

SETMANA DE LA CIÈNCIA A LES ESCOLES. REPTA DE MOBILITAT SOSTENIBLE

1.1 Presentació del Repte

Les nostres ciutats cada cop creixen més i sovint enfronten problemes derivats de la seva dimensió i recursos disponibles que són molt difícils d'afrontar. Un dels principals problemes per introduir canvis a les ciutats actuals és que cal fer-los de forma progressiva i sense "molestar" gaire els veïns i veïnes.

Una de les tasques dels enginyers que treballem en aquests projectes és fer uns estudis previs que ens permetin fer-nos una idea de com serà el futur de una ciutat tenint en compte tots els paràmetres que puguem. No és una feina de les més dures en el sentit de càlculs complexos i models molt sofisticats, però cal tenir cert sentit comú i valorar moltes coses a la vegada que sovint no tenen a veure amb valors numèrics que podem extreure d'una fórmula. Tan debò tot fos tant senzill com anar resolent equacions i fer models.

Per aquesta raó anem a jugar a "disseny des de zero" que sempre és un entorn més senzill per fer-nos una idea de com hauria de ser una ciutat molt més sostenible que no pas les actuals.

Abans de començar seria interessant que feu un cop d'ull a aquests documents breus per a que tothom sapiguem de què parlem quan parlem de mobilitat sostenible:

- <https://www.amb.cat/ca/web/medi-ambient/actualitat/publicacions/detall/-/publicacio/l-aire-que-respirem/5616029/11818>
- https://transport.ec.europa.eu/document/download/4610b81e-452e-40c8-a7ed-5ab0c9cfe074_en?filename=mobility-strategy-factsheet.pdf
- <https://www.pluginandplaytechcenter.com/insights/5-uk-cities-sustainable-transport>

Un dels motors de la sostenibilitat és el disseny de sistemes de transport que responguin a aquesta estratègia: no facin servir combustibles fòssils, nivells de soroll reduïts, rutes i temps de pas convenients i adequats a les necessitats dels habitants.

Un grup d'irreductibles defensors de la sostenibilitat (vosaltres) ha decidit generar un nou model de forma de viure per a presentar-ho a les autoritats i que prenguin mesures polítiques basades en aquest model.

Com a mínim així tindran una base sobre la que discutir basada en un estudi rigorós.

Evidentment als polítics no li podem presentar tota la informació de cop, ha de ser fàcil d'entendre i sobretot d'explicar, per tant el treball a de ser visual i atractiu.

- El resultat ha de ser una presentació molt visual (MS PowerPoint, Apple KeyNote o Google Presentaciones) en forma de resum per una autoritat municipal que ens ha encarregat aquest estudi sobre els aspectes que es comenten en aquesta proposta... sobretot planificació del transport i alternatives energètiques.
- No es tracta que escriviu molt, sinó que els resultats siguin fàcils d'explicar, molt visuals i s'entenguin les vostres hipòtesis de partida, simplificacions, criteris, etc.
- Es tracta, sobretot, que us diverti i gaudiu jugant a planificar amb sentit comú i, per què no, una mica de llibertat.

1.2 Trama Urbana

El primer que cal fer es generar un model de ciutat on puguem treballar i planificar.

Podeu fer servir eines disponibles a internet per inspirar el vostre mapa de ciutat:

- Es poden fer ciutats que coneguem amb els plànols disponibles a Google Maps, Google Earth o Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org/>) que us permetrà fer un ús més obert de les dades disponibles.
- Genereu-ne un d'inventat amb eines en línia com ara: <https://probabletrain.itch.io/city-generator>.

En qualsevol cas heu de decidir quina població model tindrà la vostra ciutat i quina superfície, tant per seleccionar-ne una població existent, com per crear-ne una de nova. Penseu bé aquest paràmetre ja que les ciutats més denses tot i tenir mapes més petits, en tenir més població els serveis públics estan més saturats i potser no funcionen tant bé. Com us he dit abans, aquesta feina cal tenir en compte moltes variables i paràmetres a la vegada.

- [Mostreu la trama urbana amb les principals ubicacions, donant les dades geogràfiques: superfície, habitants i tota aquella informació que considereu rellevant per al model de ciutat sostenible \(penseu en temes energètics, àrees verdes, subministrament d'aigua, etc.\)](#).

1.3 Un sistema de transport: malla de circulació

En la planificació de la ciutat hi ha un aspecte molt important que és la distribució del transport públic en el sentit de la ubicació de les estacions i el disseny dels serveis.

Suposem que s'ha decidit la ciutat comptarà amb una o diverses línies de tramvia i les seves corresponents estacions.

- [Col·loqueu sobre el traçat urbà les estacions del\(s\) vostre\(s\) tramvia\(es\) i penseu que també cal un lloc, que anomenarem dipòsit on els tramvies "dormin" a les nits o quan no estan treballant, i a on es facin tasques de manteniment i reparacions.](#)
- [Feu una simplificació de la línia que us permeti calcular la distància entre les estacions i els punts on els tramvies podran donar la volta \(penseu que han de prestar el servei en sentit contrari\), aquesta parada és una mica especial.](#)

Un aspecte molt important de la planificació dels transports, en especial els tramvies o metros, és el seu full d'horaris: freqüències de pas, temps a les parades, etc. De nou és una aproximació qualitativa però que ens permet tenir una informació molt valuosa.

La forma més senzilla de planificar el horaris és definir unes hores d'operació i començar a col·locar serveis des d'una estació d'inici, fins a una de final, tenint en compte els punts i duració de les parades. Les gràfiques tenen aspecte d'escala, es una gràfica on als eixos horitzontal i vertical hi ha temps i distància respectivament. Tingueu en compte que el model més senzill de tramvia respon a un Moviment Rectilini Uniforme (MRU) o si voleu fer-ho més realista podeu considerar l'acceleració i frenada del tramvia i llavors heu de fer servir les fórmules amb acceleració (MRUA).

Ho deixem a la vostra elecció, no és gaire més complicat i és molt més realista i ens servirà en el apartat.

- [Calculeu la duració de la ruta d'un tramvia des que surt de l'estació d'origen del servei fins que finalitza a la darrera estació de la ruta, tenint en compte les parades.](#)
- [Representeu sobre la mateixa gràfica totes les rutes que vulgueu i siguin viables.](#)
 - [Quina és la freqüència de pas per a cada parada?](#)
 - [Quants vehicles necessitem per a prestar el servei? Com ho heu estimat?](#)

El gràfic que heu construït s'anomena malla de circulació. Com a mínim, hi ha malles diferents per als dies laborables i els festius. Tingueu això present en l'elaboració. Heu de fer una malla per a tots els serveis i és el que us permetrà extreure'n conclusions.

Aquestes malles de circulació han de permetre absorbir incidències del servei...

- [Què passaria si un tramvia triga més de l'esperat en una estació per una incidència?](#)
 - [Com es reflecteix a les malles de circulació que heu desenvolupat?](#)

Qualsevol programari que us permeti generar gràfiques de funcions és vàlid per aquest exercici, és a dir Excel, Numbers, etc. Deixem al vostre criteri trobar solucions més sofisticades. Amb el model més senzill de MRU es poden arribar a dibuixar “a mà”.

Com us podeu imaginar el model generat és extremadament simple i en la realitat aquestes malles de circulació tenen consideracions més sofisticades, tot i així sempre es fan simplificacions ja que no és necessari conèixer exactament els components del moviment dels tramvies per a aquesta planificació d'alt nivell.

Si voleu més detalls, aquí teniu una bona referència al capítol 6, tot i que és aplicat a una línia ferroviària d'alta velocitat: https://oa.upm.es/43738/1/TFG_DAVID_GISMER_PEREZ.pdf

Podríem posar més i més idees i aprofundir a l'anàlisi però amb això crec que els objectius del repte estan aconseguits.

Hem de tenir:

- Rutes per on passaran els tramvies amb les ubicacions de les estacions
- Els serveis que es prestaran i una primera estimació de quanta gent podem transportar (penseu que no tots els habitants agafen el transport públic, ni a totes les hores hi ha el mateix nombre de gent)

1.4 Energia

Ara que ja sabem quantes línies de tramvia necessita la ciutat, però el tramvia necessita de dues coses molt importants, espai per circular i energia.

La gestió de l'espai (disseny del traçat a sobre dels carrers, detalls sobre els tipus de via, trams que poden anar subterranis o elevats, etc.) no són d'interès ara per ara, i requereixen un estudi més detallat. En tot cas, serà molt important que qualsevol mitjà de transport estigui ben integrat dins la ciutat per tal de no generar més problemes de mobilitat als habitants.

L'altre paràmetre que podem presentar al nostre informe/estudi és el consum energètic, estalvis, i reduccions d'emissions respecte a d'altres mitjans de transport, com podrien ser autobusos dièsel i el cotxe privat.

Aquest aspecte és força complicat, ja que algunes formes d'energia depenen dels recursos naturals disponibles als voltants de la ciutat

Necessitem conèixer com a mínim quin serà el consum de la nostra xarxa de tramvies assumint el model de circulació simplificat que hem considerat.

A internet hi ha molts recursos disponibles que ens permeten estimar l'estalvi energètic i econòmic que una xarxa de tramvies aporta a la ciutat. Aquí en teniu uns quants perquè els feu servir a l'estudi.

- (ben explicat i força informatiu) <https://www.tram.cat/es/ecocalculadora>
- (més sofisticat però es pot llegir per sobre) <https://zagan.unizar.es/record/48526/files/TAZ-TFG-2015-3772.pdf>

Evidentment serà molt complicat tenir una estimació correcta de l'energia que consumirà la xarxa de tramvia, però ens servirà per tenir valors de referència i sobretot podríem veure quants cotxes “equivalents” estem eliminant o deixant de fer servir gràcies al transport públic.

- Feu una estimació del consum total de la xarxa de tramvies fent servir un model de vehicle de referència, el que vulgueu.
Hi ha diversos fabricants que podeu considerar i buscar la informació a internet: Siemens, Alstom, CAF... etc. No és del tot important que la informació sigui acurada, un valor de referència és més que suficient.

El consum d'energia es pot representar al llarg del temps durant un trajecte tenint en compte les parades i és molt interessant saber que els vehicles són capaços de regenerar energia i en cas necessari retornar aquesta energia a la xarxa de distribució elèctrica.

- Expliqueu de la manera que us sembli més entenedora, com funcionen aquests sistemes de regeneració d'energia i quin ús en podria tenir dins la ciutat

1.5 La ciutat del futur

Bé, arribats en aquest punt ja podem considerar que heu superat el repte amb una magnífica nota, però els nostres ciutadans sempre volen una mica més.

Així que us han enviat una sèrie de propostes i volen conèixer la vostra opinió i propostes.

- Mireu aquest vídeos (o més que n'hi ha al canal) per saber que s'està pensant sobre el futur a llocs insospitats:
 - Industrial City: https://youtu.be/zJvDkv6bOcu?si=kLh3VCD_idUkoavt
 - Port of the futur: https://youtu.be/9G3_UkkoIXM?si=Mf_sb70bm0U-pmm8
 - Oasis: <https://youtu.be/BCIZj4WG4AU?si=Vd2om6ExtMLRfvCB>
 - The Line: <https://youtu.be/0kz5vEqdaSc?si=KXt7uDGRxvy7AUqD>
- Per al projecte dels vídeos anteriors (NEOM) quines creieu que seran les tecnologies clau o més importants que hauran d'estar disponibles en els proper anys? Ho veieu possible?

Com podeu veure el reptes de la sostenibilitat a la mobilitat i el futur de les ciutats són molt difícils de predir i hi ha projectes on actualment s'està jugant com hem fet, a petita escala en els apartats 2, 3 i 4 d'aquest repte. Totes les tecnologies que avui dia s'estan desenvolupant i en les quals treballem els enginyers, en seran una part clau. Vosaltres en formareu part? Us animeu?

Moltes gràcies per participar en aquest repte i espero que hàgiu gaudit d'aquest petit exercici d'imaginació urbana.

Dades de contacte:

Toni Castro

Senior Project Director: SENER Mobility

antoni.castro@sener.es | <https://www.linkedin.com/in/tonicastro/>

Creu Casas i Sicart, 86-88 08920 Cerdanyola del Valles (Barcelona) SPAIN