
This is the **published version** of the bachelor thesis:

Martí Noguera, Pau. La intervenció remota en las fases semafóricas para agilizar el paso del tráfico. 2023. 15 pag. (Grau en Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles)

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/282737>

under the terms of the  license

La intervención remota en las fases semafóricas para agilizar el paso del tráfico

Pau Martí Noguera

Resumen — En una ciudad como Barcelona, en la que la densidad del tráfico es tan grande, es importante tener una buena gestión semafórica. Uno de los puntos más influyentes en la gestión, es la sincronización y duración de las fases de los semáforos. En el caso de poder gestionar remotamente dichos parámetros, se podría gestionar el tráfico de manera inteligente y sostenible, siendo más eficiente.

Hoy en día, gracias a la tecnología, es posible interactuar con el equipamiento urbano de manera remota. El problema es que en el barrio de Sant Martí no se podía hacer porque no están bien estructurados los grupos semafóricos. Si además de este problema le incorporas el tráfico del tranvía, hace que sea más necesaria una reestructuración.

En este trabajo se propone comenzar por reorganizar los grupos de semáforos que afectan al tranvía, dado que es una pieza importante en la movilidad. El tranvía mueve una gran cantidad de la población y es importante que su trayecto sea fluido. Si consigo tener una buena organización, se puede actuar remotamente con los semáforos que regulan su trayecto, forzando unas fases de "verde" que ayuden a su fluidez.

Los resultados de haber interferido con las fases de los semáforos del tranvía se traducen en un tráfico más fluido, unos tiempos de trayecto más cortos y más sostenibilidad.

Palabras clave — Remoto, semáforos, fases semafóricas, tranvía, tráfico, organización, sostenibilidad, fluidez, mejora, regulador de tráfico, ciclos, Barcelona, smart city.

Abstract — In a city like Barcelona, where traffic density is so high, it is important to have good traffic light management. One of the most influential points in the management, is the synchronization and duration of the traffic light phases. If these parameters could be managed remotely, traffic could be managed in an intelligent and sustainable way, being more efficient.

Today, thanks to technology, it is possible to interact with urban equipment remotely. The problem is that in the Sant Martí neighborhood this could not be done because the traffic light groups are not well structured. If you add to this problem the traffic of the tramway, it makes a restructuring even more necessary.

In this work we propose to start by reorganizing the traffic light groups that affect the tramway, since it is an important part of mobility. The streetcar moves a large amount of the population and it is important that its route is fluid. If I manage to have a good organization, it is possible to act remotely with the traffic lights that regulate its path, forcing "green" phases that help its fluidity.

The results of having interfered with the streetcar's traffic light phases translate into smoother traffic, shorter travel times and more sustainability.

Index Terms — Remote, traffic lights, traffic light phases, tramway, traffic, organization, sustainability, fluidity, improvement, traffic regulator, cycles, Barcelona, smart city.

1 INTRODUCCIÓ - CONTEXT DEL TREBALL

Actualmente me encuentro trabajando como coordinador del Centro de Gestión de Movilidad Urbana, CGMU, de la ciudad de Barcelona desde 2021. Entre las diferentes tareas que tenemos asignadas por los pliegos de la licitación del ayuntamiento de Barcelona destacan la gestión de la red semafórica, del tráfico, paneles informativos, pilonas hidráulicas de control de acceso, cámaras y radares.

Este trabajo surge a raíz de una iniciativa propia en la mejora del trabajo de mi día a día, en concreto en la fluidez del tráfico. Se va a centrar en la parte semafórica omitiendo información del resto de partes que no contengan información cruzada, solucionando un problema detectado. Por tanto, se conseguirá solucionar el problema y abrir un abanico funcionalidades que harán de Barcelona

una ciudad con el tráfico más fluido y menos contaminante.

1.1 Contexto

Para poner en contexto, en 2021 se aprobó el presupuesto para realizar las obras de conexión del Trambaix con Trambesòs por la Av. Diagonal. Esto nos influye directamente al CGMU, ya que se están modificando los cruces por los cuales pasará el TRAM y los adyacentes.

Por otra parte, el TRAM hay ciertas fechas en las cuales hace un horario especial. Actualmente, para estos eventos me avisan con antelación para que modifique los tiempos de los semáforos de los 57 cruces afectados (+ 25 cuando finalicen las obras) y así que no les afecte por ejemplo el

plan de funcionamiento nocturno que es más restrictivo en los tiempos. Cuando esto sucede, tengo que modificar la programación de cada cruce afectado, uno por uno, y posteriormente devolver la original, trabajo el cual es bastante tedioso.

Para poder facilitar el trabajo y optimizar los recursos de los que disponemos, he pensado que se podría hacer de manera grupal. De esta manera se puede ejecutar una macro que influya en una agrupación de los cruces correspondientes en tan solo un clic. Las agrupaciones de cruces semafóricos las hacemos según el tiempo que tarda el cruce en hacer un ciclo entero en todas sus fases. Estas agrupaciones las llamamos Grupos de Cruces de Ciclo Idéntico, GCCI.

Cuando me dispuse a realizar los cambios mencionados anteriormente, me encontré con que los GCCI de la zona del Trambesòs y en general el distrito de Sant Martí, no tienen ningún tipo de funcionalidad. Es como si se hubiese cogido una cuadrícula y se hubiese dividido en cuadros sin tener en cuenta la geometría de la ciudad ni la importancia de ciertas calles con mucha afluencia ni el servicio del TRAM.

Esto ha ocurrido porque en esa zona se instalaron un tipo de reguladores, que es la computadora que controla el cruce, los cuales no eran compatibles con algunas funcionalidades de nuestro sistema.

Actualmente, se ha trabajado para que la mayoría de esos modelos de regulador ya sean compatibles con las funcionalidades más importantes de nuestro sistema. Eso significa que ahora ya se pueden reorganizar los GCCI para que sean más funcionales.

Otra de las facilidades que dan los GCCI, es poder autogestionar la definición del tiempo de las fases del cruce (planes de funcionamiento) en función del estado del tráfico, el cual se mide mediante sensores. De esta manera, si hay una congestión, actuaría un plan con fases semafóricas más largas para aligerar el tráfico. Por lo que es bastante conveniente reorganizar los GCCI.

Resumiendo, el distrito de Sant Martí se encuentra con una mala organización de los GCCI y la av. Diagonal está siendo remodelada para el paso del TRAM, que por consecuencia faltará una reorganización de los GCCI afectados. Por otra parte, la intención inicial, era poder crear una macro para cuando nos avisan los del TRAM cambiar los planes de funcionamiento, cosa que no se puede hacer si los GCCI no tienen sentido.

1.2 Objetivo

El objetivo es, primero reorganizar los GCCI del distrito de Sant Martí y la zona de av. Diagonal de manera que sean funcionales.

Segundo, crear varias macros que ejecuten un plan de funcionamiento en los GCCI afectados por el TRAM, una para el TRAM en general y otras para cada una de las líneas de circulación y así poder ejecutar la macro

correspondiente según la afectación del evento que corresponda.

Para cumplir con el objetivo, primero de todo hará falta pedir permiso al responsable municipal de nuestra licitación para realizar unos cambios, que como se verá más adelante, serán muy significativos en la red semafórica. Una vez me dé el visto bueno, para poder alcanzar el objetivo serán necesarias las siguientes intervenciones:

- Actualizar la base de datos del sistema que utilizamos para interactuar con los reguladores.
- Localizar los cruces con modelos de reguladores en los que persista el problema de interfaz que hace que no se puedan expresar todas las funcionalidades del sistema.
- Reorganizar los GCCI. Habrá que tener en cuenta: que los cruces anteriores se tienen que excluir, las calles dominantes, el paso del TRAM, alguna particularidad como el túnel de Glòries y por supuesto los tiempos de ciclos de cada cruce.
- Verificar los diferentes planes de funcionamiento de cada regulador.
- Poner a trabajar la zona de Sant Martí en Externo para poder ejecutar macros y órdenes autónomas.
- Crear varias macros para satisfacer las necesidades del TRAM.

Finalmente, para concluir el trabajo se comparará la organización de los GCCI antes y después de la actuación, tanto a nivel de funcionalidades como a nivel visual para entender fácilmente el efecto que ha tenido. Para medir el nivel de efecto de las funcionalidades, se realizarán pruebas con cada una de ellas y podremos decir si antes no podían aplicarse y ahora sí. También, en el ámbito de fluidez del tráfico, se podrá visualizar una clara diferencia comparando la densidad del tráfico mediante los diferentes sensores.

La base de datos de la que dispone el CGMU con la que poder abordar el problema es:

Hay que tener en cuenta que cada programa escoge la información que necesita de la base de datos, aunque hay ciertos datos que se tienen que subir de manera manual a la propia base de datos del programa.

En la base de datos general o servidores, se puede encontrar información como:

- Aforos de las vías urbanas.
- Índices de calidad del servicio del CGMU.
- Programaciones de los reguladores.
- Planos de los cruces.
- Inventarios.
- Histórico de averías de todo el inventario.
- Histórico de modificaciones de programación.
- Diagramas de barras de los cruces, explicado más adelante.
- Informes de eventos de la ciudad que influyen en el tráfico.
- Ubicación del inventario.

- Relación de las comunicaciones de los reguladores.

En el CGMU disponemos de una gran base de datos del ámbito de la movilidad, dadas sus competencias. Es importante tener esta base actualizada para que no se puedan cometer errores e influya de manera perjudicial de cara al ciudadano. Para ello, el primer día laboral de cada mes se envían ciertos informes, bases de datos e inventarios al responsable municipal y dirección facultativa entre otros, para ratificar que la información está correcta y actualizada. Además, es importante este paso para que tanto ayuntamiento, dirección facultativa, mantenedores y CGMU trabajemos con la misma información.

En el día a día los datos se deben actualizar al momento para garantizar la seguridad de los ciudadanos siempre que haya algún cambio. Existen diferentes métodos de recoger información según el tipo de esta. Para la programación de los reguladores, se ejecuta un programa que se conecta con el regulador deseado y comienza a ejecutar una serie de preguntas para sacarle toda la información y guardarla en un archivo. Aprovechando que ha guardado la nueva programación, se ejecuta una macro que interpreta la programación para generar un archivo resumen del cruce llamado diagrama de barras. Los planos, IPs, switch de regulador, switch de central, los proporciona el mantenedor correspondiente. En el caso de los planos se suben a un SIG exclusivo de movilidad del ayuntamiento llamado INCA. Por último, el inventario simplemente es revisar los equipos que se dan de alta y de baja.

Para comunicarse con el equipamiento de la red viaria se usará principalmente un programa llamado SDCTU, pero también existe la opción de conectarse a los reguladores a través de una consola que está conectada directamente a la interfaz que gestiona la comunicación entre CGMU y calle. A través de esta consola te conectas directamente al regulador deseado a partir del ID y se pueden preguntar o modificar parámetros de la programación.

2 CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL TÁFICO

En este apartado se detallan diferentes elementos y conceptos que interactúan en la gestión del tráfico. Esto es necesario para ayudar a comprender las acciones que se llevan a cabo desde el CGMU y como funciona realmente un cruce. A partir de este punto será más fácil comprender el resto del trabajo.

- SDCTU: El CGMU dispone de un programa propio llamado Sistema Distribuido de Control de Tráfico Urbano, SDCTU, el cual se encarga de comunicarse con los dispositivos de la red viaria urbana e interactuar con ellos.
- Regulador de tráfico: Los semáforos no funcionan de manera individual, sino que van controlados por una computadora que gestiona el equipamiento de un

cruce. Esta computadora la llamamos regulador dado que regula un cruce. Esta computadora es capaz de controlar cada uno de los equipos que hay en el cruce mediante un programa que tiene su listado de tareas en forma de "loop" junto con una serie de datos, los cuales llamamos programación. Esta computadora se encuentra dentro de un armario metálico junto con otros equipos como la acometida o switch de fibra óptica en algunos casos o SAI, etc.

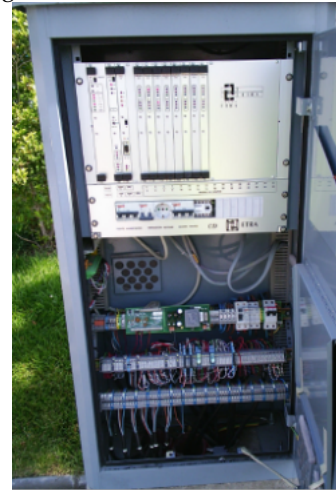


Ilustración 1 Regulador de tráfico: conjunto de elementos necesarios para regular un cruce de manera autónoma.

- Diagrama barras: Cada regulador tiene un libro donde se detalla los grupos, fases, ciclos, desfases, planes, incompatibilidades, selección horaria, programación e histórico de modificaciones.
 - o Grupos semafóricos: Los semáforos de un cruce se organizan por grupos para hacer más simple la programación. El conjunto del grupo son todos los semáforos que tienen el mismo objetivo. Por ejemplo, en un cruce básico como el que se muestra en la Ilustración 2, se observa que el grupo 1 son todos los semáforos que regulan los vehículos que vienen desde abajo.

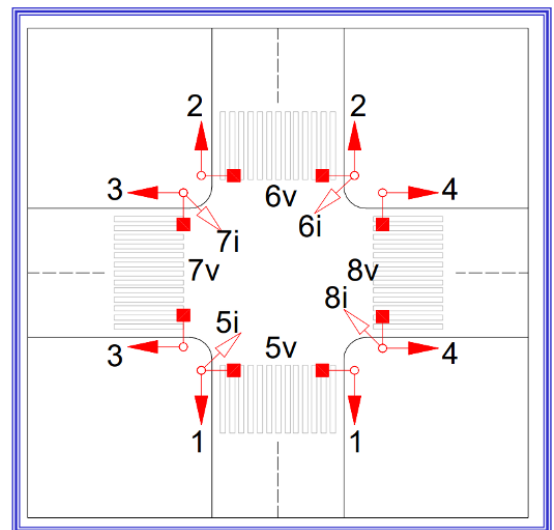


Ilustración 2 Grupos semafóricos. Grupos de un cruce simple donde interseccionan dos vías.

- o Fases: Cada fase representa a un estado del cruce, verde en un sentido y rojo para el otro, intermitente y rojo, y así ... En la Ilustración 3 se

muestra un ejemplo sobre el cruce básico mencionado anterior donde es más fácil entenderlo y hay que visualizarlo.

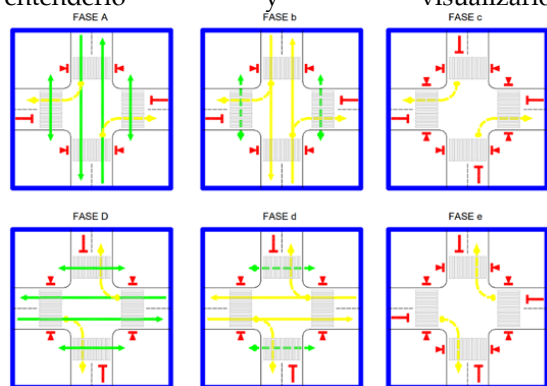


Ilustración 3 Fases semafóricas: todas las fases que hay en un ciclo de un cruce simple.

Se observa como la fase A y D son las fases principales del cruce, que es a las que les pones el tiempo significativo del cruce de manera independiente según conveniencia. El resto de fases también tienen un tiempo, pero en este caso son los tiempos mínimos que vienen por así decir, por defecto. Los tiempos mínimos generalmente son de 3 segundos, pero hay ciertos casos donde el paso de peatones es muy largo y se necesita más tiempo. Como curiosidad, las fases C y E se llaman fase de despeje, en las que todos los semáforos se ponen en rojo, excepto los de ceder el paso a los peatones, para despejar la intersección de las vías y dar paso a la nueva fase dominante.

- o Ciclos: El tiempo que tarda un cruce en hacer todas las fases se le llama ciclo.
- o Desfase: El "delay" de comienzo de la primera fase en base a la referencia horaria 0,0 se le llama desfase. De esta manera se consigue sincronizar los diferentes cruces según conveniencia.
- o Planes de funcionamiento y selección horaria: Para cada regulador se pueden definir diferentes planes de funcionamiento donde se modifican los desfases y tiempos de cada fase. Esto es muy útil para definir un plan, puede ser más restrictivo o más fluido según el horario o día. La selección de cada plan va definida por la parte de la selección horaria de la programación. En esta selección se detalla el día y hora de entrada en funcionamiento del plan deseado.
- o Incompatibilidades: Los cruces no pueden ponerse en verde a la vez dos vías diferentes, ya que causarían un accidente. Esto se evita definiendo unas incompatibilidades. Estas, identifican que grupos semafóricos no pueden coincidir con la fase verde. En la Ilustración 4 un ejemplo de la tabla de incompatibilidades respecto al mismo cruce simple mencionado anteriormente.

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
G1								
G2								
G3								
G4								
G5								
G6								
G7								
G8								

Ilustración 4 Tabla de incompatibilidades. En esta tabla se resumen de manera visual las incompatibilidades de un cruce.

- o Programación: Se llama programación a una serie de datos que necesita la computadora del regulador para funcionar según se desee. En realidad es más bien una pequeña base de datos se podría decir. En esta base de datos se indica información como el número de grupos, las incompatibilidades, detectores, fases, tiempos, planes, etc.
- GCCI: Grupo de Cruces de Ciclo Idéntico, se trata de una agrupación de reguladores los cuales tienen el mismo valor de ciclo en cada uno de los planes. Es decir, en el plan 1 todos deben tener el mismo valor, en el plan 2 todos deben tener el mismo valor, pero los valores no tienen porque ser idénticos entre planes, y así sucesivamente. Por otra parte, las agrupaciones deben tener también una coherencia geográfica, ya que al actuar de manera cíclica idéntica suelen tener una fluidez del tráfico similar. También es importante que tengan coherencia geográfica, ya que se pueden aplicar órdenes al grupo entero. Un ejemplo claro puede ser el tramo de Av. Diagonal entrada a la ciudad ya que tienen unos ciclos muy altos para que sea muy fluido y se pueden aplicar órdenes para ayudar la salida de la ciudad y no crear retenciones en momentos puntuales.
- Modos de funcionamiento de un regulador.
 - o Flashing (Intermitente): Los semáforos para vehículos y bicis se ponen en intermitente y los de peatones se apagan.
 - o Local: El regulador ejecuta el plan según su programación en calle.
 - o Externo: El SDCTU envía los planes de funcionamiento al GCCI según la selección horaria de la base de datos subida al SDCTU. También se pueden forzar planes según criterios del CGMU.
 - o Diferido: El SDCTU selecciona de una biblioteca de planes previamente creados, el plan que oferte para el conjunto de los reguladores, los tiempos de fase y ciclos más adecuados al estado de tráfico determinado a partir de los puntos de medida.
- Planos: Todos los cruces tienen su plano donde se puede ver el regulador que los controla con todos los elementos que gestiona. Se ven elementos como el regulador, grupos semafóricos, detectores, cableado y obviamente la representación gráfica del diseño de la vía urbana. En el Anexo 1 se puede ver un ejemplo.

- Comunicación: Los reguladores están clasificados en no centralizados si no tienen conexión con el CGMU o centralizados si sí la tienen. La comunicación con el equipamiento de calle se hace a través de TCP/IP, por lo que se requiere que estén enlazados mediante red de área local o red de área extendida. Esto permite envío y recepción de datos y por tanto, interacciones. El medio de comunicación puede ser mediante GPRS, 4G, cobre o fibra óptica. El tipo de medio de comunicación se elige según las características de la localización, ya que no todas las vías están dotadas de fibra óptica o cobre.
 - Detector: Los detectores son unos sensores distribuidos por la ciudad que detectan información deseada. En este trabajo nos centraremos en la detección de vehículos, bicicletas y tranvías. Los detectores de vehículos pueden ser de tres tipos. El primero y más común es una espira que generalmente es hilo fino de cobre en el carril de circulación deseado. Es un sistema de fácil instalación, buena fiabilidad y buen mantenimiento. El segundo más utilizado es una tecnología nueva, visión artificial. Con la evolución de la inteligencia artificial se han creado cámaras capaces de detectar vehículos en la imagen recibida, y por tanto, hacer un conteo. Este tipo de tecnología tiene un coste elevado de instalación, de momento, pero es fiable y de fácil mantenimiento, además si hay obras en la pavimentación no repercute en la cámara. Por último, la tecnología menos usada es la infrarroja, ya que tiene poca fiabilidad porque no diferencia entre vehículos, aves, ciclistas, etc. Además esta tecnología se avería bastante.
- Todos los tipos van conectados a un equipo el cual procesa la información y la envía. Generalmente se pone un detector en cada carril. Llamamos punto de medida al conjunto de información captada por cada uno de los carriles que forman una vía en un punto concreto.
- Desde el CGMU se ha programado una recepción de los datos captados por los puntos de medida de manera periódica para tener información del estado del tráfico a tiempo real.

3 REORGANIZACIÓN DE LOS GCCI

Para reorganizar los GCCI, como se ha comentado anteriormente, primero se necesita hacer un estudio geográfico de la zona para ver los reguladores implicados, después actualizar la base de datos, localizar los reguladores con un modelo que no es compatible con el modo de funcionamiento externo y verificar que todos los reguladores tengan el mismo ciclo.

2.1 Estudio geográfico

Primero de todo, se necesita saber por dónde pasa el TRAM. Para ello se coge el plano de la línea según la web oficial del [TRAM](#) y comprobamos a nivel interno del ayuntamiento que no vayan a haber cambios por la zona de Glòries, ya que se encuentra en obras por remodelación.



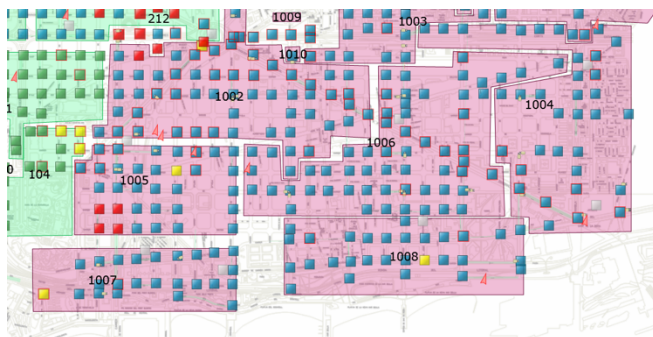
Ilustración 6 Línea T5-6 del TRAM.



Ilustración 7 Línea T4 del TRAM.

Después de revisar todas sus líneas, se puede observar que solo la T4, T5 y T6 pasan por la zona de Sant Martí. La T5 y T6 dentro de Barcelona comparten la misma línea, por lo que se tendrá solo en cuenta dos líneas en vez de tres.

Una vez está localizado por donde pasa el TRAM se puede seleccionar los reguladores que están implicados. Para esto me ayudo con el programa SDCTU, ya que se ve de manera visual como están repartidos los reguladores por la ciudad. En la Ilustración 5 se ve la parte de la ciudad que nos interesa. Se puede ver en ella la mala organización comentada en apartados anteriores.



Lo primero que hay que hacer es seleccionar los reguladores por los que pasa directamente el Tram, que es lo más fácil. Para este paso, me ayudo con el Google Maps y los planos del ayuntamiento de los reguladores.

Se puede observar que el Tram entre rambla Poble Nou y la carretera de Mataró es subterráneo, por lo que en esa zona los reguladores no influyen, ya que no interfiere con pasos de peatones ni vehículos.



Ilustración 8 Ejemplo de TRAM subterráneo.

Por otra parte, en la primera o última estación de la T4 no llega al pg. Circumval·lació por lo que ese regulador también lo excluimos.



Ilustración 9 Inicio - final de línea de la T4 del TRAM.

En la zona de Glòries hay mucho regulador junto y dado que están en obras, el Google Maps no es una fuente fiable. Por lo que en este caso habrá que guiarnos únicamente por los planos de los reguladores como se puede ver en la Ilustración 10.

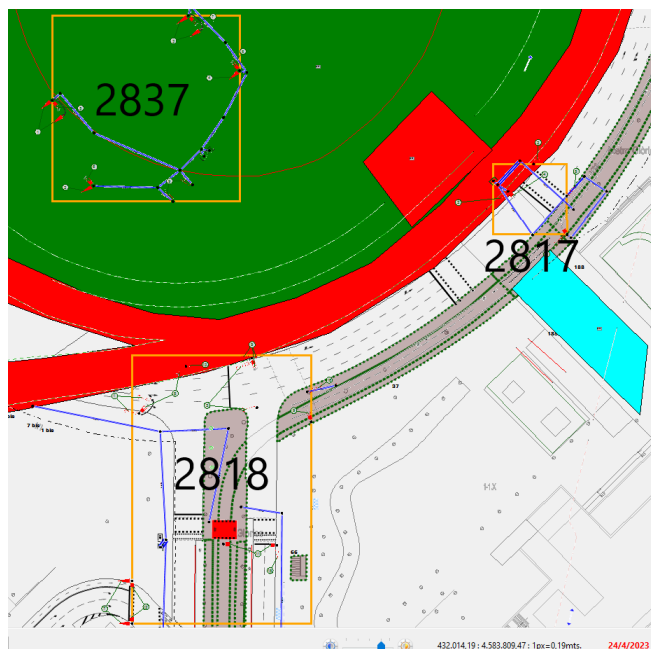


Ilustración 10 Sección de mapa ampliado de la zona de Glòries.

Se observa que el 2837 no interacciona con el Tram, por tanto, lo descarto. En cambio el resto si interaccionan. Además, se puede observar abajo a la derecha la fecha de actualización.

Una vez están localizados los reguladores que interactúan directamente con el Tram, se procede a seleccionar los colindantes siempre que esa calle interseque con el Tram. Esto es necesario ya que si forzamos un plan con ciclos más largos, puede causar tapones en los cruces colindantes que estén fuera del GCCI forzado. Es muy importante que no se cree ningún tapón por donde pasa el Tram porque puede ser muy peligroso además de perjudicar gravemente el tráfico. Para no causar tapones lo que hay que tener en cuenta es el regulador colindante que hay siguiente en el sentido de la marcha. Así, los cambios de ciclo se notarán antes de llegar al cruce del Tram y dos cruces después, haciendo fluir el tráfico que interseque con el Tram.

En el caso del paso de peatones de la c. Pallars entre el Auditori y el Tetre Nacional es bueno incluirlo aunque no es necesario, para que no se quede el regulador suelto ya que por la otra parte hay un GCCI especial para el túnel de Glòries.

En el mapa del SDCTU se observa que hay cruces donde no hay regulador. No significa que no haya regulador, sino que no está centralizado y por tanto no puedes influir ni conectar con él.

La vista previa de la selección de cruces en el mapa, para que sea más visual, se puede ver en la Ilustración 11.



Ilustración 11 Vista previa de la selección de cruces que me interesa.

2.2 Actualización de la base de datos de programaciones

Para actualizar la base de datos lo que voy a hacer es: A través del programa que lee la programación de los cruces, hay una opción para comparar la programación de nuestra base de datos con lo que hay en la calle. Con esta opción se puede identificar que cruces tienen diferencias en la programación y, por tanto, deben ser revisados para actualizar la base de datos o restablecer la programación. En este caso no hay ningún regulador con diferencias, como suele ser habitual. En consecuencia, la base de datos está actualizada.

2.3 Reguladores incompatibles

Como se ha comentado, hay reguladores que tienen un problema en el cual se está trabajando. La interfaz de estos es diferente y hace que cuando están trabajando en modo externo, la referencia horaria sobre la cual trabajan es diferente a la del centro de control, por tanto, crea desfases con el cruce colindante que no sea del mismo modelo. Para identificarlos, únicamente es necesario ver el modelo en la programación de cada cruce. No pueden ser Ecotrafix, RMYB o MFU. De todas maneras los mantendremos identificados para informar al responsable municipal para que en un futuro se cambie.

2.4 Verificación de ciclos y tabla resumen

Por último, se sabe que los GCCI tienen que tener todos los reguladores los mismos ciclos en cada plan de funcionamiento. Lo más fácil es hacer una tabla con todos los reguladores implicados e importar los ciclos de todos los planes para poder compararlos e identificar cuáles hay que modificar. Aprovechando la tabla, se puede poner la información extraída anteriormente para tener una tabla muy visual con todas las particularidades.

En el [anexo 2](#) se encuentra la tabla mencionada. De color rojo se encuentran los ciclos que difieren de los demás y los

reguladores con modelo incompatible. Se observa que todos los que funcionan con el Tram son modelos compatibles, por lo que da vía libre a aplicar el proyecto. Por otra parte, están marcados en la columna de “nuevo GCCI” con “??” los reguladores que tienen un modelo incompatible y los que son compartidos entre líneas de Tram, ya que le he presentado al técnico municipal la opción de hacer un GCCI conjunto o uno para cada línea.

2.5 Imagen mapa preliminar GCCI

En la siguiente Ilustración 12 se trata de una vista previa de cómo quedaría el GCCI del Tram. Diferenciando dentro del GCCI los reguladores que interactúan con el Tram tanto en la línea T4 como la T5-6, los que son colindantes y los incompatibles. Faltaría reorganizar los GCCI que se han partido a raíz del Tram y ya puestos reorganizar el resto de la zona de Sant Martí teniendo en cuenta la importancia de las vías principales.

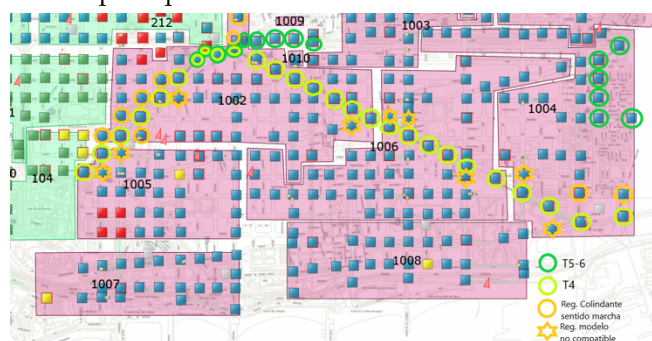


Ilustración 12 Mapa preliminar de los reguladores que pueden formar los nuevos GCCI.

2.6 Creación de los nuevos GCCI

Antes de realizar los cambios, primero se ha tenido que realizar una reunión con el responsable municipal a cargo de la licitación. En la reunión se han expuesto las ideas y datos recopilados hasta este punto. Tras una larga reunión se ha concluido lo siguiente:

- Los reguladores con un modelo incompatible con la función del externo, ahora mismo no interesa invertir en cambiarlos de modelo por diversos motivos confidenciales (económico, elecciones, etc.), por lo que no se van a añadir al nuevo GCCI. No obstante, es bueno tenerlos identificados por si en un futuro se decide cambiarlos.
- Los reguladores colindantes 4911, 4917, 4907, 4912, 2317 y 2305 no se añadirán a los nuevos GCCI dado que hay bastante distancia de separación entre cruces y no tienen una afluencia significativa de vehículos.

- Se van a crear 2 GCCI nuevos, el 1012 y 1013 para la línea de TRAM T4 y los 1011 y 1014 para la T5-6. Si nos fijamos, la línea T5-6 está partida en dos zonas, ya que el TRAM va subterráneo durante un trozo.



Ilustración 13 GCCI 1011 y 1014 separados por la vía subterránea del TRAM y por la diferencia de ciclos.

Además, el GCCI 1014 tiene ciclo de 72 por la noche mientras que el 1011 de 96. Esto fuerza con más motivo que esté separado en dos grupos.

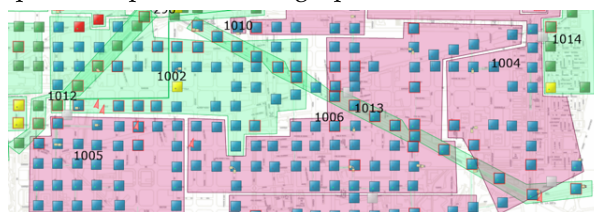


Ilustración 14 GCCI 1012 y 1013 para la T4 separados por las complicaciones del 1013.

Por otra parte, tenemos los GCCI 1012 y 1013 los cuales se han separado porque, como se ha comentado anteriormente, los reguladores colindantes del GCCI 1013 no son compatibles con el externo. En el caso del GCCI 1013 es necesario que los reguladores colindantes estén agrupados dentro del GCCI para no crear bloqueos de tráfico por desfase entre reguladores de diferente estado de funcionamiento, ya que en este caso los cruces están muy juntos. Es por ello, que el GCCI 1013 únicamente se pondrá en funcionamiento externo para forzar un plan deseado en un momento determinado, supervisado siempre por un operador vía el equipamiento de cámaras y comunicación con Guàrdia Urbana y TRAM.

El regulador 4904 Marina – Almogàvers – Meridiana, por la diferencia de ciclos respecto al resto de reguladores de la meridiana que forman parte de la línea de TRAM T4, se añade al GCCI 1011 ya que tienen el mismo ciclo. El problema de este regulador es que no se puede rebajar más el ciclo nocturno para ponerlo en consonancia con los colindantes por la cantidad de grupos semafóricos que tiene. Es por ese motivo que se agrupa con el GCCI 1011.

Una vez hecha la reunión dejando claro los puntos a tener en cuenta, se procede a realizar los cambios en los GCCI. Para ello, primero se marca los cruces que finalmente se van a incluir en un nuevo GCCI en la tabla de Excel mencionada en el punto 2.4. Esto nos ayudará a tener seleccionados y reagrupados los reguladores según las directrices marcadas en la reunión. El resultado de la tabla se puede visualizar en el [anexo 3](#).

Ahora simplemente se hacen las modificaciones oportunas en el SDCTU y se cargan los planes de funcionamiento de

cada cruce al GCCI correspondiente.

El resultado de la creación de los nuevos GCCI para el TRAM visualmente queda así:

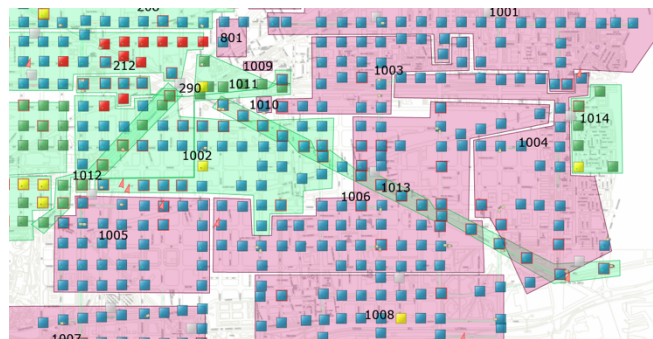


Ilustración 15 Resultado de la creación de los nuevos GCCI

Si comparamos la imagen de antes de la reorganización, con el resultado, se puede ver claramente la creación de los nuevos GCCI.

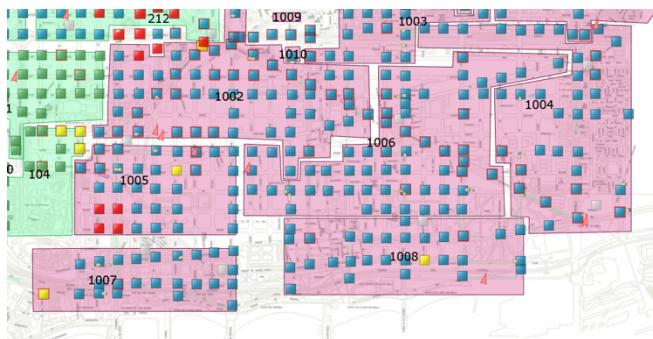


Ilustración 16 Mapa antes de realizar los cambios.

Es cierto que falta acabar de reorganizar el resto de cruces, pero no es una zona que trabaje actualmente en externo y por motivos que se comentarán en las conclusiones, se ha decidido no reorganizarlos por el momento.

3 VERIFICACIÓN DE LOS CÁMBIOS REALIZADOS

Una vez creado los nuevos GCCI, es la hora de realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento, analizar los datos captados y realizar las modificaciones oportunas.

3.1 Comprobación funcionamiento en externo

Lo primero a verificar es que los reguladores trabajen en externo. Para ello se da la orden a través del sistema de funcionar en externo todos los GCCI del TRAM.

Por sistema aparece que todos los reguladores están trabajando en externo y con el plan de funcionamiento proporcionado por el sistema. En el momento de la prueba, y para facilitar el análisis, se está realizando en horario

diurno sin ningún evento influyente. Por tanto, los planes que proporciona el sistema son los de la selección horaria. Para cerciorarme de que el regulador está en externo, a través de una consola (terminal/cmd) me conecto al regulador y le pregunto en qué modo de funcionamiento está. De esta manera me responderá exactamente como está en calle. La respuesta en todos los casos es positiva, trabajan en externo. Aprovechando en cada pregunta que le hago al regulador, le pregunto qué plan tiene activo. La respuesta en todos los casos también es positiva, el plan 0. Se le llama plan 0 cuando obtiene los parámetros del plan a través del SDCTU. Por tanto, se puede concluir que funcionan perfectamente en externo de la manera deseada.

3.2 Comprobación forzada de plan

Una vez se ha comprobado que los reguladores y GCCI funcionan en externo perfectamente, el siguiente paso es comprobar que el SDCTU fuerce un plan de funcionamiento seleccionado a los reguladores pertenecientes al GCCI. Esta comprobación se ha realizado durante la noche, ya que es el único momento del día en el que todos los reguladores del TRAM utilizan un plan nocturno. De esta manera puedo forzar un plan diurno y no entorpezca el tráfico, ya que si fuese al revés se crearían retenciones al poner un plan más restrictivo. Después de enviar las órdenes para forzar el plan, se observa por el sistema que está forzado el plan deseado. También se les ha preguntado a los reguladores, de la misma manera que en la sección anterior a través del terminal, qué tipo de plan están usando. El resultado en todos los casos es positivo, los reguladores funcionan con el plan forzado. Por tanto, se concluye que funciona de manera correcta.

3.3 Creación macro

Llegados a este punto en el cual se sabe que funciona todo de forma deseada, toca crear una macro para realizar una serie de órdenes con tan solo un clic. Se recuerda que el objetivo es poder forzar un plan diurno cuando el TRAM funcione toda la noche o parte de ella. Para crear la macro hay que pensar en todos los pasos que se deberían hacer para que los reguladores tengan el plan forzado. Hay que tener en cuenta que según el día los GCCI pueden estar en un modo de funcionamiento u otro según las eventualidades que surjan. Por ese motivo, hay que hacer todos los pasos para asegurarse de que funcionará correctamente. El primer paso es cambiar el modo de control del GCCI. El modo de control es como un “seguro”, ya que limita las acciones que se les puede ordenar. Por ejemplo, si está en modo autónomo, los reguladores funcionarán únicamente según la programación. Por tanto, lo primero es cambiarlo al modo Horario ABS para darle el permiso suficiente para realizar las acciones mencionadas a lo largo del proyecto.

El segundo paso es cambiar el modo de funcionamiento del GCCI a Selección de Planes o también llamado Externo para que se puedan forzar planes de funcionamiento según el interés. Por último, solo queda forzar el plan deseado en cada GCCI. Hay que tener en cuenta que cada GCCI tiene unos planes que pueden ser diferentes al resto. En este caso los planes diurnos del Trambesòs son los P2 pero en los del Trambaix son los P7. Una vez tenemos todos los pasos se puede guardar la macro. He creado dos macros, una para el Trambesòs y otra para el Trambaix. Es necesario tener una macro para cada TRAM porque hay eventos que únicamente influyen al Trambesòs, como por ejemplo los festivales que se hacen en el fòrum. Este es un ejemplo que actúa en toda la línea del TRAM:

Prolongación horaria de tranvía - FORZAR

Lista de macros			
Descripción	Sistema	Usuario	Puede
GCCI's Tranvía modo Horario	STU	PAU MARTÍ	OPEI
GCCI's Tranvía a Externo	STU	PAU MARTÍ	OPEI
GCCI 402 P7 - FORZAR	STU	PAU MARTÍ	OPEI
GCCI 1011 P2 - FORZAR	STU	PAU MARTÍ	OPEI
GCCI 1012 P2 - FORZAR	STU	PAU MARTÍ	OPEI
GCCI 1013 P2 - FORZAR	STU	PAU MARTÍ	OPEI

Insertar Borrar Imprimir

Ilustración 17 Listado de ordenes que realiza la macro. Las dos primeras ordenes ejecuta otra macro ya que hay que seleccionar que GCCI pertenecen al tranvía.

De la misma manera que se ha creado una macro para forzar el plan, con todos sus pasos previos, se crea una macro para liberar el plan. Se trata de realizar todos los pasos anteriores pero de forma revertida. La única diferencia es que en vez de forzar un plan, se libera. De esta manera se consigue que los reguladores estén libres y cojan el plan que les toca por horario según programación.

4 RESULTADOS

Llegados a este punto, dispongo de todas las herramientas necesarias para darle la solución al problema. El TRAM avisa al CGMU siempre que tengan un servicio nocturno fuera de lo común. En estos casos entran festivos, eventos que agrupen un gran volumen de personas o fechas deseadas por motivos internos de ellos. Estos servicios pueden afectar al Trambesòs o al Trambaix. En el momento que se recibe la petición por parte del TRAM para que no les afecte el plan nocturno en dichas fechas, procedemos a forzar el plan deseado. Como jefe de departamento, he decidido que se crea una orden diferida a través del SDCTU de activación de la

macro. Por tanto, se deja programada la activación de la macro deseada en la fecha solicitada. De esta manera, los operadores no tienen que preocuparse por nada y me aseguro de que se ejecute el plan de forma correcta y deseada.

En el momento que se activa la macro, los GCCI por donde pasa el TRAM reciben las órdenes de manera autónoma de ponerse a funcionar en externo y forzar un plan de funcionamiento diurno. Los reguladores de tráfico, al estar funcionando con este plan, hace que los ciclos sean más largos de lo que debiese según su programación. Esto hace que las fases que dan “verde” al tranvía sean más longevas en el tiempo. El hecho de tener más tiempo de “verde” junto a que el SDCTU es capaz de dar preferencia a la fase del tranvía, hace que el trayecto de este sea más fluido y directo.

Para dar preferencia a la fase del tranvía, el SDCTU necesita una señal de demanda que se obtiene gracias a la señal enviada por el detector de presencia del regulador anterior. Dado que en un ciclo hay diferentes fases en las que es posible darle paso al tranvía, al recibir la señal se abre la ventana de paso de tranvía en una de estas posibles fases.

Del 1 al 3 junio se solicitó este servicio, por primera vez tras la creación de estos GCCI, para el evento del Primavera Sound. Como siempre en estos casos, pedían forzar un plan diurno en horario nocturno para ser más rápidos. Hice todos los pasos mencionados anteriormente. Se trata de un buen ejemplo ya que es un evento que mueve mucha gente en la zona del fórum, precisamente uno de los extremos de la zona que controlamos. Puesto que hay detectores de tráfico en cada uno de los reguladores, se puede medir perfectamente el tiempo que tarda el tranvía en hacer todo el recorrido de la línea T4. En el anexo X se encuentran los tiempos de recorrido de un par de trayectos con el plan forzado. El tiempo que se mide es el paso entre el primer y último detector. Para poder comparar la ganancia real que se obtiene al forzar el plan, es necesario los tiempos de un trayecto sin forzada del plan. Dado el gran impacto que tendría no tener el plan forzado, pedí permiso al centro de control de TRAM de desactivar el plan en el último trayecto que recorría, ya que es el que menos personas trasladará. Dicho esto y teniendo los tiempos de trayecto, se pueden comparar los tiempos.

Detector	Activación detector (hh:mm:ss)		
	Trayecto 1	Trayecto 2	Trayecto sin forzada
490609	1:18:45	1:32:27	2:01:34
490509	1:19:06	1:32:46	2:02:16
490409	1:20:48	1:34:21	2:03:53
490309	1:22:36	1:36:09	2:06:03
490209	1:23:43	1:37:17	2:07:33
490109	1:24:15	1:37:38	2:08:23
281909	1:25:44	1:39:05	2:09:51
281809	1:26:41	1:40:00	2:10:52
281609	1:27:08	1:40:27	2:11:46
282309	1:27:47	1:41:03	2:12:52
282409	1:28:53	1:42:11	2:13:52
282509	1:29:32	1:42:44	2:15:09
480109	1:30:05	1:43:12	2:15:56
480209	1:30:25	1:43:31	2:16:49
480309	1:31:57	1:44:49	2:18:03
480409	1:32:30	1:45:23	2:19:25
480509	1:32:53	1:45:47	2:20:23
480609	1:33:28	1:46:16	2:21:11
480709	1:34:42	1:47:21	2:22:19
480809	1:35:30	1:48:02	2:23:27
230709	1:37:02	1:49:51	2:25:18
230809	1:38:14	1:51:02	2:27:14
230909	1:38:54	1:51:43	2:28:16
231009	1:40:49	1:53:23	2:29:57
230609	1:41:49	1:54:19	2:31:14
230409	1:43:29	1:55:50	2:32:54
Tiempo total (hh:mm:ss)	0:24:44	0:23:23	0:31:20

Ilustración 18 Tabla de tiempos de paso de tranvía por los diferentes detectores. El primer detector es el primer sensor por donde pasa el tranvía saliendo desde la Ciutadella. El último detector es el último sensor antes de acceder a Sant Adrià del Besòs.

El tiempo de recorrido medio con el plan diurno forzado es de 24:03 minutos, mientras que sin el plan se tarda 31:20 minutos. A priori no es una diferencia muy alta, 7:16 minutos, pero para un organismo como es el TRAM es una diferencia bastante perjudicial.

Teniendo en cuenta que los detectores se encuentran entre cruce y cruce, si nos fijamos en el tiempo entre esos puntos se observa una diferencia aún más grande. Con el plan diurno ya está todo sincronizado para que el tranvía haga su recorrido sin tener que pararse prácticamente en los semáforos. Al poner un plan nocturno, esta sincronización deja de existir. Entonces, en especial en los recorridos donde no hay paradas de TRAM, el tiempo de paso entre un punto y otro se aumenta muchísimo.

Mirando el [anexo 4](#), se puede ver que el tranvía en el cruce Diagonal – Pere IV tiene “verde” en la fase A. Esta fase es la que más restricción tiene entre planes, disminuyendo su tiempo de 40 a 24 segundos mientras que el resto de fases no disminuyen prácticamente. Esto significa que la ventana para que el tranvía se encuentre el semáforo en “verde” sea menor. De esta manera es más fácil encontrarse con desfases.

Estos desfases se buscan en el tráfico de vehículos para que la vía sea más segura durante la noche ya que no hay tanta densidad de vehículos, pero para el tranvía se busca justo lo contrario.

Los resultados son positivos y no ha tenido ninguna afectación negativa en el tráfico tras un mes de

observación. Durante este mes, ha habido 7 eventos en los que se ha requerido forzar un plan diurno en horario nocturno. El único problema que me ha dado es que los GCCI al trabajar en externo, cuando los reguladores pierden comunicación se ponen a trabajar en modo local. Por tanto, si hay que forzar un plan y uno de los reguladores no comunica, tiene que ir un técnico a forzar el plan localmente para que no cree desfase con el resto de reguladores mientras no se resuelva la avería de comunicación.

3 CONCLUSIÓN

El potencial que tienen las funcionalidades de los reguladores de tráfico es muy grande. Se ha visto que con una buena organización de la ciudad, es posible mejorar el tráfico. Se reducen los tiempos de trayecto, se fomenta el uso del transporte público y, por tanto, se reduce la contaminación.

A raíz de este trabajo, se le ha dado mucha importancia a la organización de los GCCI. Actualmente, se ha creado un proyecto para dejar bien definidos todos los GCCI de la ciudad, teniendo en cuenta las necesidades de cada vía. Por ese motivo, he decidido no reorganizar el resto de vías que no pertenezcan al TRAM. Desde que empecé este trabajo, se han creado 2 nuevos GCCI en zonas que presentaban alguna complicación en el tráfico. Esto significa que se puede aplicar en todos los puntos críticos del tráfico en Barcelona. Teniendo en cuenta que Barcelona está remodelándose a gran velocidad, es necesario haber dado este paso. La aplicación más similar de este TFG será en el TRAM que unirá pl. Glòries con pl. Francesc Macià.

Uno de los grandes potenciales que no se han podido ver en este trabajo, pero que recalcan la importancia de tener organizada la ciudad con GCCIs, es que estos trabajen en el modo Diferido. Por un momento, imagínate que vas por la Gran Vía y hay un tráfico terrible. Este modo, mediante los detectores de tráfico, interpretará que la densidad en la vía es muy grande y, por tanto, forzará un plan con un ciclo adecuado al estado de tráfico en ese momento, ayudándote a que deje de estar congestionada la vía. Es por así decir, la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión del tráfico, haciendo que sea totalmente autónomo.

Durante el proceso del TFG me he dado cuenta de que

organizar la ciudad por GCCI es mucho más complejo de lo que parece. Hacer una modificación en el ciclo de un cruce, por pequeña que sea, puede repercutir de manera negativa el tráfico. El problema no es en los cruces colindantes, que es bastante obvio que serán reprimidos por facilitar el paso en la vía donde se ha hecho las modificaciones. El gran problema es que esa vía colindante también afecta a otra y esa a otra más y así sucesivamente pudiendo crear un bloqueo general. Por tanto hay que saber muy bien la dinámica de cada calle y cuales son sus límites. En el caso de este trabajo, la afectación es mínima, dado que únicamente se modifican los ciclos por la noche, que es cuando menos tráfico hay y menos problemas puede generar. Por este motivo, el modo de trabajo Diferido está aún en pruebas en pequeñas zonas.

Una de las cosas que he aprendido con este trabajo, es que los cruces al funcionar en externo pueden tener un pequeño desfase con los que no funcionan en externo y, por tanto, todas las vías que van con el mismo ciclo y estén interconectadas, han de trabajar en el mismo modo. Al coger la referencia horaria del sistema en vez del propio regulador, hace que en el tiempo se vayan sumando esas pequeñas milésimas y acabe generando un desfase notable. Es algo en lo que se tiene que seguir trabajando para mejorar. Además hay que tener en cuenta que hay que invertir en cambiar los reguladores que no son compatibles con el modo Externo.

No obstante, con un buen trabajo en todos estos puntos a tener en cuenta, se puede crear una red semafórica que ayude al tráfico de manera efectiva, tal y como se ha visto en los resultados de este trabajo. Ahora que Barcelona está modificando sus vías, se necesita más que nunca.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ayuntamiento de Barcelona, en concreto al departamento de ecología urbana, junto al grupo ETRA por darme la oportunidad de relacionar el TFG con mi ámbito laboral. Gracias a ellos puedo mostrar una manera de aplicar los conocimientos adquiridos por el nuevo grado en Gestión de Ciudades Inteligentes y Sostenibles en el ámbito laboral. Finalmente agradezco a la UAB haberme dado los conocimientos necesarios para poder trabajar en este ámbito.

GCCl actual	Regulador	Nuevo GCCl	Motivo	Comentario	Ciclos					Regulador ECOTRAFIX	Regulador RMYB	Regulador MFU
					P1	P2	P3	P4	P5			
1002	1801	??	Colindante sentido marcha	Colindante con línea T5-T6	96	96	96	96				
1002	2816	??	TRAM T4	Comparte estación con la línea T5-T6	96	96	96	96				
1002	2817	??	TRAM T4	Comparte estación con la línea T5-T6	96	96	96	96				
1002	2818	??	TRAM T4	Comparte estación con la línea T5-T6	96	96	96	96				
1002	2819	??	TRAM T4	Comparte estación con la línea T5-T6	96	96	96	72				
1002	2823	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	2824	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	2825	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72	96			
1002	2839	??	Colindante sentido marcha	Colindante con línea T5-T6	96	96	96	96				
1002	3034	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72		x		
1002	3036	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72		x		
1002	4801	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4802	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4803	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4804	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4901	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	73				
1002	4902	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4903	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4904	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1002	4907	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72				
1002	4909	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72				
1002	4911	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72				
1002	4912	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72	96			
1002	4917	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72				
1004	2303	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72			x	
1004	2304	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1004	2305	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72				
1004	2306	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1004	2309	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1004	2310	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1004	2317	Nuevo_T4	Colindante sentido marcha		96	96	96	72				
1004	2324	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96					x		
1005	3022	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72			x	
1005	4905	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1005	4906	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1005	4910	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72				x
1006	2307	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1006	2308	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1006	2311	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72			x	
1006	4805	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1006	4806	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1006	4807	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1006	4808	Nuevo_T4	TRAM T4		96	96	96	72				
1006	4810	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72			x	
1006	4811	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72			x	
1006	4822	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72		x		

GCCl actual	Regulador	Nuevo GCCl	Motivo	Comentario	Ciclos				Regulador ECOTRAFIX
					P1	P2	P3	P4	
290	2827	??	TRAM T5-T6	También afecta al túnel Glòries	96	96	96	72	
290	2830	??	TRAM T5-T6	También afecta al túnel Glòries	96	96	96	72	
290	2831	??	TRAM T5-T6	También afecta al túnel Glòries	96	96	96	72	
290	2840	??	TRAM T5-T6	También afecta al túnel Glòries	96	96	96	72	
1002	1801	??	Colindante sentido marcha	Colindante con línea T4	96	96	96	96	
1002	2816	??	TRAM T5-T6	Comparte estación con la línea T4	96	96	96	96	
1002	2817	??	TRAM T5-T6	Comparte estación con la línea T4	96	96	96	96	
1002	2818	??	TRAM T5-T6	Comparte estación con la línea T4	96	96	96	96	
1002	2819	??	TRAM T5-T6	Comparte estación con la línea T4	96	96	96	72	
1002	2834	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	96	
1002	2839	??	Colindante sentido marcha	Colindante con línea T4	96	96	96	96	
1002	3034	??	Colindante sentido marcha	Modelo no compatible	96	96	96	72	x
1004	3201	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	72	
1004	3202	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	72	
1004	3203	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	72	
1004	3204	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	72	
1004	3205	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	72	
1004	3206	Nuevo_T56	TRAM T5-T6		96	96	96	72	

A3. Tabla resumen de ciclos y cambio de GCCI

En esta tabla se encuentran todos los cambios que se van a realizar. Se han retirado los reguladores con modelos incompatibles, los reguladores colindantes no necesarios y se han modificado algunos ciclos.

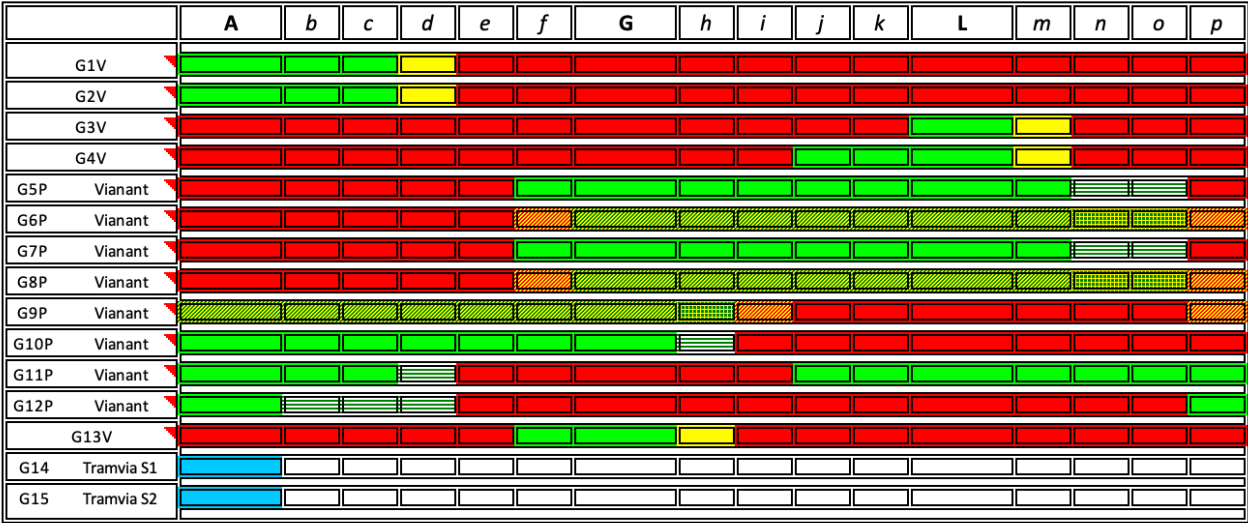
GCCI actual	Regulador	Nuevo GCCI	Motivo	Ciclos				
				P1	P2	P3	P4	P5
1002	2819	1012	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4901	1012	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4902	1012	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4903	1012	TRAM T4	96	96	96	72	
1005	4905	1012	TRAM T4	96	96	96	72	
1005	4906	1012	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4909	1012	Colindante sentido marcha	96	96	96	72	
1002	1801	1011	Colindante sentido marcha	96	96	96	96	
1002	2816	1011	TRAM T4	96	96	96	96	
1002	2818	1011	TRAM T4	96	96	96	96	
290	2827	1011	TRAM T5-T6	96	96	96	96	
290	2830	1011	TRAM T5-T6	96	96	96	96	
290	2831	1011	TRAM T5-T6	96	96	96	96	
1002	2834	1011	TRAM T5-T6	96	96	96	96	
1002	2839	1011	Colindante sentido marcha	96	96	96	96	
290	2840	1011	TRAM T5-T6	96	96	96	96	
1002	4904	1011	TRAM T4	96	96	96	96	
1004	2304	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1004	2306	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1006	2307	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1006	2308	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1004	2309	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1004	2310	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	2823	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	2824	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	2825	1013	TRAM T4	96	96	96	72	96
1002	4801	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4802	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4803	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1002	4804	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1006	4805	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1006	4806	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1006	4807	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1006	4808	1013	TRAM T4	96	96	96	72	
1004	3201	1014	TRAM T5-T6	96	96	96	72	
1004	3202	1014	TRAM T5-T6	96	96	96	72	
1004	3203	1014	TRAM T5-T6	96	96	96	72	
1004	3204	1014	TRAM T5-T6	96	96	96	72	
1004	3205	1014	TRAM T5-T6	96	96	96	72	
1004	3206	1014	TRAM T5-T6	96	96	96	72	

A4. Diagrama de barras del cruce 4804 Av. Diagonal – Pere IV

Esto es una parte del archivo de diagrama de barras. En esta parte se puede ver las diferentes fases de un cruce. Indica en cada fase como debe estar luciendo un grupo semafórico. De esta manera, junto a un plano (se puede comparar con el anexo 1), puedes hacerte una idea de cómo funcionará el cruce en sus diferentes fases. También sale detallado el tiempo de ciclo y fases en segundos.



Nombre d'equip: 4804
Localització: AV. DIAGONAL - C. DE PERE IV - C. DE LOPE DE VEGA
Data de la lectura : 31-GENER-2022 09:55:17
Tipus de regulador : CDB-M 8.54 110511 V



Plans			A	b	c	d	e	f	G	h	i	j	k	L	m	n	o	p
Temps Fixos			#	3	3	3	3	3	#	3	3	3	3	#	3	3	3	3
Pla	Cicl	Desf																
P1	96	51	40						24					32				
P2	96	51	40						24					32				
P3	96	51	40						24					32				
P4	72	60	24						26					22				

Llegenda dels colors

- V Verd
- R Vermell
- A Ambre
- P Verd intermitència ràpida
- G Vermell i Ambre intermitència ràpida
- I Verd interm. ràpida i Ambre interm. lenta
- J Verd i Ambre interm. lenta
- O Obertura semàfor tramvia