>5. SMART CITIES A CATALUNYA</b>	<b>36</b>
5.1 Barcelona com a Smart City	36
5.2 Smart City Expo World Congress a Barcelona	38
<b>6. PART PRÀCTICA</b>	<b>39</b>
6.1 Objectiu/metodologia i materials	39
6.2 Disseny en 3D	41
6.3 Construcció de la maqueta	43
6.4 Pressupost	53
<b>7. CONCLUSIONS</b>	<b>53</b>
<b>8. WEBGRAFIA</b>	<b>54</b>
<b>9. ANNEXOS</b>	<b>61</b>
9.1 ANNEX I: Objectius i inconvenients d'una ciutat intel·ligen	61
9.2 ANNEX II: Elements més importants de les Smart Cities	63
9.3 ANNEX III: Altres sectors crucials: Economia, governança intel·ligen i salut i smart people.	64
9.4 ANNEX IV: Les 15 ciutats més intel·ligents del món:	68
9.5 ANNEX V: Fotografies rellevants	72

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. Motivació

Des de ben petit, tot el relacionat amb la informàtica, la mecànica, la tecnologia, ... m'ha agradat i impressionat molt. En l'àmbit de la mecànica, em quedava bocabadat mirant com el meu avi arreglava cotxes, camions i vaixells. El meu avi, abans de jubilar-se, va ser un mecànic molt bo, i sempre m'explicava les parts d'un motor o experiències de la seva feina molt interessants. En l'àmbit de la tecnologia i la informàtica, sempre m'ha agradat jugar a videojocs i vaig fer sis anys d'extraescolar d'informàtica a l'escola.

Quan vaig arribar a l'ESO, a poc a poc vaig anar descobrint que m'agradaven més i m'anaven millor les matemàtiques, la física i la tecnologia. Ara que he arribat a Batxillerat, estic totalment centrat en tecnologia industrial (tot i que la física també m'agrada molt actualment). De cara al futur i al món laboral m'agradaria fer una enginyeria o una carrera relacionada amb la informàtica la programació.

Al començament del Treball de Recerca, no estava gaire motivat, ja que em van canviar el tema i van tardar una mica en avisar-me. Com que no vaig poder fer el tema que inicialment volia, la domòtica, em vaig trobar una mica percut. Llavors el tutor que tenia en aquell moment, l'Oriol Fuster em va suggerir aquest tema. Em va resultar interessant, ja que molta gent no el coneixia, jo inclòs, i en cercar una mica d'informació la desmotivació es va acabar i va començar el meu treball sobre les Smart Cities.

És per totes les raons anteriors que vaig decidir dur a terme un treball tecnològic. Si durant tots els meus estudis, la tecnologia era la matèria que millor m'havia anat i més m'havia fascinat, havia de fer aquest tipus de treball.

## 1.2. Metodologia

Com s'ha pogut deduir fins ara, aquest treball és un treball tecnològic. La part pràctica d'aquest treball consistirà en la creació d'una maqueta que representi una Smart City, és a dir, construir-ne un model d'una part (un pàrquing intel·ligent). El cos pràctic s'ha realitzat seguint el procés tecnològic (necessitat, recerca, disseny, construcció i valoració), que s'explica posteriorment a l'hora d'introduir la maqueta. La part teòrica consisteix en una recerca sobre les ciutats intel·ligents en un concepte tant general com particular. També es fa un anàlisi de deu ciutats i s'exposa perquè els hi atribueixin la qualitat de "smart". Al final d'aquesta part del treball s'hi troba una taula on es recull tota la informació obtinguda d'aquestes. El contingut total de la teòrica es resumeix en els objectius a continuació.

## 1.3. Objectius

Els objectius a assolir amb aquest treball de recerca són:

- Descobrir què és una ciutat intel·ligent, en quines àrees s'especialitzen i quins sectors tracten. També es vol indagar en les seves característiques i elements principals.
- Fer una recerca de les ciutats intel·ligents d'Espanya, d'Europa i del món.
- Tractar el tema de Smart Cities a Catalunya, com intenten aplicar-les i modernitzar les ciutats. També descobrir què és la "Barcelona Smart City Meeting" i com ajuda a aquest sector a desenvolupar-se.
- Construcció d'una maqueta d'una part d'una ciutat intel·ligent, concretament un pàrquing. Aplicar tot el que s'ha trobat i investigat a la part teòrica a una maqueta que representi aquest treball.

## 2. CONCEPTE SMART CITY

Una Smart City o ciutat intel·ligent és bàsicament una ciutat que per mitjà de l'anàlisi de dades i la tecnologia pretén proporcionar uns serveis als seus habitants i millorar les seves necessitats bàsiques. L'objectiu d'una Smart city és centrar-se en el ciutadà, millorar la seva qualitat de vida i alhora millorar la sostenibilitat ambiental fent un bon ús de la tecnologia de la qual disposa.

Mitjançant diversos sensors, l'IoT (internet de les coses) i les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC), una Smart City pot aconseguir els seus objectius i funcionar de manera òptima.

L'internet de les coses és una connexió d'objectes materials (que fem servir durant el nostre dia a dia) per mitjà de sensors i diverses tecnologies i programari per tal d'enviar i fer una anàlisi de les dades que tant caracteritzen a una ciutat intel·ligent. Les tecnologies de la informació i comunicació s'encarreguen d'unir les tècniques i els components utilitzats en la transmissió i la gestió de la informació.

### 2.1. Història de les Smart Cities

L'inici d'aquestes ciutats en l'àmbit global té lloc a Los Angeles (Califòrnia, Estats Units) entre el 1960 i el 1970. Una oficina que pertanyia a l'ajuntament anomenada "Community Analysis Bureau" feia servir la fotografia aèria per a poder elaborar unes anàlisis de la informació i crear una base de dades per a poder estudiar la demografia dels habitants i la qualitat dels seus domicilis. Un objectiu que si fa no fa, anys després es convertiria en la definició de Smart City. Malauradament, els creadors d'aquest projecte no van poder continuar-lo, però van donar pas a que en un futur la seva idea es desenvolupés i es formessin les ciutats intel·ligents actuals.

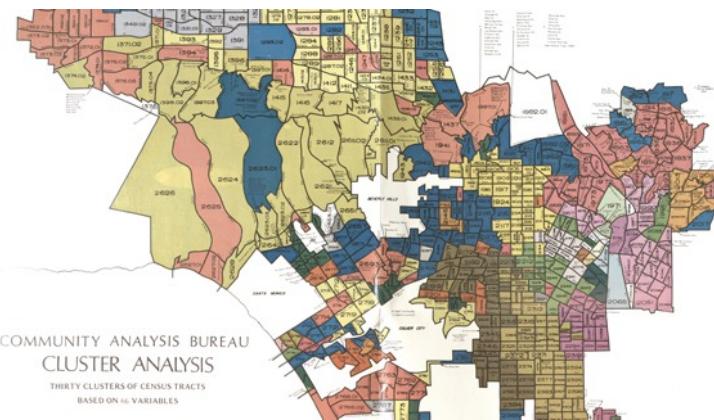


Figura 1: Anàlisi demogràfica de la "Community Analysis Bureau"

Cap al 1990, el concepte de Smart City va arribar a Malàisia, Austràlia i bona part d'Europa, ja que necessitaven millorar la qualitat de vida, tractar diversos problemes de sostenibilitat i menys cost en els serveis.

A Espanya, aquest concepte va ser descobert entre finals del 2004 i inicis del 2005. Una empresa anomenada “ACCEDA” va agrupar més de 30 empreses relacionades amb els àmbits de les ciutats intel·ligents (seguretat, informàtica, telecomunicacions, educació, salut, etc.) i van crear “Comunitat Digital”, una ciutat-prototip d’una Smart City. Aquesta ciutat feia 5.000 m<sup>2</sup> i incloïa un hospital, un hotel, un banc, una escola, semàfors,... és a dir, tot el que ha de tenir una ciutat, però ho van presentar en format cinematogràfic. Temps després el Ministeri d’Indústria espanyol va crear el primer programa de Ciutats Digitals del món, l’any 2004.

Sobretot gràcies a l’oficina de Los Angeles, però també gràcies a tot el treball realitzat tant a Espanya com als altres països, s’ha pogut arribar a desenvolupar aquest concepte fins a dia d’avui i s’han creat moltes ciutats intel·ligents arreu del món.

## 2.2. Característiques principals

Les característiques d’una ciutat intel·ligent poden variar a causa de certs factors (població, localització, economia, etc.) però la majoria d’elles tenen molts trets en comú. Hi ha una sèrie de determinades característiques que són fonamentals i necessàries per a una bona creació d’una Smart City:

- La utilització de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) en els serveis públics: el més bàsic en una ciutat intel·ligent és una accessibilitat fàcil i ràpida a la tecnologia i una connexió entre els diversos dispositius que s'utilitzen. L'IoT també és molt important, ja que els sensors estan contínuament recopilant dades per a poder analitzar-les.
- Seguretat i protecció per als habitants: elements que més endavant seran explicats com per exemple les càmeres de vigilància, un bon sistema per a trucades d'emergència (com el 112 a Catalunya), un equip d'agents (policia, vigilants, etc.) que vetlli per la vida dels habitants i un sistema que protegeixi i mantingui la privadesa de les dades personals són imprescindibles per a garantir aquesta seguretat als ciutadans.
- Que una ciutat sigui independent econòmicament és un factor clau perquè pugui esdevenir una Smart City. La ciutat en qüestió ha de tenir una bona organització i planificació pel que fa a: els impostos, els pressupostos, les despeses, els ingressos,... en resum, en l'àmbit econòmic. Han d'innovar constantment i trobar solucions ràpides a diversos problemes que puguin sorgir.
- La planificació d'una xarxa de transport intel·ligent: gràcies a aquest transport es pot reduir el consum energètic, els accidents de trànsit i el nivell de contaminació. El transport tant de mercaderies com de persones es torna més ràpid i eficient. En una ciutat intel·ligent, no hi ha molta gent que utilitzi un vehicle particular, per això aquest disseny de la xarxa de transport és clau per a la mobilitat.
- Una infraestructura social eficaç, adequada a les necessitats requerides i relacionada amb la qualitat de vida, és a dir, un entorn segur i respectuós que implica tenir escoles, hospitals, àrees d'entreteniment, etc. I a part d'una infraestructura social, també és molt important una infraestructura intel·ligent, evidentment. Gràcies a les ànalsis de dades i a la utilització de diverses tecnologies es poden crear millors planificacions de cara al futur.

- Una ciutat intel·ligent ha d'afinar el consum d'energia, recorrent a fonts d'energia renovables i seguint el concepte de desenvolupament sostenible. La gent ha d'estar conscienciada en l'àmbit mediambiental. Hem d'incloure les noves tecnologies però sense afectar el nostre entorn.



Figura 2: Característiques d'una Smart City

### 3. SECTORS DE LES SMART CITIES

Les Smart Cities estan dividides en diversos sectors, com és lògic, ja que seria impossible tractar-ho tot des d'un sol sector. Tots aquests sectors tenen molta importància i si manca o falla qualsevol d'ells ja no es pot considerar el concepte Smart City. Cada sector crea projectes i intenta aconseguir els objectius mencionats anteriorment. A continuació es desenvolupen els tres sectors més importants i es dona exemples de ciutats que tenen el sector més desenvolupat del món:

#### 3.1. Seguretat

La seguretat és un dels sectors que s'han d'implantar des del principi en una Smart City, ja que es garanteix la qualitat de vida i es protegeix tot el procés de creació d'aquestes ciutats intel·ligents. S'ha de crear una infraestructura de seguretat avançada. La seguretat no només fa referència a protegir llocs i sistemes, també s'ha de vetllar per la privacitat dels ciutadans i les dades que recopilen els sensors. Les solucions intel·ligents que s'inclouen quotidianament a la ciutat han de respectar als habitants i protegir-los.

També és molt important prevenir els possibles atacs cibèrnets, per això és imprescindible crear unes rutes d'actualització en la infraestructura digital. Així, cada vegada que s'actualitzi alguna tecnologia o se'n vulgui afegir alguna de nova, ja es trobaran en una via segura i protegida, i no les haurem d'estar protegint cada vegada.

Parlant de la seguretat en un àmbit més “físic” dels ciutadans, els edificis intel·ligents han d'incorporar serveis de seguretat de tota mena: vigilància intel·ligent (a partir de diferents tipus de càmeres de seguretat), sistemes de verificació d'identitat a certs llocs (per controlar i protegir qui té accés a certes tecnologies o dades que són molt rellevants), un bon sistema d'il·luminació, sensors, una alta connexió amb la policia, etc. A més d'això hi podrem trobar apps (tant en dispositius mòbils com en la web en qüestió) de notificació d'alertes d'emergència i a part d'això també es fa un seguiment de la delinqüència en temps real.

Una altra part considerable i a la vegada molt innovadora és el monitoratge constant de seguretat. Consisteix en generar sistemes que analitzen les dades que estan rebent, amb la finalitat de trobar indicadors de compromís (IOC). Quan aquests sistemes troben una anomalia en les dades (IOC), significa que hi pot haver un possible risc o amenaça, per això han de reaccionar automàticament i erradicar o solucionar el problema.

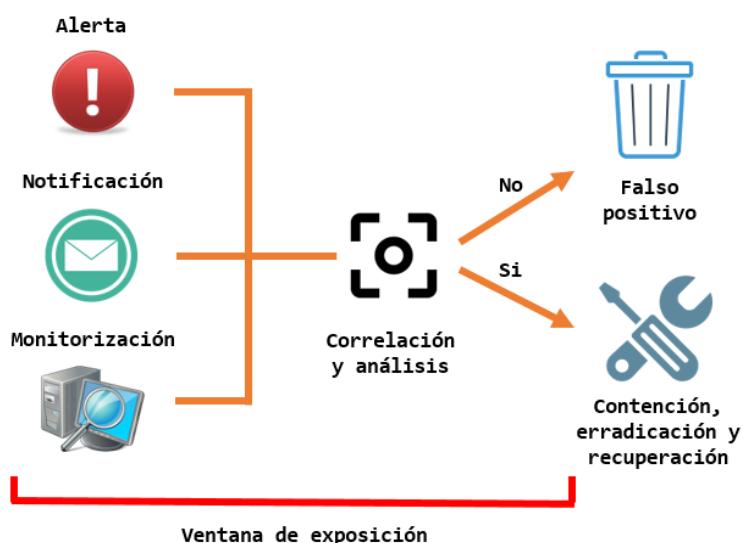


Figura 5: Funcionament d'un indicador de compromís

### 3.2. Medi ambient

L'objectiu més important que defineix a aquest pilar és que vol incorporar la nova tecnologia sense danyar el seu entorn. La gestió de recursos es basa en el concepte del desenvolupament sostenible (es busca constantment la sostenibilitat). S'ha de respectar el medi ambient, i es pot respectar fent un ús eficient de les energies renovables, reciclat correctament i minimitzant les emissions de carboni (amb projectes que millorin la qualitat de l'aire). També s'optimitza el consum d'energia i s'actua per a reduir emissions perjudicials per al medi natural.

En aquest sector, les ciutats intel·ligents es caracteritzen per disminuir la generació de residus (innovació en la seva recollida i tractament) i la contaminació. Al mateix temps, gestionen responsablement els recursos naturals i es decanten per les energies renovables. L'aire i l'aigua són el focus d'atenció de les Smart Cities. En l'àmbit de l'aire, es vol millorar la seva qualitat, disminuint el CO<sub>2</sub> i controlant la quantitat de partícules de gasos d'efecte hivernacle. D'altra banda, l'aigua exigeix una gestió més eficient i controlada (sistemes de vigilància de l'ús i qualitat en temps real) per aconseguir un estalvi considerable.

Un exemple de tecnologia que es fa servir en aquest sector seria el “software de Gestió de la Qualitat de l'aire (CyAM), creat i implementat per la companyia “Siemens”. Del que s'encarrega aquest software (programari) és de calcular amb antelació les concentracions en l'aire i ajuda a predir i trobar-hi possibles contramesures. Aquest software té una eficàcia de més del 85% i d'aquesta manera aquesta intel·ligència artificial ajuda a millorar tant la qualitat de l'aire com la qualitat de vida dels ciutadans.

Per portar a terme totes aquestes accions, és necessari un alt nivell d'educació i conscienciació mediambiental. A part de millorar la qualitat de vida, aquest sector millora la reputació de la ciutat, redueix l'impacte sobre el canvi climàtic, consciència a la gent i fomenta el reciclatge.



Figura 6: Analitzador d'aire, software CyAM

### **3.3. Mobilitat i Transport**

Juntament amb la seguretat i protecció, aquest sector és dels primers que s'aplica en una ciutat. Aquest sector engloba tant el transport de mercaderies i persones com la mobilitat digital (“smart mobility”) de dades.

#### -Transport:

Les iniciatives d'aquest sector proporcionen un transport equilibrat i redueixen les obstruccions. Engloba totes les formes de transport d'una ciutat: bicicletes, motos, cotxes (tant privats com compartits), transport públic, etc. Es treballa tant en la gestió del trànsit en temps real com en els “smart pàrquings” (o pàrquings intel·ligents). Com s'ha explicat anteriorment (en l'apartat 4.2), el més important del transport és tenir planificada una xarxa eficient i productiva.

S'intenta aplicar els següents elements per millorar la sostenibilitat: l'ús de vehicles elèctrics i híbrids, l'ús d'energies renovables en el transport públic, l'ús de cotxe compartit i l'ús de bicicletes o altres transports que no contaminin. Gràcies a tot el que s'aplica i al pla de transport intel·ligent, tot serà més segur, menys contaminant i satisfarà les necessitats de cada usuari.

Actualment, la ciutat amb la millor mobilitat i planificació de transport intel·ligent és Nova York. Van trobar una solució al seu problema de trànsit, les càmeres de trànsit “NYCDOT”. S'encarreguen de recollir dades i això permet als semàfors canviar els

seus patrons a l'instant. Minut a minut el trànsit es regula i evita tant accidents com aglomeracions de vehicles.



Figura 7: Càmera de trànsit "Nydot"

#### -Smart mobility:

Es caracteritza per gestionar els sistemes de logística i moviment mitjançant la tecnologia. La seva funció és moure o transmetre les dades per diversos sistemes administratius i municipals sense interrupció. Les dades circulen lliurement per tots els sistemes, proporcionant atenció als problemes de seguretat, protecció de la privacitat i propietat intel·lectual. Gràcies a les technologies TIC, tots els recursos de la ciutat es connecten mitjançant una gran xarxa amb una alta velocitat.

## 4. CIUTATS MÉS INTEL·LIGENTS DEL MÓN

A continuació i d'acord amb els subapartats, s'explicaran les Smart Cities en l'àmbit d'Espanya, d'Europa i del món. La majoria de les ciutats, d'una manera o una altra intenten implementar el concepte Smart City, però evidentment n'hi ha que ho aconsegueixen d'una manera més eficaç i exitosa.

### 4.1. Smart Cities a Espanya

A Espanya existeix la “RECI” (Red Española de Ciudades Inteligentes). Es va crear entre el 2011 i el 2012, i els firmants en qüestió es van comprometre a crear una xarxa oberta per a afavorir el progrés empresarial, econòmic i social de les ciutats mitjançant el coneixement i la innovació (evidentment a través de les TIC). També es crea amb el propòsit de compartir idees i descobriments entre elles i impulsar tant el desenvolupament com la investigació de nous projectes. A Espanya, una de les Smart Cities més destacables i més importants és Barcelona, però s'explicarà en un altre subapartat (7.2). A continuació es desenvolupen algunes Smart Cities d'Espanya i s'explica perquè són intel·ligents:

#### -Málaga:

Málaga és una ciutat d'Andalusia amb una població de 580.000 habitants aproximadament i una superfície de 395.000.000 m<sup>2</sup>. El que fa que aquesta ciutat sigui Smart City, és la gestió de l'energia. Amb les novetats que s'expliquen a continuació (fonts renovables), s'espera poder implementar aquest sistema de control energètic a les cases i edificis. Dins la xarxa elèctrica s'hi han integrat les fonts renovables (sobretot la solar i l'eòlica). Gràcies a aquesta integració, es redueixen les emissions de CO<sub>2</sub> i l'eficiència de la xarxa incrementa.

L'objectiu de Málaga és involucrar en aquesta nova gestió a tots els agents del sistema elèctric, des que es genera fins que es consumeix. Els edificis més representatius de la ciutat tenen instal·lades solucions d'eficiència energètica i per tota la ciutat s'hi poden trobar més de 17.000 comptadors intel·ligents. També hi

trobem uns fanals/aerogeneradors eòlics que amb la mateixa energia que generen, la utilitzen per il·luminar la zona en qüestió on estiguin situats.

A part d'això, en més de 20 centres de transformació d'electricitat s'hi troben instal·lats sistemes d'automatització avançada. Tenint en compte aquests 20 centres, un total de 72 centres estan comunicats a través de una xarxa anomenada "PLC", que crea una connexió entre el centre de control de la xarxa i qualsevol punt d'aquesta.

Dins el rànquing mundial de les Smart Cities, Màlaga es troba en la posició 82. En el rànquing a Espanya es troba en la posició 6.



Figura 8: Generadors eòlics/fanals a Màlaga

#### -Bilbao:

Bilbao és una ciutat del País Basc amb una població de 345.800 habitants aproximadament i una superfície de 41,5 km<sup>2</sup>. Bilbao està categoritzat com a Smart City per l'ús d'aquest concepte al transport, el medi ambient, els serveis mèdics, el turisme i la gestió dels residus. També han facilitat que els tràmits municipals puguin ser realitzats per via web, així no s'ha de desplaçar la població a l'ajuntament per aquests tràmits.

Uns dels majors projectes que s'estan duent a terme a Bilbao és ampliar la connectivitat i la comunicació per a reduir les bretxes digitals a diversos punts de la ciutat. Amb això pretenen proporcionar connexió a la xarxa a tots els habitants i estendre el concepte Smart City a tota la ciutat. Aquesta ampliació es duu a terme gràcies a semàfors, sensors, càmeres de seguretat, etc.

En aquesta ciutat basca, s'ha creat una iniciativa anomenada PAES (Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible). Amb aquesta iniciativa s'ha reduït el 30% de les emissions de gasos de l'efecte hivernacle i s'ha potenciat un 20% l'ús de les energies renovables. També s'està intentant realitzar un estalvi de consum d'aigua del 8%. En l'àmbit del turisme, hi ha la iniciativa del préstec de bicicletes i el "3D Walking Tour de Bilbao", que promou l'activitat turística per mitjà dels recursos arquitectònics de la ciutat. En el rànquing mundial de les ciutats intel·ligents, es pot trobar a Bilbao en la posició 108. A Espanya, Bilbao es troba en 10è lloc com a Smart City.



Figura 9: Ruta del "3D Walking Tour" a Bilbao

### -Madrid

Madrid és la capital de la Comunitat de Madrid amb una població de 3.330.000 habitants aproximadament i una superfície de 604,3 km<sup>2</sup>. A Madrid se li atribueix la qualitat de Smart City per la seva implicació en els sectors de seguretat, emergències, sostenibilitat ambiental i el transport.

En referència a l'àmbit de la seguretat i les emergències, el CISEM (Centre Integrat de Seguretat i Emergències) s'encarrega d'organitzar, coordinar i dirigir els cossos de policia i protecció civil. Gràcies a aquesta organització tan eficient han aconseguit uns temps de resposta a emergències inferiors a 8 minuts.

En relació amb el transport i la sostenibilitat ambiental, s'ha creat dues línies d'autobusos gratuïtes i que no emeten CO<sub>2</sub>, s'ha implantat la iniciativa de poder reservar aparcament (mitjançant una aplicació de l'Ajuntament) i s'ha programat una aplicació mòbil que proporciona als ciutadans informació sobre la qualitat de l'aire. També s'està fent tot el possible perquè el 2023, 200 autobusos dels 2000 que disposa l'ajuntament de Madrid es converteixin en autobusos elèctrics. A part dels autobusos, s'estan llançant propostes en relació amb les motos elèctriques i a l'expansió de les bicicletes intel·ligents (que comportaria la creació de nous carrils bici i menys contaminació).

Madrid és la ciutat més intel·ligent d'Espanya, fins i tot davant de Barcelona. El sector en què més s'especialitza, com s'ha pogut deduir, és la mobilitat i el transport. En un enfocament global, Madrid ocupa la posició 25 de les Smart Cities.



Figura 10: Autobús elèctric a Madrid

#### 4.2. Smart Cities a Europa

El 2014, la Unió Europea va decidir apostar a favor del concepte Smart City. Van proposar una iniciativa de convertir certes ciutats en intel·ligents, però per ser-ho havien de mantenir i desenvolupar sis àmbits intel·ligents: la governança, l'economia, la mobilitat, el medi ambient, els ciutadans i la qualitat de vida/salut. Actualment, si una ciutat respecta aquests sis sectors, posseeix una bona infraestructura mitjançant les TIC i contribueix al desenvolupament sostenible es pot considerar una Smart City (sempre amb l'aprovació de la UE, evidentment). També fa uns anys, concretament entre el 2012 i el 2013, la Comissió Europea va crear el programa “Associació per la Innovació Europea de les Ciutats Intel·ligents i Comunitats”. La finalitat d'aquesta iniciativa és proporcionar capital a diverses ciutats que presenten idees innovadores i projectes en l'àmbit de les TIC, el transport i l'ús de l'energia. En el dia d'avui, gràcies a aquest programa s'han repartit més de 370 milions d'euros per poder crear noves Smart Cities.

A part del que s'ha explicat anteriorment, durant el període d'anys entre 2014 i 2020, es va dur a terme un altre projecte anomenat “Smart Impact”. Aquest projecte va invertir 750.000 € juntament amb una inversió de 573.000 € (per part del Fons Europeu del Desenvolupament Regional) a la creació i desenvolupament de noves Smart Cities.

A continuació, seguint l'exemple d'Espanya, s'exposen diverses Smart Cities d'Europa i s'explica el motiu pel qual són “Smart”:

##### -Londres:

Londres és la capital i ciutat més poblada d'Anglaterra i del Regne Unit, amb una població de 8,99 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 1.572 km<sup>2</sup>. Londres és una ciutat intel·ligent per la seva especialització en els sectors de: medi ambient, mobilitat i transport i smart people.

Londres és la ciutat més intel·ligent del món, i per entendre-ho des d'un punt de vista més general s'ha de conèixer la creació de l'alcalde de Londres, Sadiq Khan.

Khan va crear un pla anomenat “Smarter London Together” per a transformar la ciutat britànica en la ciutat més intel·ligent del món. Aquest pla està format per 5 idees essencials, i aquestes idees van portar a Londres al capdavant del rànquing mundial.

- Connectivitat de classe mundial i carrers més intel·ligents (mobilitat i transport).
- Millorar i optimitzar la col·laboració per tot Londres.
- Millorar les habilitats digitals i el lideratge de la ciutat (smart governance).
- Més implicació del ciutadà, és a dir, més serveis dissenyats i proposats per l'usuari individual (smart people).
- Aconseguir un nou tractament per les dades de la ciutat.

En l'àmbit del transport, a part de la transformació dels carrers a una intel·ligència superior mencionada anteriorment, va sorgir una iniciativa relacionada amb les places d'aparcament. La ciutat va habilitar tots els carrers del barri de Westminster amb sensors de pes. A través d'una app mòbil, els ciutadans poden saber si hi ha disponibilitat per aparcar en algun carrer d'aquest barri, ja que els sensors envien la informació de les places ocupades a l'aplicació.

També dins el mateix àmbit, s'ha creat uns vehicles sense conductors anomenats “Heathrow Pods” que s'encarreguen d'interconnectar la ciutat amb l'aeroport, cosa que facilita el transport i evita el possible trànsit. A part d'aquest vehicle, actualment s'estan tornant a condicionar els carrers i les voreres per facilitar els trajectes a peu, en bicicleta i en transport públic. S'espera que cap al 2041 el 80% dels trajectes siguin realitzats com els mencionats anteriorment.

En l'aspecte del medi ambient i de la sostenibilitat, Londres sempre ha tingut greus problemes de contaminació i necessitaven netejar l'aire. Es va crear un mètode innovador anomenat “City Tree”, que consisteix en una estructura recoberta de diferents tipus de molsa. La molsa absorbeix el CO<sub>2</sub> i al mateix temps l'estructura funciona com a mobiliari urbà, ja que hi han habilitat uns bancs a la part de baix. El més destacable és que un sol “City Tree” absorbeix tanta contaminació com 275 arbres.



Figura 11: "City Tree" a Londres

-París:

París és la capital de França, amb una població de 2,2 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 105,4 km<sup>2</sup>. Ocupa la tercera posició en el rànquing mundial de les Smart Cities per la seva dedicació als sectors de: turisme, economia, medi ambient i mobilitat i transport. París té en marxa un projecte arquitectònic ideat per Vincent Callebaut (un important arquitecte) anomenat “2050 París Smart City”, que actualment és dels projectes més ambiciosos i importants relacionats amb les ciutats intel·ligents.



Figura 12: Projecte 2050 París Smart City

Aquest projecte consisteix en la integració d'edificis molt alts i d'alta potència energètica. Gràcies a aquests edificis (que integraran elements de la natura i utilitzaran energies renovables), s'ha calculat la reducció d'un 75% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle. A part de reduir aquests gasos, també s'espera disminuir l'augment de la temperatura a la ciutat (una lluita actual a molts països).

Aquesta capital francesa destaca en el transport pel seu sistema de bicicletes compartides (el millor servei de lloguer d'aquestes bicicletes del món), el nombre de rutes aèries, un tren d'alta velocitat (el TGV, que pot arribar a assolir 320 km/h) i el metro. A part del projecte mediambiental mencionant anteriorment, s'ha creat un projecte en aquest sector anomenat "Grand Paris Express", que consisteix en una revisió i millora del transport en general: s'afegiran 4 noves línies de metro, es construiran 68 estacions interconnectades utilitzant un sistema automatitzat i s'afegiran 200 kilòmetres de línies ferroviàries. Aquestes millores permetran a més de 2 milions de passatgers viatjar cada dia.

París és un dels nuclis econòmics més destacables d'Europa. Aquesta ciutat acull la seu social de quasi la meitat de les empreses més grans franceses. A part d'això, també hi trobem 20 de les 100 companyies més grans del món. Tenint en compte la pandèmia actual i que és un dels nuclis econòmics, París està fent el possible perquè molts dels tràmits, compres, factures i tot el relacionat amb economia-ciutadans es pugui fer per via digital. Volen promoure aquest ús web de l'economia i ho estan aconseguint mitjançant certes iniciatives com "París Finance Plus".

#### -Berlín:

Berlín és la capital i ciutat més gran d'Alemanya, amb una població de 3,645 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 891,8 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat no entra en el top 5 mundial com París o Londres, però ocupa la setena posició en el rànquing. Es caracteritza en l'aspecte de Smart City per la mobilitat i el transport, el medi ambient i el govern intel·ligent.

El projecte més important de Berlín és el “Future Living Berlin”. Consisteix en un barri intel·ligent que funciona gràcies a la tecnologia de l'empresa Panasonic. Aquest barri està situat al parc tecnològic Adlershof (sud de Berlín) i està format per un total de 90 habitatges. Els objectius generals d'aquest projecte és l'estalvi de CO<sub>2</sub> i la reducció/eliminació d'emissions de certs gasos contaminants. A finals del 2020 els primers habitants de “Future Living Berlin” ja s'hi van poder instal·lar gràcies a la implicació de Panasonic amb la sostenibilitat, la connectivitat i la digitalització.



Figura 13: “Future Living Project” a Berlin

De tots els sistemes que utilitza aquesta petita Smart City, els més destacables i eficients són: les bombes de calor aire-aigua, els panells fotovoltaics i les bateries d'emmagatzematge. Les bombes “Aquarea” (aire-aigua) són el centre de l'estalvi energètic. Aquestes bombes estan connectades als panells “HIT” fotovoltaics i s'alimenten de l'energia renovable que produeixen. Llavors al obtenir energia ja es pot fer servir el sistema “Aquarea” tant per a la calefacció com per a la refrigeració o la generació d'aigua calenta sanitària.

A part dels sistemes sostenibles anteriors, dins el barri existeix una iniciativa anomenada “Confort connectat” que ajuda a l'estalvi energètic. Els habitants comparteixen cotxe, rentadores i altres solucions energètiques. Dins els apartaments, tots els electrodomèstics i aparells tecnològics com els televisors o altaveus intel·ligents de Panasonic estan adaptats per oferir una connexió perfecta sense gastar molta energia.

Aquest projecte d'un barri intel·ligent és i serà molt important, ja que ajudarà i inspirarà a la creació de nous projectes similars i al desenvolupament del concepte Smart City arreu del món.

Aquest vídeo a continuació fa una descripció general de en què consisteix aquest barri intel·ligent, i a més a més, les persones implicades en el projecte l'expliquen des del seu punt de vista:

<https://www.youtube.com/embed/tyYczT7TKxM>

En l'àmbit del transport i el medi ambient, la capital alemanya està fent tot el possible per canviar l'ús del vehicle convencional al vehicle elèctric. Per afavorir aquest canvi, s'està instal·lant estacions de càrrega dels vehicles elèctrics als fanals dels carrers. Cada usuari amb aquest tipus de cotxe posseeix una targeta SIM amb les seves dades i un cable especial per a poder fer les càrregues. Al acabar, la factura s'envia a l'usuari. Una idea molt innovadora i que ajudarà a la transformació de gasolina a electricitat.

#### 4.3. Smart Cities al Món

Actualment, el 55% de la població mundial viu en ciutats. S'espera que cap al 2050, el tant per cent anterior es transformi en un 68%. Aquest augment, comporta una gran demanda i necessitat de serveis i el sorgiment de problemes relacionats amb el medi ambient, la mobilitat, la gestió pública, etc. Aquests reptes que sorgeixen es poden solucionar gràcies a les noves tecnologies i el concepte del qual tracta aquest treball, les Smart Cities. Tot això es duu i es podrà dur a terme gràcies als diners que s'inverteixen en afavorir la mobilitat a les grans ciutats. Per fer-se'n una idea aproximada, l'any que ve s'estima gastar 158.000 milions en Smart Cities.

Una de les idees més innovadores i que ha ajudat a millorar a les Smart Cities actuals és l'ICIM (Índex de "Cities in Motion" que traduït seria: Índex de Ciutats en Moviment). El seu principal objectiu és ajudar als governs i ciutadans a conèixer i entendre el desenvolupament de 9 magnituds pel que fa a les Smart Cities:

- Capital humà, governança, tecnologia, medi ambient, mobilitat i transport, cohesió social, economia, projecció internacional i planificació urbana.

Un cop s'han valorat aquests 9 aspectes d'una ciutat, es fa una comparació general de la ciutat i la col·loca en un rànquing mundial. Aquest rànquing ajuda a que els governs proposin nous projectes i les ciutats canviïn si volen pujar de rànquing i millorar la qualitat de vida dels seus ciutadans. Gràcies a "l'ICIM" es pot mesurar tant la sostenibilitat com la qualitat de vida d'una ciutat de cara al futur. A continuació, seguint els models anteriors, s'explicaran tres ciutats que entren dins el top 10 del rànquing mundial:

#### -Nova York:

Nova York és la ciutat més poblada dels Estats Units i de l'estat de Nova York, amb una població de 8,42 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 1.214 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la segona posició en el rànquing mundial. Això és possible perquè és la ciutat amb la millor economia, el millor transport i mobilitat i la millor planificació urbana del món.

El 2016, es va crear un projecte anomenat "NYC Strategy for Building a Smart + Equitable City" (Estratègia de Nova York per a construir una Smart City equitativa). Aquest projecte està format per quatre pilars i gràcies a ell Nova York ha pogut arribar fins on és avui en dia. El primer pilar és una xarxa anomenada "Link NYC" que ofereix connectivitat universal, gratuïta i amb gran rapidesa. El segon és l'àmbit de la seguretat: monitoratge de la qualitat de l'aigua i l'aire i detecció de trets a temps real, cosa que facilita a les autoritats arribar a temps a incidents.

El tercer pilar és la mobilitat: sistema intel·ligent de gestió del trànsit que sigui capaç de respondre adequadament en temps real (de cara a diverses situacions que puguin ocórrer) i transports intel·ligents (com els autobusos de Madrid mencionats anteriorment, per exemple). El quart pilar és l'aplicació dels serveis anteriors a la gent gran. Gran part de la població de Nova York supera l'edat de seixanta anys, i adaptar aquests serveis a la gent gran ha sigut una de les prioritats principals del projecte des del 2016. S'han instal·lat més parades d'autobús i hospitals en els

barris amb més concentració de gent gran i s'han instal·lat semàfors amb més temps disponible per a creuar.

Com s'ha explicat abans, un dels punts claus de la seguretat és el sistema de detecció de trets. Aquest sistema s'anomena “ShotSpotter” i consisteix en un conjunt de sensors acústics capaços de detectar trets a temps real i avisar a la policia. Més de 120 ciutats com Nova York o Chicago actualment utilitzen aquest sistema per la seva eficàcia i s'eviten molts problemes gràcies als sensors. Sense aquest sistema, normalment el 80% dels incidents amb trets no s'informen a la policia. Això provoca un gran problema: les possibles víctimes dels trets moren, ja que els serveis mèdics no els hi dona temps a arribar i no es recullen proves dels delictes.



Figura 14: Sensors ShotSpotter a Nova York

Una important iniciativa en el sector del transport és la “City Bike”. Per tota la ciutat hi ha repartides centenars d'estacions que contenen milers de bicicletes disponibles 24/7 durant tot l'any. Aquest sistema de bicicletes està connectat a una aplicació, on s'hi troba informació sobre per on poden circular, on hi ha bicicletes disponibles i altres dubtes possibles que puguin sorgir. També proporciona un mapa on hi consten les estacions més properes i possibles trajectes a seguir.

### -Tòquio:

Tòquio és la capital i la ciutat més poblada del Japó, amb una població de 13,96 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 2.190 km<sup>2</sup>. Actualment, Tòquio ocupa la quarta posició en la classificació mundial. Al contrari de Nova York, Tòquio no és líder mundial en cap sector, però està molt especialitzat en economia i medi ambient. Els 13,96 milions d'habitants són els que conformen la ciutat, el centre de la capital. Si afegim l'àrea metropolitana, ja parlem d'una aglomeració urbana que consta de més de 37 milions de persones, el que converteix Tòquio en l'agrupació urbana més poblada del món. Per explicar Tòquio com a Smart City només es farà referència al centre de la capital.

Una de les propietats de Tòquio és que van ser de les primeres ciutats a implementar la xarxa 5G, i té sentit que fos de les primeres per la voluminosa quantitat de gent que hi viu. A part de les connexions individuals dels habitants, el 5G també ha estat molt important, ja que s'ha instal·lat a tota la xarxa de semàfors tant de la ciutat com del Japó. Això proporciona un estalvi en les antenes de comunicació i alhora una millor i més amplia cobertura. També ajuda el 5G a la involucració (a la ciutat) de taxis autònoms per part de l'empresa "Hinomaru Kotsu", els quals s'han estat utilitzant per als Jocs Olímpics del Japó 2020.



Figura 15: Taxi autònom a Tòquio

L'objectiu més important o un dels més destacables de Tòquio, de cara al 2050, és reduir la emissions de gasos contaminants. Ho volen aconseguir mitjançant l'ús de

vehicles elèctrics i l'emmagatzematge local d'energia. Una iniciativa que s'està duent a terme és la substitució per part de les autoritats de bombetes incandescents bombetes LED que facin servir els habitants. D'aquesta manera, s'optimitza l'energia amb les LED i es contamina menys.

Un dels elements més importants de Tòquio és el metro. És l'únic en el món que es troba totalment automatitzat i el quart més gran del món pel que fa a la llargada i la quantitat de viatges diaris. Pel que fa a altres transports i l'economia, la ciutat japonesa té la flota més gran d'helicòpters privats i l'economia més gran, també.

La raó de què Tòquio tingui aquesta economia: la ciutat és el principal destí turístic del món, és una ciutat financer global i tant innova com suporta a les "pymes" (empreses més modestes o petites amb referència a ingressos, patrimoni i treballadors). D'aquesta manera es creen projectes que connecten les idees d'aquestes empreses reduïdes amb tecnologies de diversos líders de la indústria, per fer-les créixer. Evidentment, aquestes tecnologies són l'IoT i altres semblants. Aquestes empreses són el factor clau i juguen un gran paper en l'economia de la ciutat.

#### -Singapur:

Singapur és una ciutat-estat, per tant, la capital és la ciutat de Singapur. Té una població de 5,677 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 730 km<sup>2</sup>. Podem trobar a Singapur, en novè lloc, pel que fa al rànquing mundial. Com Tòquio, Singapur no és líder en cap sector, però s'especialitza en tecnologia, medi ambient i transport. Singapur és la ciutat més sostenible d'Àsia i la segona del món. Degut al seu compromís amb el medi ambient i aquesta reputació tan alta sobre la sostenibilitat, de cara al 2030 el seu objectiu és aconseguir que el 80% dels edificis siguin ecològics.

Pel que fa al sector de la mobilitat, de Singapur s'hi pot destacar el seu sistema de transport. S'anomena "One Monitoring" i és un portal online creat per l'empresa "LTA (Land Transport Authority)". La finalitat d'aquest sistema és proporcionar accés sobre el trànsit als habitants de Singapur. Poden obtenir informació recopilada

gràcies tant a diverses càmeres de trànsit situades en punts clau de les carreteres com als dispositius GPS dels taxis que hi circulen per elles. A part de proporcionar informació als ciutadans, aquest sistema és capaç de respondre als problemes de trànsit i trobar solucions ràpides i intel·ligents. Gràcies a aquesta capacitat, estalvien més de 60 hores de conducció a l'any a un sol ciutadà.

Singapur aplica dos sistemes que també s'utilitzen en altres ciutats esmentades en aquest treball. En primer lloc (com el barri de Westminster a Londres), la guia intel·ligent per a aparcar, que avisa als conductors en temps real sobre places disponibles. En segon lloc (com a Nova York), el sistema intel·ligent de delinqüència. La diferència és que Nova York utilitza els sensors auditius i Singapur utilitza videovigilància intel·ligent capaç de detectar robatoris, tiroteigs, accidents i altres possibles situacions similars.

Un altre programa molt útil que es duu a terme a Singapur és el “Smart Health TeleRehab”. Mitjançant aquest programa, els habitants de la tercera edat gràcies a uns dispositius especials habilitats poden realitzar consultes mèdiques o trobar respostes als seus dubtes telemàticament, a qualsevol moment. Així, la gent que viu sola o no es pot desplaçar a un centre mèdic, rep ajuda sense haver de sortir de casa i d'una manera ràpida i senzilla. A part de consultes mèdiques també serveix per fer rehabilitació, els fisioterapeutes els hi mostren els exercicis i de quina manera realitzar-los.



Figura 16: Avi utilitzant el programa “Tele-Rehab” a Singapur

Ciutat	Rànquing mundial	Àmbits més desenvolupats
MÀLAGA	82	 <ul style="list-style-type: none"> <li>-Medi ambient</li> <li>-Sostenibilitat energètica</li> <li>-Transport i mobilitat</li> </ul>
<b>Projectes més destacables</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aerogeneradors/fanals eòlics</li> <li>-Xarxa elèctrica PLC automatitzada</li> </ul>
BILBAO	108	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Salut</li> <li>-Gestió dels residus</li> <li>-Transport i mobilitat</li> <li>-Turisme</li> <li>-Medi ambient</li> </ul> 
<b>Projectes més destacables</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tràmits municipals via web</li> <li>-Ampliació de la connectivitat i la comunicació</li> <li>-Pla d'acció per a l'energia sostenible (PAES)</li> <li>-3D Walking Tour</li> </ul>
MADRID	25	 <ul style="list-style-type: none"> <li>-Seguretat</li> <li>-Emergències</li> <li>-Sostenibilitat ambiental</li> <li>-Transport i mobilitat</li> </ul>
<b>Projectes més destacables</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Centre integrat de seguretat i emergències (CISEM)</li> <li>-Línies d'autobusos gratuïtes</li> <li>-Aplicacions per reservar aparcament i informar-se sobre la qualitat de l'aire</li> <li>-200 autobusos elèctrics el 2023</li> <li>-Expansió bicicletes intel·ligents</li> </ul>
LONDRES	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Smart people</li> <li>-Transport i mobilitat</li> <li>-Medi ambient</li> </ul> 
<b>Projectes més destacables</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Smarter London Together</li> <li>-Aplicació per a la disponibilitat per aparcar a Westminster</li> <li>-Heathrow Pods</li> <li>-Modificació carrers i voreres</li> <li>-City Tree</li> </ul>

PARÍS	3		-Turisme -Economia -Transport i mobilitat -Medi ambient
<b>Projectes més destacables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-2050 Paris Smart City</li> <li>-Bicicletes compartides, tren alta velocitat (TGV), el metro, ...</li> <li>-Grand Paris Express</li> <li>-Paris Finance Plus</li> </ul>		
BERLÍN	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Govern intel·ligent</li> <li>-Medi ambient</li> <li>-Transport i mobilitat</li> </ul>	
<b>Projectes més destacables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Future Living Berlin</li> <li>-Estacions de càrrega de vehicles elèctrics als fanals</li> </ul>		
NOVA YORK	2		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Planificació urbana</li> <li>-Transport i mobilitat</li> <li>-Economia</li> </ul>
<b>Projectes més destacables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-NYC Strategy for Building a Smart + Equitable City</li> <li>-Sistema de sensors ShotSpotter</li> <li>-City bike</li> </ul>		
TÒQUIO	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Medi ambient</li> <li>-Economia</li> <li>-Transport i mobilitat</li> </ul>	
<b>Projectes més destacables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Taxis autònoms</li> <li>-Intercanvi de bombetes incandescents per LED</li> <li>-Xarxa 5G, suport a les pymes i el metro</li> </ul>		
SINGAPUR	9		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Transport i mobilitat</li> <li>-Medi ambient</li> <li>-Sostenibilitat</li> <li>-Tecnologia</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-One Monitoring</li> </ul>		

<b>Projectes més destacables</b>	-Guia intel·ligent per a aparcar -Sistema intel·ligent de delinqüència -Smart Health TeleRehab		
BARCELONA	26	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Projecció internacional</li> <li>-Planificació urbana</li> <li>-Transport i mobilitat</li> </ul>	
<b>Projectes més destacables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Xarxa gratuïta de wifi</li> <li>-Detecció i prevenció de sorolls (amb sensors)</li> <li>-Sistema d'il·luminació pública amb Leds</li> <li>-Aplicacions com Apparkb o Mapa Barcelona + Sostenible</li> <li>-Xarxa Transports Metropolitans Barcelona (TMB)</li> </ul>		

## 5. SMART CITIES A CATALUNYA

Fa uns anys, el 2014, a Catalunya es va crear un projecte/estratègia anomenat “SmartCat” (Smart Catalonia) que fins al dia d'avui és vigent. Com es podria deduir, el seu objectiu és transformar Catalunya en una zona intel·ligent coneguda internacionalment, que innovi i impulsi tant el creixement econòmic com els serveis públics mitjançant la informació digital i la tecnologia. També pretén desenvolupar una societat més intel·ligent i sostenible. Gràcies a aquest projecte s'ha pogut aplicar el concepte Smart City a diverses ciutats i s'ha creat un congrés que s'explica més endavant.

### 5.1. Barcelona com a Smart City

Barcelona és la capital de Catalunya i la segona ciutat més poblada d'Espanya. Té una població d'1,66 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 101,3 km<sup>2</sup>. Pel que fa al rànquing mundial, actualment Barcelona ocupa la posició número vint-i-sis, amb una molt bona qualificació pel que fa tant a mobilitat i transport com a planificació urbana.

Un dels factors que fa a Barcelona una bona Smart City és la xarxa gratuïta de Wifi que cobreix quasi tota la ciutat. La capital catalana consta de més de 1500 punts

d'accés per a connectar-se a aquesta xarxa. Més de 250.000 persones es connecten mensualment, ja sigui des de l'autobús, l'estació del metro o la biblioteca, a aquesta xarxa inalàmbrica, ja que arriba a qualsevol lloc,

Amb el motiu d'unes queixes per part de veïns de la Plaça del Sol, es van instal·lar sensors de soroll i es van prendre mesures per suprimir els generadors d'aquest. Es van instal·lar uns sensors capaços de detectar soroll, la temperatura i la humitat i la contaminació atmosfèrica. Gràcies a aquests sensors, es va poder demostrar que la intensitat del soroll arribava pràcticament als 100 decibels, molt per sobre del que recomana l'OMS.

Per tota la ciutat, s'hi pot trobar el sistema d'il·luminació pública basat en Leds, el qual té la característica de ser de baix consum. Gràcies a la xarxa de sensors que el formen, es redueix considerablement la calor i la pèrdua d'energia, les quals abundaven en els fanals antics. D'aquesta manera s'estalvien diners (que més endavant s'invertiran en altres projectes) i fa Barcelona més eficient en l'àmbit energètic. Aquesta xarxa també proporciona informació sobre temperatura, humitat, soroll, quantitat de persones i la contaminació, semblant als sensors de sorolls mencionats anteriorment.

En l'àmbit de la comunicació, com és evident, Barcelona és una de ciutats on més es fan servir els telèfons mòbils. Per tant, el govern ho va saber aprofitar i va desenvolupar certes aplicacions per ajudar al concepte Smart City i facilitar certs serveis de la ciutat als ciutadans. Aplicacions com: "Apparkb" (mostra zones per aparcar als usuaris) i "Mapa Barcelona + Sostenible" (mostra les zones i iniciatives de la ciutat més ecològiques i d'acord amb el medi ambient). Diversos festivals i varíes zones de Barcelona com el Parc Güell tenen dissenyades apps per a trobar informació sobre el lloc en qüestió.

Finalment i el sector més important de Barcelona, el transport. Barcelona té el novè millor sistema del món pel que fa a la mobilitat i la xarxa de transport, anomenada la TMB (Transports Metropolitans de Barcelona). La part més important del TMB és el sistema d'autobusos híbrids. Aquest sistema està format per un conjunt de rutes verticals, horitzontals i diagonals per tota la ciutat, gràcies a les quals s'estalvia el

trànsit, es proporciona un viatge més ràpid i més freqüent. Un altre avantatge és el fet que es contamina molt menys. A part del viatge en si, les parades d'autobús també s'estan convertint en "smart", ja que s'han instal·lat panells fotovoltaics a cada parada per autoalimentar les pantalles informatives d'aquesta xarxa d'autobusos.



Figura 17: Xarxa de Transports Metropolitans de Barcelona

## 5.2. Smart City Expo World Congress a Barcelona

L'Smart City Expo World Congress (també anomenat Smart City Meeting) és un congrés/assemblea format per diverses empreses i ciutats del món que es va crear el 2011. La seva principal funció és trobar solucions eficients a problemes urbans, millorar la sostenibilitat de les ciutats i optimitzar l'habitabilitat en aquestes. En general, és un gran intercanvi d'idees, que engloba tots els aspectes i àmbits de les Smart Cities. El congrés és una gran oportunitat tant per a institucions públiques com per a corporacions privades, ja que tenen la possibilitat de presentar les seves propostes (normalment molt innovadores) enfocades al medi ambient, la tecnologia, la mobilitat, etc.

A part de ser una exposició, com molt bé indica el seu títol, aquesta conferència també funciona com a mercat. Es compra, es ven i s'intercanvien idees que poden ser implementades altres ciutats/països en el futur. Cal destacar que aquest congrés també té lloc a altres països durant tot l'any, però el de Barcelona és el més popular

i el més complet (pel que fa a informació i contingut). Any rere any, a part dels objectius mencionats anteriorment, aquest esdeveniment pretén influenciar a més països i ciutats amb la finalitat de què a les pròximes edicions s'hi presentin i hi exposin idees innovadores. Així cada vegada anem avançant més cap al futur amb un pensament enfocat a la sostenibilitat i l'eficiència.

Aquest any, a diferència del 2019 i el 2020 (es va realitzar telemàticament per culpa de la pandèmia), es farà presencialment (evidentment respectant les mesures contra el COVID-19 i respectant les distàncies de seguretat). L'Smart City Expo World Congress del 2021 està previst per a les dates entre el 16 i el 18 de Novembre. S'hi tractaran sobretot els sectors de mobilitat, medi ambient, tecnologies diverses (IoT, Big Data, etc.), governança intel·ligent, economia, seguretat i infraestructura intel·ligent. S'ha calculat que hi assistiran més de 10.000 persones, 374 exhibidors de diversos projectes i 350 experts que faran xerrades durant aquests tres dies.

## 6. PART PRÀCTICA

### 6.1. Objectiu/metodologia i materials

L'objectiu principal de la part pràctica és construir una maqueta, concretament un pàrquing intel·ligent. Aquest model de pàrquing utilitzarà la placa Arduino per a realitzar dues funcions que el fan convertir en "Smart": obrir i tancar una barrera de pàrquing mitjançant sensor de moviment i encesa/apagada de leds (o alternació entre vermell i verd) segons si les places per aparcar tenen disponibilitat o no.

Aquest treball s'ha realitzat seguint les cinc primeres fases del procés tecnològic. La primera fase és la **necessitat**, que en aquest cas es necessita demostrar visualment una part del concepte de Smart City, que en aquest cas és un pàrquing intel·ligent. Un cop detectada la necessitat, cal fer una **anàlisi**, una **recerca**, aquesta és la segona fase. Aquesta recerca consisteix en tota la part teòrica realitzada i diversa informació obtinguda sobre els elements del pàrquing. Així he pogut formular la idea general.

La tercera fase és el **disseny**. En aquest treball el disseny són els plànols de la maqueta, que estan detallats posteriorment. Tant les mides com els plànols es troben dins aquesta fase. La quarta fase i la més important en aquest treball és la construcció del **prototip**, del **model**. Gràcies a les pautes establertes durant el treball i al previ disseny, s'arriba a construir un prototip (incloent-hi la programació). En el procés tecnològic, el model es valora més endavant i si és viable es procedeix a construir-lo a escala real, per a donar-ne utilitat.

Aquest treball, però, arriba fins a aquesta **valoració**, la cinquena fase (ja que, evidentment, no es portarà a una construcció a escala real). Aquesta **avaluació** serveix per a revisar que s'han complert les pautes del disseny i de la recerca (es fa l'avaluació a la conclusió). També serveix per a possibles modificacions o millors de certs aspectes en un futur.

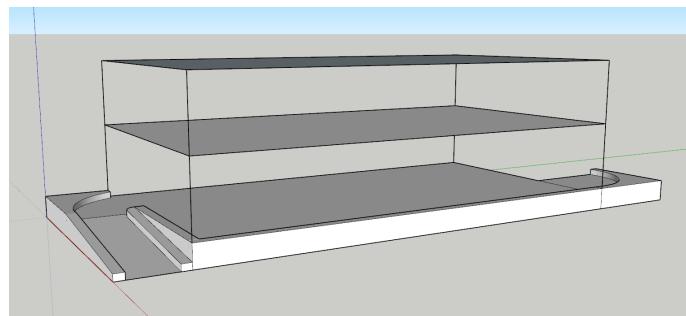
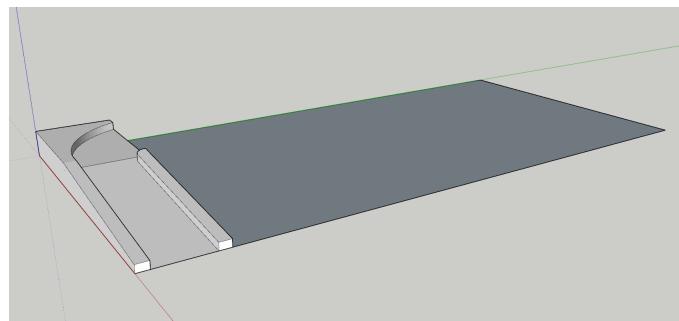
### -Materials:

- Detector d'obstacles amb sensor d'infrarojos IR (4)
- Arduino Starter Kit
  - Placa Arduino i el cable per connectar-la a un ordinador
  - Leds vermells i verds (3 de cada)
  - Servomotor (1)
  - Placa de proves "Breadboard"
- Soldador i estany per soldar els components
- Cables de connexió entre placa i components
- Peces de fusta a mida per a construir l'estructura (la base, el sostre, els pilars, els murs perimetral i la rampa)
- Enganxar i pintar:
  - Pintura (blanca i negra)
  - Brotxa i pinzell
  - Cola de fusta
  - Claus (puntes)
- Eines:
  - Serra elèctrica de fusta
  - Martell
  - Trepant elèctric
  - Polidora de fusta
  - Pistola de claus

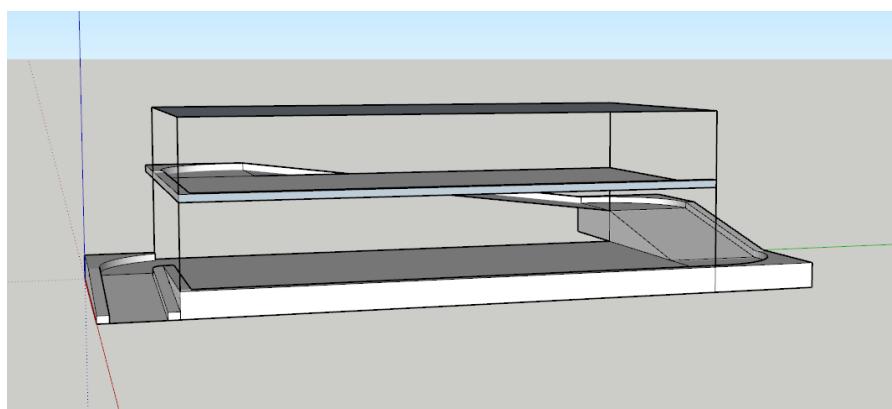
## **6.2. Disseny en 3D**

Abans de començar amb el muntatge de la maqueta, hi ha un pas previ molt important, el disseny a partir del qual em podré anar guiant pel tema de mides i estructura. Per realitzar els plànols, he utilitzat el programa Sketchup (un software de disseny en 3D), concretament la versió de 2017. A tercer d'ESO, vam usar aquest programa per realitzar diverses pràctiques i vaig trobar que em seria útil per a dur a terme aquesta part del treball. El model està construit en cm i en mida real (normalment es realitzen els plànols a mida real i la maqueta es fa a escala, però ho he fet d'aquesta manera per facilitar-ne la construcció), és a dir, qualsevol mesura

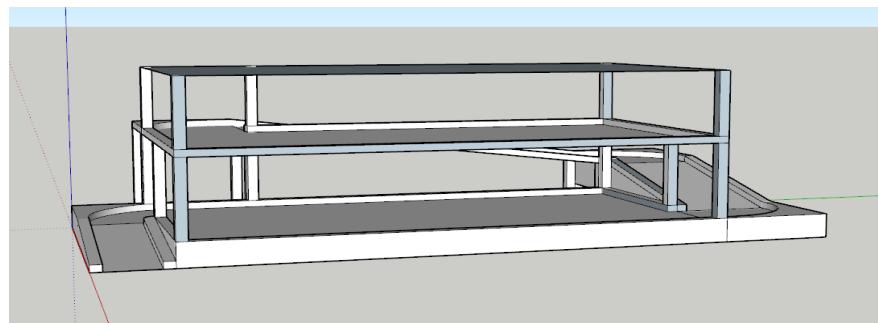
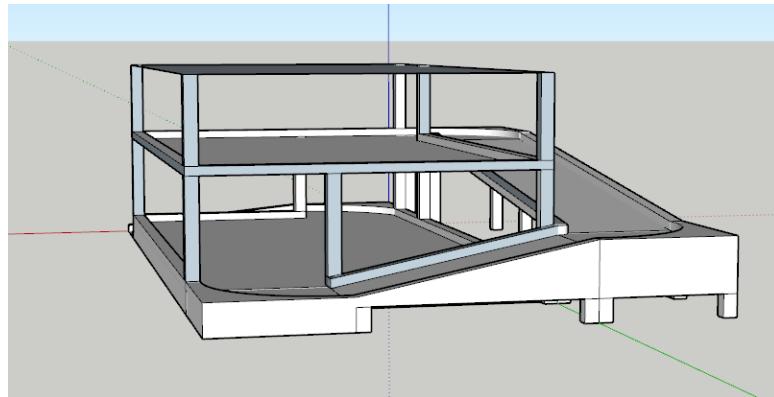
que extregui del disseny serà la que hauré de fer servir per a la maqueta. Les mides de la maqueta no les vaig extreure de cap lloc, simplement vaig cercar diversos pàrquings a internet i em vaig inspirar a partir de les imatges. **Totes les fonts del disseny són pròpies.**



Primer de tot vaig començar per fer una base rectangular i la rampa de pujada a la planta baixa del pàrquing. A continuació, vaig elevar la base i vaig marcar tant la planta baixa a l'altura de la rampa com la primera planta, per anar agafant referències i tenir una idea més general de com seria l'estruccura. A la cantonada inferior dreta del model s'hi pot apreciar un gir, és l'inici de la rampa que connectarà amb la primera planta.



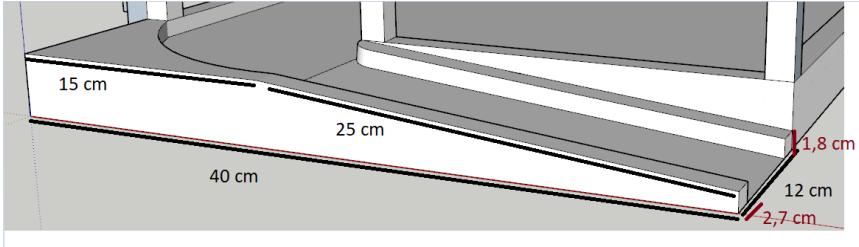
El següent que vaig fer va ser dibuixar la rampa més gran, que engloba dues cares del pàrquing i permet un accés de la planta baixa a la primera. Al haver-hi aquesta distància entre cada pis, vaig preferir allargar-la més per darrere perquè el pendent no fos tan pronunciat.



Aquest és el resultat final del disseny. He afegit pilars a llocs claus de l'estructura per tal de sostenir la rampa, el primer pis i el sostre. També he afegit una mena de marge als dos pisos i el que ja tenia a les rampes per tal de marcar els murs perimetral i deixar-ho tot més clar. Cal destacar que a l'hora del muntatge de la maqueta, hi ha hagut alguna modificació pel que fa a algun pilar i la llargada, ja que mentre l'he construïda i s'ha valorat l'estabilitat i les proporcions, he decidit fer aquestes modificacions.

### 6.3. Construcció de la maqueta

Per començar a construir la maqueta, el més important és agafar les mides. Després d'haver-me plantejat com construir-la, he decidit que només faré un pis a partir del model en 3D, ja que al tenir quatre sensors de proximitat que l'institut m'ha facilitat, no té sentit fer dos pisos si no els podré abastar els dos amb places d'aparcament. D'aquests quatre sensors, un l'utilitzaré per a la barrera del pàrquing (de manera que quan un cotxe s'hi acosti s'obri la barrera girant 90°). Els altres tres sensors els faré servir per als llocs d'estacionament dels vehicles. Després de calcular les mides dels plànols i adaptar-les a la realitat (ja que algunes eren més grans del que necessitava), he extret la següent taula:

Mides	Llargada	Amplada	Alçada
Base	50 cm	40 cm	1 cm
Sostre	50 cm	40 cm	1 cm
6 pilars	2,7 cm	2,7 cm	23 cm
2 murs perimetrals de la base	50 cm	2,7 cm	1,8 cm
1 mur perimetral de la base	34,6 cm	2,7 cm	1,8 cm
1 mur perimetral de la base	22,3 cm	2,7 cm	1,8 cm
<u>Suport de la base:</u> ·2 peces ·2 peces	50 cm 36,4 cm	1,8 cm 1,8 cm	9,6 cm 9,6 cm
Rampa:			

Un cop preses les mides, he comprat les fustes i les he tallat (tenint en compte la taula anterior) mitjançant diverses eines que tinc a casa (serra elèctrica de fusta, polidora de fusta, treplant elèctric, martell i claus, etc.). Els murs perimetral i els pilars els he tallat amb les mesures anteriors, però per a la base he construït una mena de suport rectangular. Aquest suport permet tenir un espai sota la base on amagar-hi la placa Arduino i els cables per tal que quedi tot més polit i ordenat. El suport són quatre peces de fusta unides entre elles mitjançant uns angles de metall. Finalment, he unit aquesta estructura a la base amb cola i unes puntes (claus).



#### Foto pròpies

En la foto anterior es pot apreciar aquest suport i com queda la base muntada a sobre. El següent pas en el procés de construcció és la rampa. Per a fer la rampa he necessitat l'ajuda d'un amic del meu pare que és fuster, ja que la rampa és la peça més complexa de l'estructura i li he demanat ajuda perquè quedi el millor possible. He anat al seu taller i entre els dos ho hem construït. L'hem fet per peces, primer l'estructura inferior i llavors els murs perimetral i la corba superiors. Per l'estructura inferior, simplement hem anat agafant mides i adaptant diverses fustes a la fusta. Per a fer la inclinació de la rampa, hem calculat l'angle i llavors mitjançant una serra diagonal l'hem tallat.



Font pròpia

Així queda la base amb la rampa inferior. Com he explicat, ara falta afegir els murs perimetral s a banda i banda de la rampa i fer l'entrada al pàrquing amb forma circular. Per fer aquest arc, hem adaptat una peça igual que la inferior i mitjançant una polidora de fusta industrial hem polit la fusta fins a aconseguir aquest arc. Per a enganxar les dues parts de la rampa hem utilitzat cola de fusta i una pistola de claus, els quals es poden apreciar a la imatge anterior. A continuació, el resultat final de la construcció de l'entrada al pàrquing:



Font pròpia.

Ara ja només faltan els murs perimetral s, les columnes i el sostre. Abans de afegir-los, he pintat l'estructura de la figura anterior, ja que si primer ho afegís tot, augmentaria la dificultat a l'hora de pintar. També he pintat les peces restants a part, per tal que només les hagi d'afegir a la maqueta. He comprat pintura blanca i negra, l'he barrejat i he creat un gris clar per a pintar-a tota. He fet servir una brotxa per a

les superfícies més àmplies i un pinzell per a la rampa i per a retocar les cantonades. Ho he deixat assecar i li he aplicat una segona capa de pintura.



Font pròpia.

Després d'aplicar-li la segona capa, he procedit a muntar els murs perimetral i les columnes (prèviament pintats), però he foradat la base per tal que els circuits s'hi puguin acoblar el millor possible (els leds i els sensors). Tot seguit he marcat les línies de pàrquing a terra i les fletxes que indiquen la direcció que ha de seguir qualsevol cotxe. L'últim pas és acoblar el sostre a les columnes i aquí finalitza la quarta fase del procés. S'ha de dir que a l'hora de marcar les places, m'he centrat en el fet que hi hagi espai per a poder demostrar bé l'ús de l'Arduino, no m'he centrat en l'eficiència de l'espai (és a dir, les màximes places en un espai determinat).



Fonts pròpies

Un cop construïda l'estructura, és hora de centrar-se en la programació i l'Arduino. La placa Arduino és una placa de creació electrònica que està basada en hardware (components físics) i software (programari) lliure, fàcil i flexible perquè qualsevol persona pugui crear els seus propis projectes. Les parts de la placa que s'han utilitzat per a realitzar aquest treball són: els pins analògics, el voltatge i la presa de terra (els tres s'expliquen a continuació). La placa permet la connexió per cable a un ordinador, el qual permet programar-la fàcilment i augmentar la rapidesa del treball. D'aquesta manera, es pot construir dispositius digitals i interactius per a detectar i controlar objectes quotidians.

Figura 18: Placa Arduino Uno

La maqueta està formada per diverses places d'aparcament i la barrera d'entrada al pàrquing. Per tant, es necessiten dos projectes diferents, evidentment. Per a realitzar ambdós projectes, faré servir el sensor d'obstacles IR. Aquest sensor

detecta la presència de qualsevol obstacle per mitjà de la reflexió que es produueix en la llum. Els infrarojos els fa servir bàsicament perquè no pugui ser visible per als éssers humans. Un esquema de com són i com es connecten:

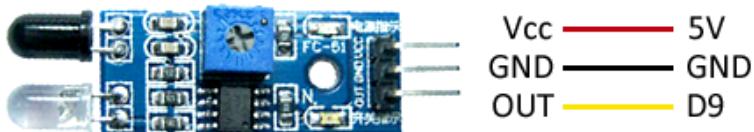
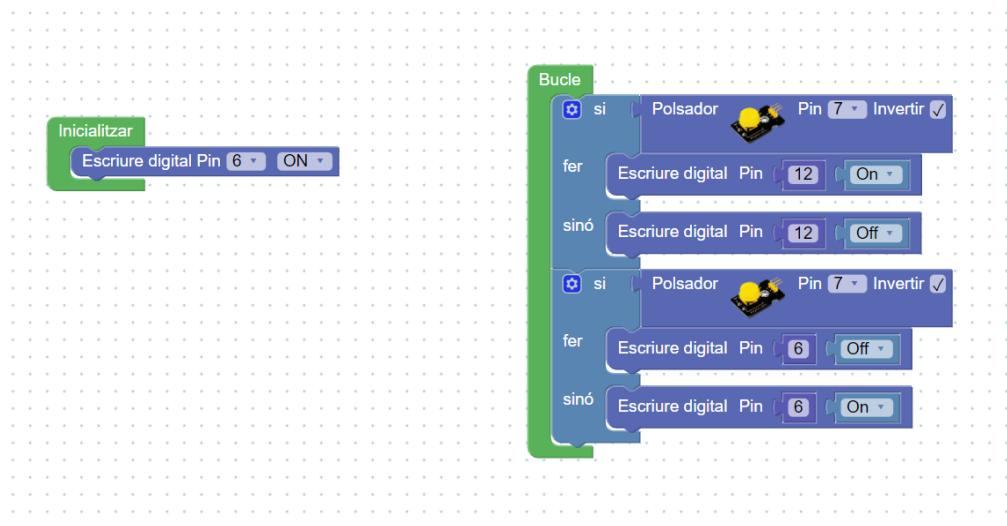


Figura 19: Sensor IR

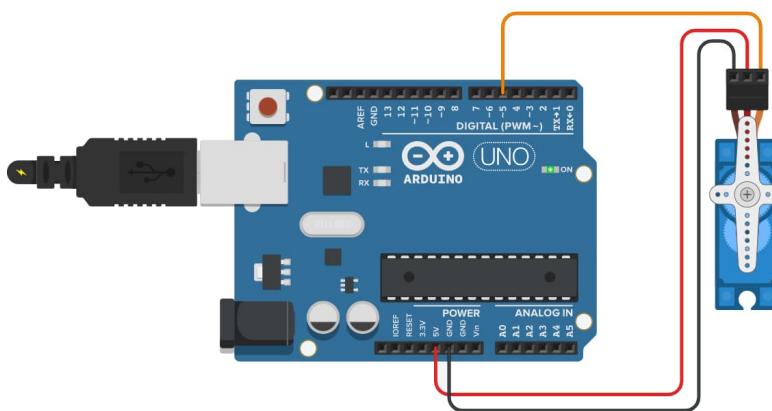
Aquest sensor IR té tres potes pel que fa a la connexió. La pota de la dreta va connectada als volts de la placa Arduino, concretament als 5 volts que necessita per a funcionar. La pota del mig va connectada al “GND”, que serveix per a tancar el circuit, també anomenada “terra”, ja que assegura el circuit elèctric. Finalment, la pota de l'esquerra va connectada a qualsevol pin analògic de la placa, que ens servirà per a programar el sistema.

Aquests dos sistemes de la maqueta utilitzen la placa Arduino i estan programats per la plataforma ArduinoBlocks. He començat pel sistema de les places per aparcar i els leds. La idea principal és que a cada plaça hi hagi constantment un led verd encès, per a indicar disponibilitat, però a la que un cotxe s'hi aparqui el led vermell s'activi i el verd s'apagui per a indicar l'ocupació del lloc. La programació en blocs de cada plaça és la mateixa. Si volem afegir-ne més a la maqueta, només s'ha de connectar més cables i sensors al nostre sistema inicial, i així es poden afegir les places que es requereixin. Després de programar-lo i comprovar-ho vàries vegades, el resultat seria el següent:

Font pròpia.

En primer lloc, en el pin 6 (en el bloc inicialitzar) s'hi troba el led verd, que des del principi roman encès. En l'altre bloc, el bucle, he establert una funció amb el pulsador (que representa el sensor IR). El pulsador, si detecta moviment, automàticament apaga el led verd i encén el led vermell, però en deixar-lo de notar, torna a la posició inicial. Així es pot indicar la disponibilitat de les places.

Un cop obtinguda la programació de les places i els leds, he passat a la programació de la barrera. Per aquesta part del projecte, com he dit abans, utilitzaré el sensor IR, però a més a més utilitzaré un servomotor. Un servomotor és similar a un motor normal, però la diferència és que el pots programar perquè giri uns determinats graus, entre 0° i 180°.

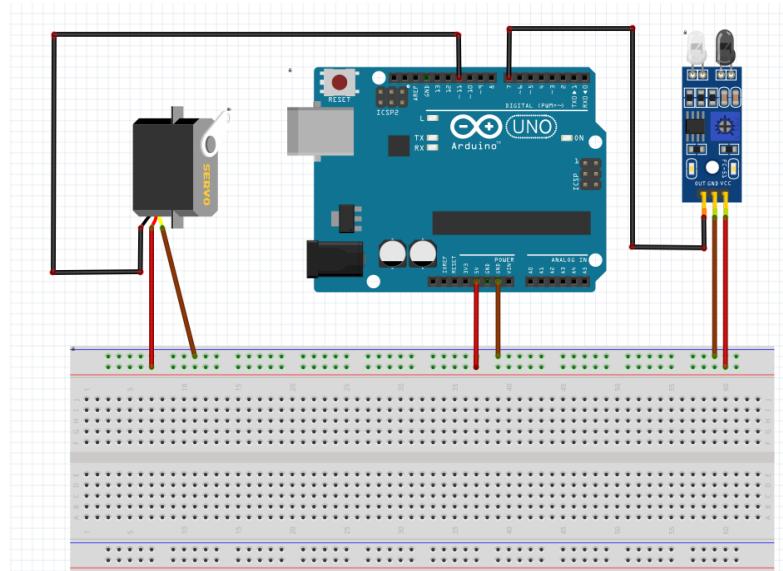
Figura 20: Esquema servomotor

En aquest esquema es pot observar a la dreta el servomotor que està connectat a la Placa Arduino. Igual que el sensor IR, aquest component té tres cables que s'han de connectar a la placa. Si ho mirem com al dibuix, el de l'esquerra va connectat al "GND", la presa de terra, per a tancar el circuit. El del mig va connectat als 5 volts. Finalment, el de la dreta va connectat a qualsevol pin analògic el qual farem servir per a programar. Com abans, he tornat a utilitzar ArduinoBlocks. Evidentment, el bloc programat funciona i és el següent:

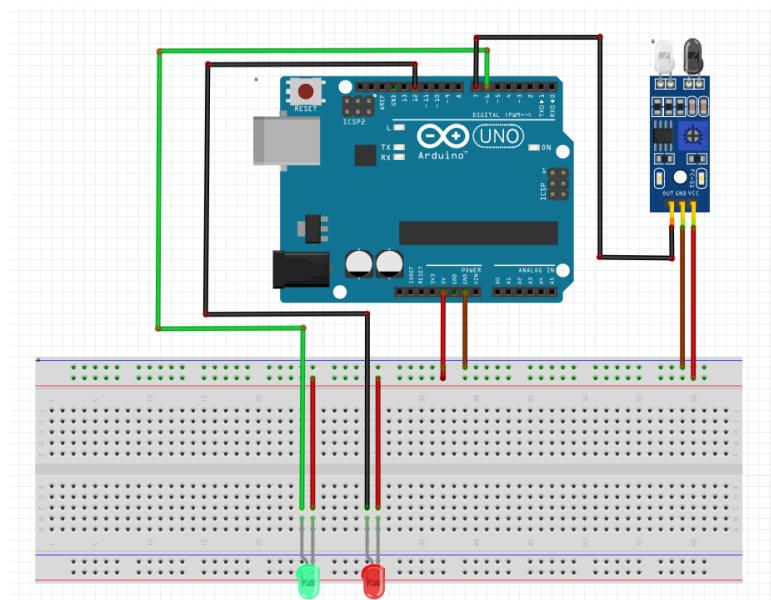


Font pròpia

En aquest bloc de programació, hi trobem una funció que relaciona el detector d'obstacles i el servomotor. Inicialment, ja es troba el servomotor a la posició de  $0^\circ$ , però en el moment que el sensor detecti moviment, girarà un angle de  $90^\circ$  deixant pas al cotxe o qualsevol cosa que hi vulgui accés. Al cap de 100 ms (0,1 segons) si el sensor no detecta res farà baixar la barrera. A continuació he fet l'esquema dels dos blocs de programació generals de la maqueta perquè quedi més clar visualment, tot que tot s'ha explicat anteriorment:



## Font pròpia: Esquema barrera.



## Font pròpia: Esquema Leds.

Finalment, un cop muntada l'estructura, connectats els circuits i escrita la programació, ho he acoblat tot i he finalitzat la maqueta. La part dels leds està unida als límits (com he explicat anteriorment) i la part de la barrera està situada

## 6.4. Pressupost

Concepte	Preu	Com s'ha aconseguit
Arduino Starter Kit	Entre 84,99 € i 96,68 €	Préstec de l'institut
Detector d'obstacles IR (4 unitats)	Entre 0,5 € i 5,29 € la unitat	Préstec de l'institut
Peces de fusta tallades a mida	62,04 €	Comprades (però les he tallat jo a mida)
Soldador d'estany	14,00 €	Préstec de l'institut
Pintura (blanca i negra)	27,33 €	Comprada
Cola de fusta	2,69 €	Comprada
Diverses eines, estany, claus i brotxes.	0 €	Ja ho tenia a casa, no va fer falta comprar-ho.
Cables	4 €	
<b>Preu total</b>		<b>211,66 €</b>

## 7. CONCLUSIONS

Al llarg d'aquest treball s'ha pogut aprofundir en l'extens món de les Smart Cities. S'ha descobert el motiu de la seva importància en la societat actual i l'impacte que tindran en el futur.

Tots els objectius que es mencionen al principi del treball s'han complert:

-S'ha analitzat al complet una ciutat intel·ligent, tant físicament com ideològicament. S'ha indagat en els principals sectors, elements i característiques per a deixar clar quins són i que aporten a aquest gran concepte. Més endavant s'han exemplificat tres ciutats pertanyents a Espanya, tres d'Europa i tres a escala mundial. Aquesta part és molt interessant, ja que s'aborda el punt de vista de cada ciutat en referència a les Smart Cities, és a dir, quins projectes han estat desenvolupant en els últims anys i noves idees de cara al futur.

-Per finalitzar la teòrica s'ha tractat aquest concepte a Catalunya: s'ha descrit Barcelona i la seva infraestructura relacionada amb aquest treball, juntament amb la Barcelona Smart City Meeting també anomenada Smart City Expo World Congress (una gran iniciativa i que ajuda a la resta del món a compartir aquest punt de vista tant innovador).

-Pel que fa a la part pràctica, com s'havia especificat en els objectius s'ha construït un pàrquing intel·ligenç que representa una part d'una ciutat intel·ligenç que pretén mostrar una petita part del que es pot fer amb la tecnologia i el temps.

Pel que fa a la programació amb Arduino, pensava que amb el coneixement dels cursos anteriors serviria, però vaig haver d'espavilar-me i aprendre el funcionament de diversos sensors i diferents funcions. Vaig invertir-hi unes quantes hores i vaig trobar la manera de què les dues accions que volia portar a terme funcionessin.

Ara, enfocant-ho al procés tecnològic, té lloc l'avaluació, la cinquena fase. Considero que la maqueta podria servir com a model d'una construcció a escala real, tot i que evidentment s'hi haurien d'afegir més plantes i seria més útil si es construïssin dues plantes, com en els plànols. El prototip de pàrquing ha seguit les pautes i compleix l'objectiu inicial. Evidentment, hi poden haver millors, com sol passar normalment. Una de les millors que hagués aplicat si hagués tingut més temps i coneixements sobre Arduino seria una aplicació via Bluetooth que avises per missatge de la disponibilitat de places. Hauria estat bé fer una planta més, però no tenia suficients detectors de moviment per a realitzar-ho. També trobo que el material utilitzat per fer la maqueta ha estat encertat i he obtingut un bon resultat.

Tot i haver tingut dificultats per no saber com construir la maqueta, la falta de motivació i certs entrebancs en la part teòrica, vaig seguir endavant i he finalitzat el meu projecte, del qual n'estic orgullós. M'alegra haver complert tots els objectius i haver indagat tant en aquest món tan modern i apassionant de les ciutats intel·ligents. El resultat d'aquest treball ha suposat una gran satisfacció personal i trobo que l'àmplia recerca d'aquest concepte pot ser d'utilitat per a tothom que tingui interès en saber una mica més, tant de les Smart Cities com de les tecnologies que hi porten darrere, per exemple.

## 8. WEBGRAFIA

-Internet de les coses, Viquipèdia [Internet]. [Citada el 16 de febrer i el 5 de juliol de 2021].

Disponible a: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Internet\\_de\\_les\\_coses](https://ca.wikipedia.org/wiki/Internet_de_les_coses)

-IoT en la Smart City, Cerem International Business School [Internet]. [Citada el 2 de març de 2021].

Disponible a: <https://www.cerem.es/blog/iot-en-la-smart-city>

-Ciutats Intel·ligents (Smart Cities) [Internet]. [Citada el 2 de març de 2021].

Disponible a: <https://sites.google.com/site/tdrjessicasobreviela/home/ciutats-inteligents>

-El sector “smart cities” a Catalunya, Gencat [Internet]. [Citada el 6 d’abril de 2021].

Disponible a: [https://www.acciongencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/radiografia\\_del\\_sector\\_empresarial\\_de\\_les\\_smart\\_city\\_a\\_catalunya](https://www.acciongencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/radiografia_del_sector_empresarial_de_les_smart_city_a_catalunya)

-Qué es una Ciudad Sostenible, Inarquia [Internet]. [Citada el 6 d’abril i el 5 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://inarquia.es/smart-city-ciudades-inteligentes-espana/>

-Tecnologies de la informació i la comunicació, Viquipèdia [Internet]. [Citada el 5 de juliol de 2021].

Disponible a: [https://ca.wikipedia.org/wiki/Tecnologies\\_de\\_la\\_informaci%C3%B3\\_i\\_la\\_comunicaci%C3%B3](https://ca.wikipedia.org/wiki/Tecnologies_de_la_informaci%C3%B3_i_la_comunicaci%C3%B3)

-Ciudad Inteligente, Wikipedia [Internet]. [Citada el 6 de juliol de 2021].

Disponible a: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad\\_inteligente](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_inteligente)

-Ciudades a escala humana, Blogger [Internet]. [Citada el 6 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://www.ciudadesescalahumana.org/2017/11/el-surgimiento-de-la-ciudad-inteligente.html>

-¿Qué es una smart city?, EnviraloT [Internet]. [Citada el 12 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://enviraiot.es/que-es-una-smart-city/>

-Smart Cities, Fundación Endesa [Internet]. [Citada el 14 de juliol i el 15 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-smart-city>

-¿Qué es una smart city y cuáles son sus características?, Vertical Magazine [Internet]. [Citada el 16 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://verdicalmagazine.com/que-es-una-smart-city/>

-Seguridad inteligente para mejorar las Smart Cities, Nexus Integra [Internet]. [Citada el 19 de juliol i el 20 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://nexusintegra.io/es/seguridad-inteligente-para-mejorar-las-smart-cities/>

-Medio Ambiente, eSmartCity.es [Internet]. [Citada el 21 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://www.esmartcity.es/medio-ambiente>

-Smart city y conectividad en el transporte: ventajas para las ciudades, Telefónica [Internet]. [Citada el 22 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://empresas.blogthinkbig.com/smartercity/>

-Smart Governance: Participación ciudadana en una Smart City, Secmotic [Internet]. [Citada el 23 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://secmotic.com/smarter-governance-participacion-ciudadana/#gref>

-Smart governance: la participación ciudadana Smart Cities, Fiwoo [Internet]. [Citada el 26 de juliol de 2021].

Disponible a: <https://www.fiwoo.eu/smarter-governance-participacion-ciudadana/>

-Smart City Expo World Congress 2019, Siemens [Internet]. [Citada el 27 de juliol i 19 de setembre de 2021].

Disponible a: <https://new.siemens.com/global/en/company/fairs-events/fairs/scewc.html>

-Red Española de Ciudades Inteligentes, eSmartCity.es [Internet]. [Citada el 9 d'agost de 2021].

Disponible a: <https://www.esmartcity.es/2013/09/12/red-espanola-de-ciudades-inteligentes>

-Bilbao la 9<sup>a</sup> ciudad más inteligente del mundo, Bizkaia talent [Internet]. [Citada l'11 d'agost de 2021].

Disponible a: <https://www.bizkaiatalent.eus/bilbao-ciudad-inteligente/>

-Bilbao avanza en su estrategia para convertirse en una Smart City, iElektro [Internet]. [Citada el 12 d'agost i el 13 d'agost de 2021].

Disponible a: <https://ielektro.es/2020/12/09/ayuntamiento-bilbao-smart-city/>

-Smart cities: una apuesta de la Unión Europea, Dialnet [Internet]. [Citada el 19 d'agost de 2021].

Disponible a: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5488698>

-Smart Impact: sentar las bases de un desarrollo urbano inteligente en Europa, European Commission [Internet]. [Citada el 20 d'agost i el 23 d'agost de 2021].

Disponible a: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/es/projects/Croatia/smart-impact-laying-the-foundations-for-smart-urban-development-in-europe](https://ec.europa.eu/regional_policy/es/projects/Croatia/smart-impact-laying-the-foundations-for-smart-urban-development-in-europe)

-Las cinco ciudades más inteligentes del mundo, Sacyr [Internet]. [Citada el 24 d'agost de 2021].

Disponible a: <https://www.sacyr.com/-/las-cinco-ciudades-mas-inteligentes-del-mundo>

-Berlín acoge un proyecto de ciudad inteligente, EfeVerde [Internet]. [Citada el 27 d'agost de 2021].

Disponible a: <https://www.efeverde.com/noticias/berlin-proyecto-ciudad-inteligente/>

-Londres, Nueva York y París ciudades más inteligentes del mundo, SmartLighting [Internet]. [Citada el 8 de setembre de 2021].

Disponible a: <https://smart-lighting.es/londres-nueva-york-paris-ciudades-inteligentes-iese-2020/>

-Ciudades más seguras, ShotSpotter [Internet]. [Citada el 8 de setembre de 2021].

Disponible a: <https://www.shotspotter.com/spanish-ip/>

-'Smart cities': la revolución tecnológica llega a las ciudades, Iberdrola [Internet]. [Citada el 14 de setembre de 2021].

Disponible a: <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-cities>

-'Smart cities': la revolución tecnológica llega a las ciudades, Iberdrola [Internet]. [Citada el 14 de setembre de 2021].

Disponible a: <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-cities>

-El sector de las 'smart cities' ya es un 4% del PIB, Diari de Tarragona [Internet]. [Citada el 19 de setembre de 2021].

Disponible a: <https://www.diaridetarragona.com/economia/El-sector-de-las-smart-cities-ya-es-un-4-del-PIB-20191124-0016.html>

-Barcelona ejemplo de Smart City en Europa, Oasys [Internet]. [Citada el 19 d'octubre de 2021].

Disponible a: <https://oasys-sw.com/barcelona-ejemplo-de-smart-city-en-europa/>

-Nuevos proyectos para convertir Barcelona en una smart city, Nae [Internet]. [Citada el 24 d'octubre de 2021].

Disponible a: <https://nae.global/es/ultimos-proyectos-para-convertir-barcelona-en-una-smart-city/>

-Time to reignite the urban revolution!, Smart City Expo World Congress [Internet]. [Citada el 28 d'octubre de 2021].

Disponible a: <https://www.smartcityexpo.com/>

-Sostenibilidad en las ciudades: las siete ciudades más sostenibles del mundo, Novelec [Internet]. [Citada el 30 de noviembre de 2021].

Disponible a: <https://blog.gruponovelec.com/energias-renovables/sostenibilidad-las-ciudades-las-siete-ciudades-mas-sostenibles-del-mundo/>

-Ámsterdam, la ciudad inteligente y colaborativa, Ecoticias [Internet]. [Citada el 30 de noviembre de 2021].

Disponible a: <https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/70910/A-msterdam-ciudad-inteligente-colaborativa>

-Ciudades inteligentes: cinco ejemplos en el mundo, Padam [Internet]. [Citada el 30 de noviembre de 2021].

Disponible a: <https://padam-mobility.com/es/ciudades-inteligentes-las-ciudades-conectadas-son-una-realidad/>

-Oslo, una capital verde europea, elÁgora [Internet]. [Citada el 30 de noviembre de 2021].

Disponible a: <https://www.elagoradiario.com/en-profundidad/ciudades-del-futuro/oslo-capital-vanguardia-innovacion/>

-Chicago, un ejemplo de cómo debe ser una ciudad inteligente, SmartRoads [Internet]. [Citada el 30 de noviembre de 2021].

Disponible a: <https://www.tecnocarreteras.es/2015/02/07/chicago-un-ejemplo-de-como-debe-ser-una-ciudad-inteligente/>

-Las 12 principales ciudades inteligentes de EE.UU, Digi [Internet]. [Citada el 30 de noviembre de 2021].

Disponible a: <https://es.digi.com/blog/post/smart-cities-in-the-us-examples>

## ÍNDEX DE FIGURES

Núm.	Procedència de la imatge (Google)
1	<a href="https://www.gizmodo.com.au/content/uploads/sites/2/2015/06/23/13084864_20091095110.jpg">https://www.gizmodo.com.au/content/uploads/sites/2/2015/06/23/13084864_20091095110.jpg</a>
2	<a href="https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/imagen/mde1/nd_y3/~edisp/img2015467380.jpg">https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/imagen/mde1/nd_y3/~edisp/img2015467380.jpg</a>
3	<a href="https://tarannaresponsable.com/wp-content/uploads/Ciudades-inteligentes-ODS-9-1038x576.jpg">https://tarannaresponsable.com/wp-content/uploads/Ciudades-inteligentes-ODS-9-1038x576.jpg</a>
4	<a href="https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:42192759-8bc5-4844-aff0-b0cec348c5fc/width:1125/quality:high/sfs-worldmap-en.jpg">https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:42192759-8bc5-4844-aff0-b0cec348c5fc/width:1125/quality:high/sfs-worldmap-en.jpg</a>
5	<a href="https://i2.wp.com/www.deacosta.com/wp-content/uploads/2015/09/alerta.php?ssl=1">https://i2.wp.com/www.deacosta.com/wp-content/uploads/2015/09/alerta.php?ssl=1</a>
6	<a href="https://erticonetwork.com/wp-content/uploads/2020/06/Zephyr-on-a-pole.jpg">https://erticonetwork.com/wp-content/uploads/2020/06/Zephyr-on-a-pole.jpg</a>
7	<a href="https://cdn.abcotvs.com/dip/images/3795370_072018-speedcameras.jpg?w=800&amp;r=16%3A9">https://cdn.abcotvs.com/dip/images/3795370_072018-speedcameras.jpg?w=800&amp;r=16%3A9</a>
8	<a href="https://malagasmart.malaga.eu/opencms/export/sites/msmart/.content/galerias/galeria-contenido/aerogeneradores-malaga-2.jpg_1311336362.jpg">https://malagasmart.malaga.eu/opencms/export/sites/msmart/.content/galerias/galeria-contenido/aerogeneradores-malaga-2.jpg_1311336362.jpg</a>
9	<a href="https://smart-lighting.es/wp-content/uploads/2017/03/Guggenheim_museum_Bilbao_HDR-image-e1489885923667.jpg">https://smart-lighting.es/wp-content/uploads/2017/03/Guggenheim_museum_Bilbao_HDR-image-e1489885923667.jpg</a>
10	<a href="https://static.esmartcity.es/media/2019/10/ayuntamiento-madrid-presenta-nueva-estrategia-sostenibilidad-ambiental-madrid-360-vehiculos-c-dentro.png">https://static.esmartcity.es/media/2019/10/ayuntamiento-madrid-presenta-nueva-estrategia-sostenibilidad-ambiental-madrid-360-vehiculos-c-dentro.png</a>
11	<a href="https://offloadmedia.feverup.com/secretldn.com/wp-content/uploads/2020/01/18082441/City-Trees.jpg">https://offloadmedia.feverup.com/secretldn.com/wp-content/uploads/2020/01/18082441/City-Trees.jpg</a>
12	<a href="https://images.adsttc.com/media/images/54ad/fa0c/e58e/ce23/a900/0044/large_jpg/Paris_2050_(No_Title).jpg?1420687878">https://images.adsttc.com/media/images/54ad/fa0c/e58e/ce23/a900/0044/large_jpg/Paris_2050_(No_Title).jpg?1420687878</a>
13	<a href="https://www.construnario.com/notiweb/noticias_imagenes/52000/52303_1.jpg">https://www.construnario.com/notiweb/noticias_imagenes/52000/52303_1.jpg</a>
14	<a href="https://nypost.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/07/111919securitycamera5CS-e160154906694.jpg?quality=90&amp;strip=all">https://nypost.com/wp-content/uploads/sites/2/2020/07/111919securitycamera5CS-e160154906694.jpg?quality=90&amp;strip=all</a>
15	<a href="https://images.acvmagazine.com/file/BIT-Magazine-Images/2407_hinomaru.jpg">https://images.acvmagazine.com/file/BIT-Magazine-Images/2407_hinomaru.jpg</a>
16	<a href="https://www.todayonline.com/sites/default/files/styles/new_app_article_detail/public/photos/43_images/29549542.JPG?itok=mIOnzlnO">https://www.todayonline.com/sites/default/files/styles/new_app_article_detail/public/photos/43_images/29549542.JPG?itok=mIOnzlnO</a>

17	<a href="https://www.tmb.cat/documents/20182/291389/PT_b%C3%A0sica_planol_N_XB_2018_fase_final/16983ffc-5f42-4b1e-8c18-7c34d699b8ff?t=1630392709000">https://www.tmb.cat/documents/20182/291389/PT_b%C3%A0sica_planol_N_XB_2018_fase_final/16983ffc-5f42-4b1e-8c18-7c34d699b8ff?t=1630392709000</a>
18	<a href="https://www.micro-log.com/5980-large_default/arduino-uno-rev-3.jpg">https://www.micro-log.com/5980-large_default/arduino-uno-rev-3.jpg</a>
19	<a href="https://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2016/06/arduino-detector-obstaculos-infrarrojos-conexion.png">https://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2016/06/arduino-detector-obstaculos-infrarrojos-conexion.png</a>
20	<a href="https://controlautomaticoeducacion.com/wp-content/uploads/Servo-Arduino.jpg">https://controlautomaticoeducacion.com/wp-content/uploads/Servo-Arduino.jpg</a>

## **9. ANNEXOS**

### **9.1. ANNEX I: Objectius i inconvenients d'una ciutat intel·ligent**

Com tota tecnologia o invent, una Smart City està creada per a complir un propòsit, un objectiu. Una Smart City proposa solucions a diversos problemes que sorgeixen tant en la població com en altres sectors. Els seus objectius des d'un punt de vista més general serien:

- Aconseguir un desenvolupament totalment sostenible.
- Aprofitar els recursos disponibles d'una manera més eficaç.
- Millorar la qualitat de vida dels habitants.
- Reduir els residus i les molèsties (com el soroll, per exemple).
- Promoure la qualitat social i econòmica.
- Implicar els ciutadans en el concepte Smart City.
- Millorar la sostenibilitat i l'eficiència de la ciutat en qüestió.

A part d'aquests objectius, les ciutats intel·ligents fan tot el possible per col·laborar amb els ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible), ja que tracten 17 problemes actuals que són molt preocupants i que necessiten solucions (cosa que les Smart Cities poden proporcionar).



Figura 3: ODS i les Smart Cities

Les ciutats intel·ligents aporten molts beneficis i solucions, però com passa en tota creació, lligats a aquests avantatges existeixen uns certs inconvenients:

- Les emissions de Diòxid de Carboni (CO<sub>2</sub>).
- L'abastament de seguretat i serveis sanitaris a tots els habitants.
- El proveïment de matèries primeres i béns.
- L'abastiment energètic.
- La planificació del trànsit automobilístic.
- La privacitat dels ciutadans.

Aquests inconvenients són variables que en un futur seran més difícils de controlar, per culpa del constant creixement demogràfic i el desplaçament de la societat cap a les grans ciutats. El 2050, s'espera que el 85% de la població mundial visqui a ciutats, una conclusió que es va extreure de l'acte "Smart Cities Week 2020". Aquests problemes o desavantatges incrementaran amb el pas del temps i per això és crucial començar a estudiar-los ara que es pot.

## 9.2. ANNEX II: Elements més importants de les Smart Cities

Igual que amb les característiques, les Smart Cities han de tenir uns certs elements que són imprescindibles. Cada ciutat els utilitzarà més o menys en funció de la necessitat que tinguin, però el que és segur és que totes els utilitzaran:

- Energia avançada i resistent. Una ciutat necessita xarxes d'energia sostenibles, dinàmiques i segures. Si succeeix una catàstrofe, aquestes energies han de resistir i proporcionar ajuda als afectats.
- Sensors: s'encarreguen de recopilar dades perquè puguin ser analitzades en els Sistemes de Control i Gestió, una de les parts més rellevants d'una ciutat intel·ligent. Existeix una gran varietat de sensors, relacionats amb l'aigua (la qualitat, el nivell d'aigua, el cabal, etc.), el clima i l'aire (temperatura i condicions a la carretera, qualitat de l'aire, intensitat del vent, contaminació, radiació, etc) i també tant amb el trànsit de vianants com amb el de vehicles.
- Actualització i manteniment del hardware: la infraestructura de les ciutats intel·ligents ha de ser actualitzable i conservable, ja que és impossible que tots els sistemes funcionin a la perfecció des de l'inici. La tecnologia es desenvolupa ràpidament i les Smart Cities han d'estar preparades per a ser innovades diàriament.
- Emmagatzematge de memòria cau: com s'ha explicat abans, cada hora aquesta gran varietat de sensors produeix una quantitat de dades enorme. Aquesta capacitat d'emmagatzematge és bàsica i necessària, ja que si no fos suficient o eficient la xarxa es col·lapsaria. També ha de tenir un bon disseny perquè resulti fàcil accedir a certes dades que es vulguin utilitzar en un moment determinat.
- Connectivitat “omnipresent”: és de vital importància que en qualsevol punt d'una Smart City es pugui tenir connexió inalàmbrica, i això és possible gràcies a l'arribada del 5G. Si es combina el 5G amb els sensors, les càmeres i altres elements importants, la ciutat intel·ligent serà molt eficaç.

### **9.3. ANNEX III: Altres sectors crucials: Economia, governança intel·ligent i salut i smart people.**

#### **-Economia:**

En aquest sector el més fonamental són les TIC. Gràcies a elles, és possible el comerç electrònic, la fabricació i la prestació de serveis avançats i l'augment de la productivitat. Les ciutats destaquen per la flexibilitat del mercat laboral, una alta productivitat, el clima d'innovació i l'aprofitament de factors de producció. Per tant, l'economia ha de destacar per l'aprofitament de solucions innovadores i l'adaptació a les condicions que canvien constantment. Les principals aplicacions de l'economia en una Smart City són:

- La utilització d'internet als negocis urbans (immobiliàries, agències de viatges, etc).
- Diverses plataformes online i aplicacions als dispositius mòbils que motiven la feina i l'emprenedoria.
- Servei de reserves, informació turística i recomanacions via web.
- El comerç electrònic, plataformes d'intercanvi de serveis i béns i aplicacions d'ofertes comercials personalitzades.

Un altre aspecte d'aquest àmbit és que s'ha de gestionar l'economia d'una manera la més eficient possible. Es promou una economia col·laborativa i circular. L'economia circular és un tipus de consum i producció que implica reutilitzar, compartir, reciclar, renovar,... amb la finalitat d'allargar el cicle de vida dels productes.

Les Smart Cities posseeixen una estratègia molt planificada que inclou totes les fonts d'ingressos i altres projectes amb el propòsit d'aconseguir un finançament alternatiu. Gràcies a aquesta planificació i els aspectes mencionats anteriorment, es pot: oferir oportunitats econòmiques als ciutadans, impulsar la creativitat i les noves idees i gestionar de manera sostenible els recursos naturals.

Pel que fa al medi ambient, a continuació s'explica un exemple de Siemens amb l'economia:

L'empresa “Siemens Financial Services”, el 2018 va crear i idear un nou tipus de finançament intel·ligent, el qual transforma un edifici en una infraestructura intel·ligent (mitjançant la tecnologia necessària i es paga d'acord amb els beneficis que s'obtenen). Gràcies a aquesta nova infraestructura, es poden reduir els costos d'energia, es compleix la normativa (la de la qualitat del aire, per exemple) i s'ofereix als visitants, ciutadans i treballadors uns espais i ambients perfectes.



Figura 4: Siemens Financial Services al món

### **-Govern intel·ligent**

Aquest sector és el model que determina les relacions i els serveis entre els elements i espais necessaris perquè una Smart City sigui eficaç i eficient. El desenvolupament de la ciutat implica la creació i planificació d'un sistema d'administració i gestió, procediments que requereixen la col·laboració d'autoritats amb ciutadans i l'ús de tecnologies innovadores.

Les TIC són molt presents en aquest pilar de les ciutats intel·ligents, sobretot per realitzar tràmits administratius amb els ciutadans. Juntament amb el govern

electrònic, les TIC permeten tant la transparència com l'obertura de dades i la implicació a l'hora de prendre decisions (la creació de serveis, per exemple).

A partir de plataformes o portals de dades que permeten la participació ciutadana i l'accés a totes les dades de les administracions, s'aconsegueix una gran transparència, cosa que produeix una gran confiança entre ciutadans i governants i una gran interacció entre els subsistemes de la ciutat. La finalitat de les administracions és intentar innovar i col·laborar constantment a través de la tecnologia i assegurar la protecció de les dades.

S'utilitza el concepte "open data" que es basa en el fet que les administracions posen a disposició dels ciutadans i altres empreses les dades que gestionen perquè qui vulgui les pugui analitzar i reutilitzar. És una mena de filosofia que fan servir en aquest sector i que proporciona la transparència i participació mencionades anteriorment. Els beneficis que ens aporta aquest sector són: un futur sostenible, accés a informació crucial, més democràcia i més participació ciutadana.

Amb aquest sector s'aconsegueixen tres objectius: l'impuls del creixement (els ciutadans demanen més serveis intel·ligents i que estiguin connectats), diverses oportunitats (gràcies a aquesta col·laboració entre govern-ciutadà millora el desenvolupament i sorgeixen noves idees) i integració, flexibilitat i inclusió.

En un estudi el 2020, es va extreure la conclusió que la ciutat amb la millor governança del món és Berna (Suïssa). Tenen les millors plataformes online per facilitar les dades i els mecanismes de participació ciutadana són els més eficients del món.

### **-Salut i Smart people**

#### **-Salut:**

És un sector clau per a la millora de vida dels habitants. Cada vegada les innovacions tecnològiques van agafant més importància en l'àmbit de la millora de la

salut i la prevenció de certes malalties. És primordial treure profit d'aquestes tecnologies amb tot el que estigui relacionat amb el benestar dels ciutadans (detecció de patologies, seguiment dels pacients, etc.), aquesta és la finalitat d'aquest sector.

Gràcies a les ciutats intel·ligents, aquesta tecnologia proporciona connexions tant dins els hospitals, les clíniques i els centres de salut com amb la resta de la ciutat i els habitants. Alguns exemples d'accions que es poden realitzar gràcies a aquesta tecnologia: alertes de primers auxilis, vigilància de malalties infeccioses a la societat (la pandèmia del COVID-19 n'és un clar exemple), optimització dels trajectes de les ambulàncies i la telemedicina (tant proves com seguiment a distància). També són importants les aplicacions mèdiques, a les quals es pot accedir des d'un dispositiu mòbil, les quals proporcionen molta informació i ajuden a molta gent.

Una de les creacions més crucials és la telemedicina, és a dir, el monitoratge de pacients per controlar la salut a distància. Es pot fer una anàlisi constant de dades dels pacients, els ciutadans poden rebre una atenció mèdica personalitzada i també es poden rebre solucions mèdiques a domicili per als pacients crònics.

#### -Smart people:

Aquest sector fa referència a tots els aspectes relacionats amb l'educació, l'impuls per la innovació, l'aprenentatge de noves capacitats professionals relacionades amb les TIC, els recursos humans i la millora de la creativitat. Dins una Smart City s'hi troba una societat que es desenvolupa i aprèn. Els canvis que s'hagin de fer a una ciutat han de ser impulsats pels seus habitants. Ells, juntament amb l'ajuda tècnica necessària, han de realitzar accions: reduir tant la contaminació com el consum excessiu d'energia i contribuir a la millora de la qualitat de vida d'ells mateixos.

Gràcies a la participació ciutadana, els serveis es poden adaptar d'una manera més senzilla a la demanda. Al final, els ciutadans són els que faran ús d'aquests serveis, així que és millor saber què necessiten i com abans d'implementar aquests serveis a la ciutat. Amb aquest mètode, es perfeccionen les eines de participació ciutadana i es millora la interacció entre ambdues parts.

#### **9.4. ANNEX IV: Les 15 ciutats més intel·ligents del món:**

Tot i haver explicat deu ciutats intel·ligents, no totes entren dins de les quinze ciutats més intel·ligents del món (concretament les quatre ciutats espanyoles). Per aquest motiu, a continuació es fa un breu resum de nou ciutats intel·ligents que no han sigut desenvolupades en aquest treball. Trobo que són molt interessants i es mereixen ser mencionades, ja que s'hi ha invertit esforç, recursos i temps per a poder convertir-les en Smart Cities. Cal destacar que la majoria de la informació de les ciutats següents prové de Viquipèdia i de l'ICIM, per a proporcionar les dades exactes.

##### **Reykjavík:**

Reykjavík és la capital i la ciutat més poblada d'Islàndia, amb una població de 122.850 habitants aproximadament i una superfície de 273 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la cinquena posició en el rànquing mundial. Això es deu al fet que és el líder mundial en medi ambient. A part, també té molt bona valoració en governança intel·ligent i projecció internacional.

Han aconseguit que quasi tota l'electricitat que es consumeix es produueixi per mitjà d'energies renovables. Aquestes energies són principalment la geotèrmica i la hidroelèctrica.

##### **Copenhaguen:**

Copenhaguen és la capital i la ciutat més gran de Dinamarca, amb una població d'1,2 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 86,2 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la sisena posició en el rànquing mundial. Seguint a Reykjavík, Copenhaguen és la segona ciutat del món pel que fa al medi ambient. També es destaca la seva implicació en economia, projecció internacional i governança intel·ligent.

Un factor clau en el consum energètic és el fet que tots els edificis de la ciutat estan connectats entre si al sistema de calefacció urbana. També hi ha desplegat un

sistema perfeccionat per a recaptar dades per a millorar l'eficiència dels edificis públics.

#### [Amsterdam:](#)

Amsterdam és la capital dels Països Baixos, amb una població de 830.000 habitants aproximadament i una superfície de 219 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la vuitena posició en el rànquing mundial. Ocupa aquesta posició gràcies als sectors de projecció internacional, transport i mobilitat i tecnologia.

Aquesta ciutat es basa en el projecte “ASC” (Amsterdam Smart City), on hi col·laboren empreses, organismes públics i instituts d’investigació per a transformar aquesta ciutat en intel·ligent.

#### [Hong kong:](#)

Hong Kong és una ciutat de la Xina i un dels principals centres econòmics del món, amb una població de 7,6 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 2.755 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la desena posició en el rànquing mundial. La ciutat xinesa és famosa per ser la número u en tecnologia del món, tot i que també cal destacar la seva participació en els sectors de projecció internacional i economia.

Pel que fa a la tecnologia: als fanals dels carrers s'hi troben col·locats diversos sensors que recapten dades i funcionen a centres de 5G. També hi ha una xarxa d'autobusos petits que proporcionen accés als camins difícils d'accendir.

#### [Zuric:](#)

Zuric és la ciutat més gran de Suïssa, amb una població de 380.500 habitants aproximadament i una superfície de 87,88 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa l'onzena posició en el rànquing mundial. És la quarta ciutat mundial pel que fa a la governança intel·ligent. També s'especialitza en projecció internacional i economia, igual que Hong Kong.

Aquesta ciutat es caracteritza pels seus trens d'alta velocitat (com "l'IntercityExpress" o el "Cisalpino"). També han creat una mena de barri anomenat "Green City", el qual obté tota l'energia necessària a partir de fonts renovables.

#### [Oslo:](#)

Oslo és la capital i la ciutat més poblada de Noruega, amb una població de 700.000 habitants aproximadament i una superfície de 454,12 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la dotzena posició en el rànquing mundial. Tot i que no és líder en cap sector, cal destacar la implicació en el medi ambient, l'economia i la governança intel·ligent.

Des del 2001, hi ha una estratègia en procés: cada any s'obren vies fluvials, que ajuden a gestionar de forma òptima les aigües pluvials i connectar els canals aquàtics. En un sol any es genera mig kilòmetre d'aigües fluvials.

#### [Chicago:](#)

Chicago és la tercera ciutat més gran dels Estats Units, amb una població de 10 milions d'habitants aproximadament i una superfície de 606,42 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la tretzena posició en el rànquing mundial. És especialista en planificació urbana, economia, capital humà i medi ambient.

Per tota la ciutat hi ha instal·lats diversos sensors per a mesurar diverses variables relacionades amb el medi ambient, com la temperatura, el soroll i la humitat. També hi podem trobar una plataforma d'anàlisis de dades que recull aquestes variables i les exposa als ciutadans.

### [Estocolm:](#)

Estocolm és la capital de Suècia, amb una població de 975.900 habitants aproximadament i una superfície de 188 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la catorzena posició en el rànquing mundial. Té una gran participació en la tecnologia, el medi ambient i la mobilitat i el transport.

Han aconseguit que una gran part dels seus autobusos funcionin amb carburants ecològics. També s'ha arribat, amb uns quants anys de desenvolupament, a convertir el 40% de la ciutat en espais verds.

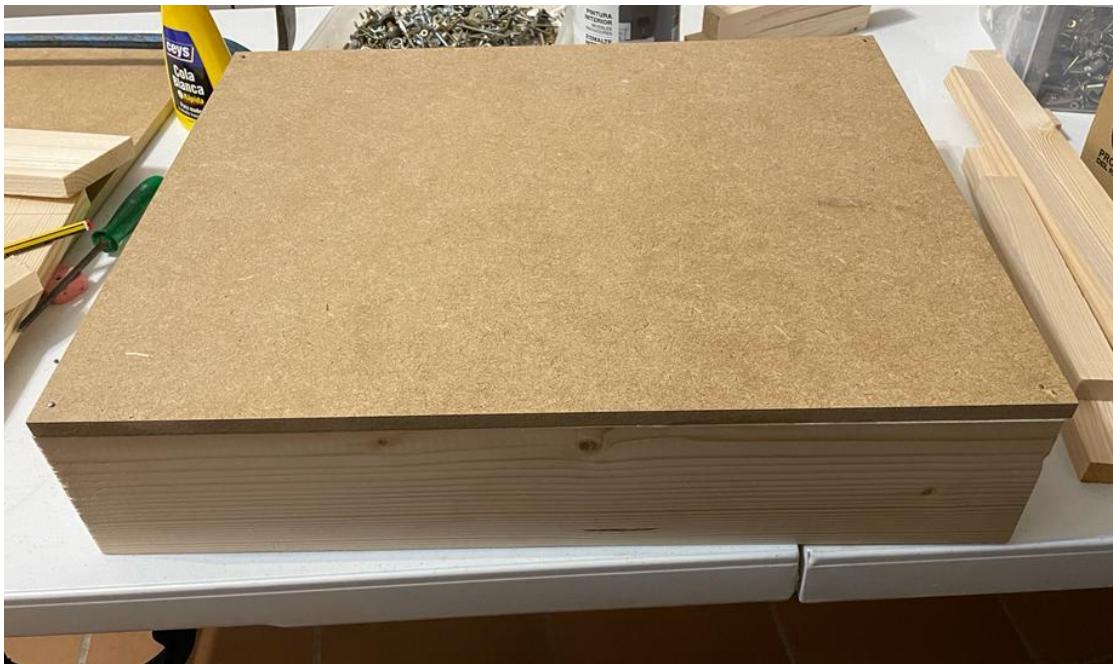
### [Washington DC:](#)

Washington DC és la capital dels Estats Units d'Amèrica, amb una població de 705.749 habitants aproximadament i una superfície de 177 km<sup>2</sup>. Aquesta ciutat actualment segons l'ICIM ocupa la quinzena posició en el rànquing mundial. És reconeguda per la seva involucració en els àmbits de capital humà, planificació urbana, tecnologia i economia.

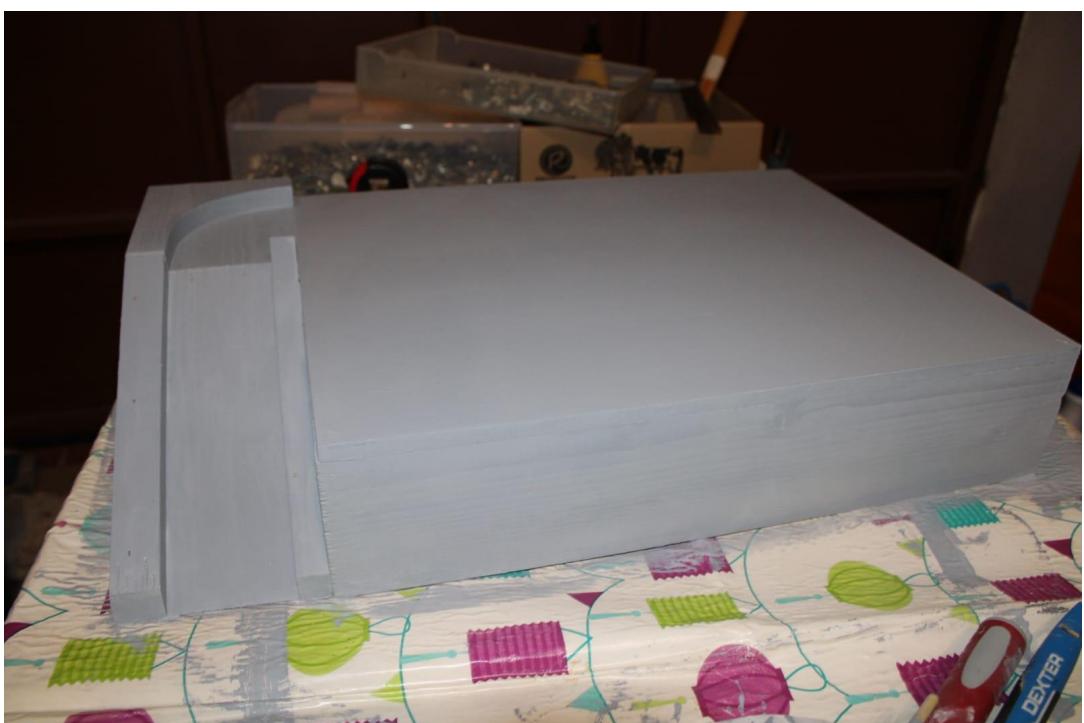
Aquesta ciutat és famosa pel sistema de les càmeres de trànsit, ja que les utilitzen per a detectar on es necessiten més recursos, com per exemple semàfors o carrils bici.

## 9.5. ANNEX V: Fotografies rellevants (fonts pròpies)

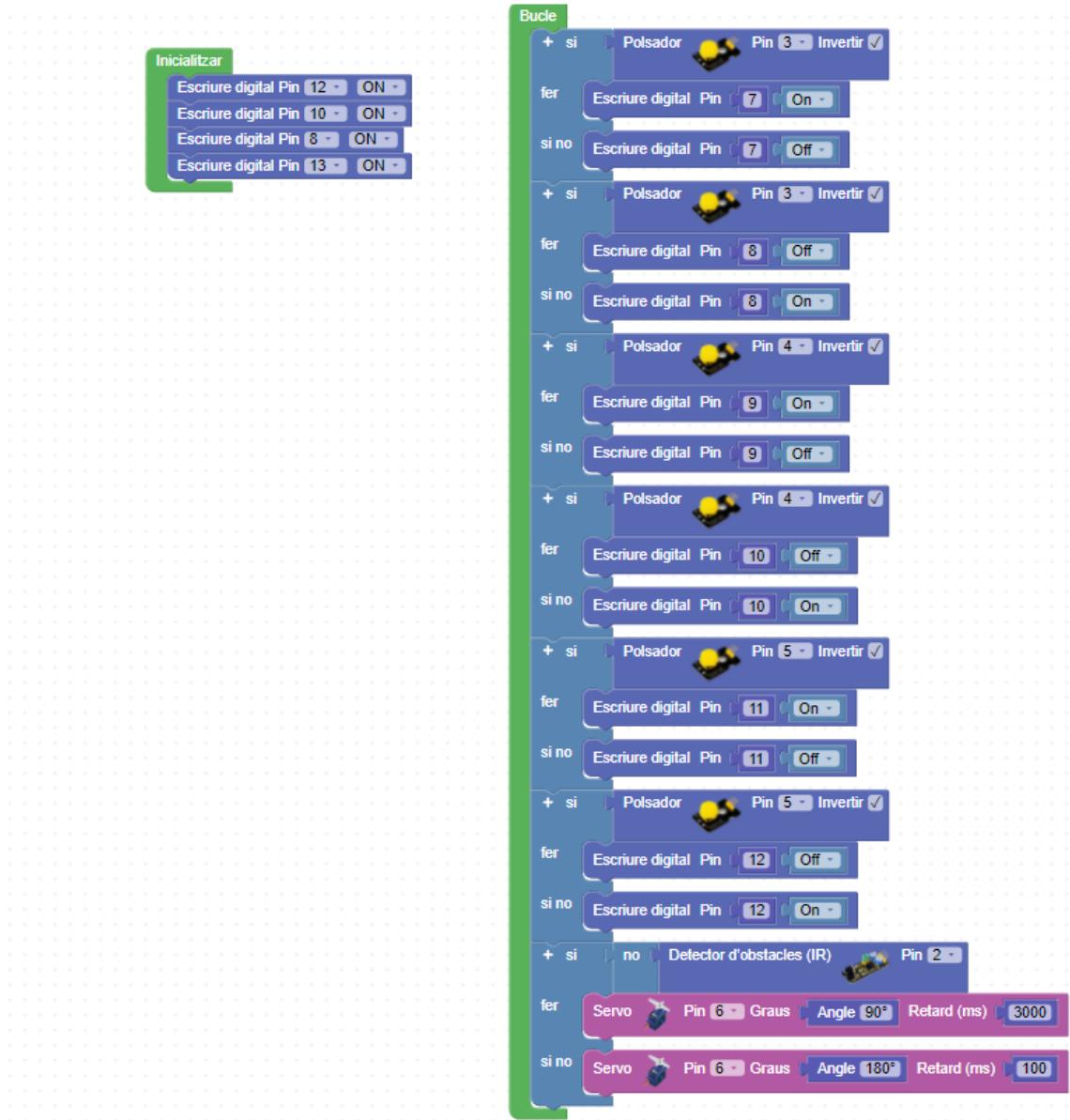
- Base + suport:



- Base + rampa pintades



### • Programació final de la placa



- Barrera del pàrquing i els cotxes:



- Sensors i leds dels aparcaments:



- Visió de la planta del pàrquing:

