

PROGRAMA DE PROYECTOS DE I+D EN COLABORACIÓN



Una manera de hacer Europa



Cool Routing

**Plataforma de optimización de cálculo de rutas de reparto
para vehículos eléctricos con carga refrigerada**

E6.1. Diseño del protocolo de integración

ITE

Información del documento	
Título	Diseño del protocolo de integración
Creador	Caterina Tormo Domènech
Descripción	Diseño de la ejecución de los pilotos del proyecto
Autores	Caterina Tormo Domènech
Participantes	
Entidad responsable	ITE
Nivel de difusión	<input checked="" type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Restringido
Fecha de entrega	30/09/2017

Revisión			
Versión	Fecha	Modificado por	Comentarios
v0.0	01/07/2017	Caterina Tormo Domènech	Crear estructura del entregable.
v0.1	20/09/2017	Caterina Tormo Domènech	Descripción de pilotos
v0.2	21/10/2017	Caterina Tormo Domènech	Descripción de pilotos, en detalle. Actualizar el estado de Nabelia.
v0.3	18/12/2017	Julio Cesar Diaz Cabrera	Descripción de la adaptación en la PTCC para el piloto.
v0.4	20/12/2017	Miguel Ángel Alférez Moreno y José Ángel Rodríguez Álvaro	Descripción de la adaptación realizada para adaptarse al piloto con CADE logística.
v0.5	21/12/2017	Caterina Tormo Domènech	Conclusiones
vF0.0	22/12/2017	Caterina Tormo Domènech	Revisión y versión final

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	4
Índice de Figuras	5
Índice de Tablas	6
1 Términos y abreviaciones	7
2 Sumario	8
3 Introducción	9
4 Integración del sistema	10
4.1 #1. Plataforma Cálculo de Rutas (PTCR)	11
4.2 #2. Plataforma Cálculo de Consumos (PTCC)	11
4.3 #3. Plataforma Recogida de Datos (PTRD)	11
4.4 #4. SmartPhone (App)	11
4.5 #5. Módulo de adquisición (MA)	11
5 Escenarios	12
5.1 Piloto1. Cade Logistics	12
5.2 Piloto 2. Nabelia	13
6 Casos de uso previstos en cada piloto	14
6.1 Cade Logistics	14
7 Conclusiones	16
8 Bibliografía	17



Índice de Figuras

Figura 1. <i>Plan de trabajo Cool Routing</i>	9
Figura 2. Arquitectura del sistema.....	10

Índice de Tablas

Tabla 1. . Componentes del sistema	10
Tabla 2.Casos de uso.....	14

1 Términos y abreviaciones

Acrónimo	Definición
RU	Requerimientos de Usuario
RT	Requerimientos Técnicos
PTCR	Plataforma Cálculo de Rutas
PTCC	Plataforma Cálculo de Consumo
PTRD	Plataforma recogida de Datos
MA	Módulo de Adquisición

2 Sumario

El entregable explica la manera en que se llevarán a cabo los dos pilotos del proyecto, desde las modificaciones de los desarrollos hasta las pruebas a realizar en los escenarios pertinentes.

Con lo que el propósito del diseño del protocolo de integración es planificar cómo se van a integrar los diferentes componentes del sistema en entorno real. Los pilotos se realizarán en dos empresas:

- Cade Logistics
- Nabelia

El objetivo de esta tarea es obtener una experiencia en entorno real que podría permitir el ajuste de componentes y protocolos de comunicaciones adecuados para conectar todos los equipos desarrollados.

La clave del éxito es un plan de validación adecuado. Los 5 W y H Responder al: Cómo, cuándo, dónde, quién y por qué, (técnica inglesa de las 5 W). proporciona una herramienta útil para analizar cualquier situación.

Dada la importancia de este paquete de trabajo, la implicación de todos los participantes y sobre todo de las empresas será de vital importancia.

De ambos pilotos se definirá:

- Descripción del escenario
- Adaptación (en caso de ser necesario)
- Plan de pruebas

3 Introducción

El objetivo general de *Cool Routing* es conseguir una mejora en el transporte de mercancía refrigerada empleando el vehículo eléctrico, a través del desarrollo y validación de las tecnologías necesarias para la implementación de una plataforma de cálculo óptimo de rutas de reparto.

El proyecto propone 9 paquetes de trabajo a lo largo de 2 anualidades. El paquete de trabajo 6 será el encargado de la integración, simulación y validación del sistema.



Figura 1. Plan de trabajo Cool Routing

El presente entregable muestra parte de los resultados del **Paquete de trabajo 6**. Se va a diseñar un protocolo de integración y pruebas.

4 Integración del sistema

El sistema a validar cuenta con 5 componentes principales y 4 interfaces de comunicación. La arquitectura de CoolRouting se muestra en la siguiente figura:

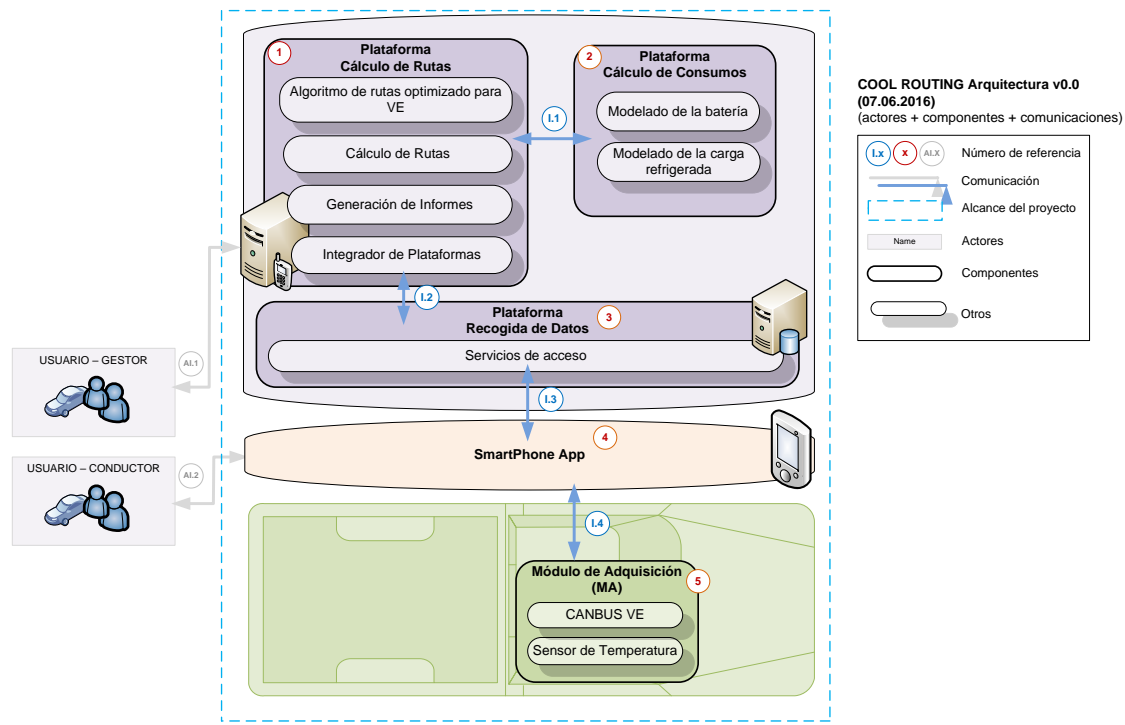


Figura 2.Arquitectura del sistema

La siguiente tabla identifica todos los componentes del sistema, las comunicaciones entre ellos y las interfaces gráficas involucradas.

#	Componente Cool Routing	HMI	Comunicaciones
1	Plataforma Cálculo de rutas	Usuario (Gestor Cool Routing)	I.1, I.2
2	Plataforma Cálculo de Consumos	-	I.1
3	Plataforma Recogida de datos	-	I.2, I.3
4	SmartPhone	Usuario (Conductor Cool Routing)	I.3, I4
5	Módulo de Adquisición	-	I.4

Tabla 1. Componentes del sistema

Existen dos tipos de usuarios diferentes, el conductor del vehículo cuya interfaz gráfica es el componente 4, el Smartphone y el gestor de la plataforma cuya interfaz gráfica es el componente 1.

Los componentes y las interfaces de comunicación han sido validadas de manera individual y colectiva en los paquetes de trabajo de desarrollo, con lo que el objetivo del presente paquete de trabajo es validar el sistema en un entorno real.

A continuación, se describe de manera breve a modo de resumen cada uno de los componentes del sistema:

4.1 #1. Plataforma Cálculo de Rutas (PTCR)

La plataforma de cálculo de rutas es el principal acceso al sistema. Se trata de una plataforma web que habilita una serie de funciones y capacidades para la comunicación con el resto de módulos.

La plataforma de cálculo de rutas incluye:

- Algoritmos de cálculos de rutas optimizadas.
- Web del gestor: Se trata de una interfaz de usuario basado en web e integrada en el servidor central.
- Módulo de visualización de rutas.
- Módulo de gestión de alertas.
- Módulo de gestión integral. Este módulo incluye la gestión de los clientes, almacenes, vehículos, pedidos y la generación de las rutas.

4.2 #2. Plataforma Cálculo de Consumos (PTCC)

La plataforma de cálculo de consumos tiene como objetivo el facilitar una estimación de la autonomía del vehículo eléctrico a la plataforma de cálculo de rutas, es decir cuál será el consumo tras realizar la ruta inicialmente planificada por este componente. Para ello, la plataforma de cálculo de consumos hará uso de información recibida exclusivamente por la plataforma de cálculo de rutas a través de la interfaz de comunicación I.1.

La plataforma de cálculo de consumos incluye:

- Modelado de la batería: La autonomía se indica en forma de Estado de Carga de la batería que estará disponible al final de la ruta prevista. Este Estado de Carga o SOC (State Of Charge) se calcula como un porcentaje de la capacidad de carga de la batería, y sus rango va de 0% (batería completamente descargada) a 100% (batería completamente cargada)
- Modelado de la carga refrigerada. En este caso la carga refrigerada es modelada como una constante característica del equipo que modula a lo largo de la ruta, el intercambio térmico que ocurre entre el arcón y el medio ambiente para alcanzar la temperatura interna de consigna indicada para dicho arcón. De esta manera, se simplifica el cálculo integral de variación de temperatura, ya que se presume que las rutas a planificar y realizar no tendrán duración superior a 3 horas.

4.3 #3. Plataforma Recogida de Datos (PTRD)

La plataforma de recogida de datos es una parte integral de la plataforma de cálculo de rutas. Se trata de una serie de servicios web definidos para intercambiar información con el Smartphone, e introducirlos en la base de datos de la plataforma de cálculo de rutas.

4.4 #4. SmartPhone (App)

El componente SmartPhone es una interfaz destinada para el usuario del vehículo (conductor), ofrece la posibilidad del gestionar las rutas con diferentes entregas además del envío de la posición GPS y datos del vehículo durante la ruta.

4.5 #5. Módulo de adquisición (MA)

El módulo de adquisición de datos será el encargado de centralizar todos los datos del vehículo, tanto los que provienen del CANBUS como los de carga refrigerada.

5 Escenarios

Para la validación del sistema se van a realizar dos pilotos en dos empresas de sectores diferentes las cuales trabajan con diferentes formas de reparto. La primera de ellas Cade Logistics ofrece servicios de logística de última milla. (Distribución domiciliaria) y la segunda Nabelia focalizados en temas sanitarios.

5.1 Piloto1. Cade Logistics

Cade Logistics nace en 2010 para ofrecer servicios especializados de distribución domiciliaria en todo el país. Se trata de una de empresa pionera con experiencia en el sector desde el año 1994. Con unas instalaciones de 4.000 metros cuadrados y una flota de más de 100 vehículos son la empresa más importante de distribución domiciliaria y montaje en el área de influencia de Valencia, Castellón y Alicante y ofrecen cobertura en todo el territorio nacional. En Cade Logistics trabajan con las principales marcas de la gran distribución como Carrefour, Alcampo, Makro, Consum, Bauhaus, Leroy Merlin o El Corte Ingles, lo que nos sitúa en la primera línea del mercado. Obtener la máxima satisfacción de nuestros clientes, antepónernos a sus necesidades y superar sus expectativas son las bases de nuestro proyecto.

En Cade Logistics se cuenta con un sistema de trazabilidad, mediante el cual el cliente puede conocer la trayectoria del envío desde el lugar de origen hasta el punto de destino. A través de la página web es posible seguir el movimiento de los artículos en cualquier momento gracias a los dispositivos que lo identifican a lo largo de toda la cadena. Esto se traduce en transparencia, profesionalidad y eficiencia.

El primer paso para el diseño del piloto fue conocer a fondo el día a día de la empresa y acotar, en que empresa y en que tipo de reparto se iba a realizar.

La entrega de última milla es la etapa de toda la cadena logística más costosa, ineficiente y de mayor impacto medioambiental. A continuación, se describen las causas:

Se desarrolla en zonas urbanas, con los consecuentes problemas de movilidad y tráfico que ello conlleva. Además, la ventana horaria es más restrictiva. En el caso de alimentación no debe de romperse la cadena de frío.

Con todo ello, se decide que el piloto a implantar se realice para el reparto a domicilio de CONSUM, en una de las tiendas urbanas. El piloto se realizará en el CONSUM de la C/Sueca, 34 (Valencia), el vehículo que se utilizará para las pruebas será una Renault Kangoo ZE, durante el mes de noviembre y diciembre de 2017.

Puesto que las pruebas en laboratorio se realizaron con una Nissan e-NV200 (E2.2 Prototipo del módulo de adquisición y E5.2. Validación de la plataforma del cálculo de consumos) y existe la necesidad de adaptarnos al funcionamiento de un operador logístico (CADE) serán necesarias las siguientes adaptaciones en cada uno de los componentes

- #2.Plataforma de cálculo de consumos:

La PTCC presenta un módulo del algoritmo encargado de la determinación del consumo energético requerido por la Dinámica del vehículo. Este módulo consulta a la BBDD del CoolRouting sobre las variables características del modelo de vehículo particular que se utiliza. Así que para esta aplicación al cambiar la Nissan e-NV200 por la Renault Kangoo ZE, se identificaron las características de esta furgoneta y se añadieron a la BBDD para que estén disponibles al momento de utilizar la aplicación durante las pruebas piloto

- #5.Módulo de adquisición:

Se realizaron pruebas con el coche en parado para obtener los datos del SOC y de la temperatura externa. Una vez se observaron valores que tras varias pruebas se relacionaban con las variables buscadas se realizaron rutas cortas en las que esos valores cambiaron y se pudo validar que lo obtenido variaba proporcionalmente.

Una vez el valor del SOC y la temperatura ambiente fueron identificados se procedió a realizar una ruta

para comprobar el funcionamiento de la interfaz MA – Smartphone – Plataforma.

Una vez realizadas todas las pruebas anteriores, se procedió a realizar pruebas en las que se conectó el arcón refrigerado para comprobar que funcionaba con normalidad y que las sondas conectadas devolvían el mismo valor de temperatura marcada por el display.

Además, el operador logístico CADE cuenta con su propia herramienta software de gestión de reparos, con lo que el componente #1 Plataforma cálculo de rutas deberá incluir una interfaz de comunicación nueva que permita la comunicación entre ambas plataformas de manera sencilla. Para esto se ha habilitado una entrada a la API de la plataforma CoolRouting que convierte el formato usado por CADE para sus rutas en las usadas en el proyecto, De esta forma CADE tiene total control sobre el flujo de datos, ya que compartirá solo la información necesaria para nuestro caso de uso, de forma que los datos de sus clientes no se vean comprometidos.

La estructura de la petición habilitada, es una petición POST realizada por el protocolo HTTP a un enlace específico para este fin, como se vio en el entregable E3.2 Interfaz de acceso a los datos del sistema.

Operación	Enlace	Descripción
POST	'/api/cade/routes'	Crea una ruta y la lanza con los datos enviados con el formato de CADE

5.2 Piloto 2. Nabelia

La Sociedad de Gestión de Proyectos Tecnológicos S.L., es la matriz que encabeza un grupo empresarial que opera bajo la marca Nabelia. Están especializados en la consultoría de procesos en el ámbito de la Sanidad e incorporamos el desarrollo e integración de aplicaciones y sistemas sanitarios. En estos últimos años, en Nabelia han desarrollado sus propias plataformas que les permiten atender diferentes modelos de relación asistencial y ofrecer soluciones adaptadas a la mejora de procesos hospitalarios y asistenciales.

El piloto se centrará en el reparto de la medicación de hemofilia desde el hospital LA FE de Valencia en la propia ciudad. El reparto se realiza cada 45 días, con lo que como mínimo se realizarán dos tandas de reparto. Gracias al piloto el hospital se asegura la correcta dispensación y traslado del medicamento, el sistema de CoolRouting no controla las condiciones de conservación del fármaco en el domicilio del paciente.

Después de varias reuniones, antes de septiembre de 2017, se acordó que el piloto se realizaría con el hospital La Fe de Valencia o el Arnau, para los pacientes de hemofilia con residencia en Valencia capital. El reparto se realiza cada 45 días por una persona de la asociación, con lo que se aprovecharía el reparto en último trimestre del año para realizar el piloto.

En septiembre de 2017 Nabelia comunicó a ITE e ITENE que la situación en la empresa había cambiado, se encuentran en un proceso de reestructuración financiera y de reorganización de recursos internos. Con lo que se ven obligados a no participar en el piloto de CoolRouting.

6 Casos de uso previstos en cada piloto

6.1 Cade Logistics

Las pruebas se dividirán en tres fases, la primera fase se realizará con el vehículo parado y en marcha en las instalaciones de ITENE, la segunda fase se realizarán pruebas por el parque tecnológico realizando entregas ficticias para verificar el correcto funcionamiento de todos los componentes involucrados en el sistema. Por último, se realizarán entregas reales en CONSUM durante un periodo mínimo de 2 semanas.

Los casos de uso involucrados en todas las fases serán:

INTERFACES			CÁLCULO DE RUTA	SERVICIOS EN RUTA		SEGURIDAD
			CUCR0100 Cálculo de Ruta	CUSR0200 Servicios en Ruta		CUS0300 Seguridad
			CUCR0101	UCSR0201	UCSR0202	UCS0301
I.1	PTCR	PTCC	X		X	
I.2	PTCR	PTRD	X	X	X	
I.3	PTRD	Smartphone		X	X	X
I.4	Smartphone	MA		X	X	
AI.1	Usuario Gestor	PTCR	X			X
AI.2	Usuario Conductor	Smartphone		X	X	X

Tabla 2.Casos de uso

Fase1

Test01

Las pruebas se realizarán con el vehículo parado. El vehículo estará encendido durante todas las pruebas realizadas para poder acceder al ECU (Unidad de Control de Motor) mediante una conexión OBD-II. El objetivo del test es verificar que la lectura del SOC se está realizando correctamente.

Componentes involucrados: #5 Modulo de adquisición

Test02

Las pruebas se realizarán con el vehículo en marcha. El objetivo del test es verificar que la lectura del SOC se está realizando correctamente y que el nivel de batería desciende con el uso del vehículo

Componentes involucrados: #5 Modulo de adquisición

Fase 2

Test03

Se realizará un test con el proceso completo desde la creación de la ruta hasta su confirmación. El vehículo y pedidos serán introducidos previamente en el sistema. Es decir, el gestor crea la ruta seleccionando vehículo, clientes, punto y hora de partida. Posteriormente puede realizar el cálculo de la ruta óptima, que cumple con la función objetivo y satisface las restricciones planteadas (capacidad, ventanas horarias, etc.). A continuación, esta información es enviada a la PTCC, que gracias al módulo de consumo comprobará que el vehículo tiene autonomía suficiente para poder realizar la ruta. Una vez

estimados los niveles de batería y los tiempos de llegada a cada punto de la ruta, el gestor podrá confirmar la ruta y registrarla en el PTRD. Una vez esta confirmada, desde el SmartPhone se procederá a descargarse la ruta y ejecutarla.

El objetivo del test es verificar que todos los componentes del Sistema y las interfaces funcionan correctamente.

Componentes involucrados: #1Plataforma del cálculo de rutas, #2Plataforma del cálculo de consumos, #3Plataforma de recogida de datos, #4SmartPhone y #5 Modulo de adquisición

Test04

Se realizarán tres tipos de rutas (urbana, semiurbana y autovía)

El objetivo es analizar el rendimiento del algoritmo de la PTCC en distintos tipos de recorrido. Ya que como se ha podido observar en distintas publicaciones [1] [2] [3] [4], el desempeño del consumo energético del VE guarda relación con las aceleraciones/desaceleraciones propias de cada caso.

Se establecen 3 rutas “urbanas” similares a las de reparto habitual de última milla. Se diferencian los casos en los que se usa la carga refrigerada o no, para comparar rendimientos y establecer la proporción de incidencia sobre el consumo de uno y otro caso, Y se establece adicionalmente 2 rutas: la “semi-urbana” que incluye tramos por autopista con tramos urbanos y la “autovía” cuyo trazado principal discurre por las autovías de alta circulación de la periferia de la ciudad.

En la selección de las rutas se establece como elemento primordial que el tiempo total de la ruta entre punto de inicio y el punto final sea similar. Sin considerar los intervalos de los puntos intermedios

Fase 3

Test05

Se realizará un test con el proceso completo desde la creación de la ruta hasta su confirmación. En este caso los pedidos serán reales. Los pedidos serán enviados a la PTCC, que gracias al módulo de consumo comprobará que el vehículo tiene autonomía suficiente para poder realizar la ruta. Una vez estimados los niveles de batería y los tiempos de llegada a cada punto de la ruta, el gestor podrá confirmar la ruta y registrarla en el PTRD. Una vez esta confirmada, desde el SmartPhone se procederá a descargarse la ruta y ejecutarla. Las primeras rutas se realizarán con el repartidor y un técnico de ITE/ITENE.

El objetivo del test es verificar que todos los componentes del Sistema y las interfaces funcionan correctamente en un entorno real.

Componentes involucrados: #1Plataforma del cálculo de rutas, #2Plataforma del cálculo de consumos, #3Plataforma de recogida de datos, #4SmartPhone y #5 Modulo de adquisición

7 Conclusiones

Para la validación del proyecto se han planteado tres fases. La primera con el vehículo parado para realizar los ajustes necesarios, la segunda simulando las rutas y la tercera con pedidos reales en el piloto. La fase tres se iba a realizar tanto en CADE como en Nabelia, por causas ajenas al proyecto, finalmente Nabelia no ha podido participar en el piloto. Con lo que en el entregable se incluye:

- Se ha realizado un plan explícito para la integración del sistema.
- Los objetivos individuales de las fases han sido descritos.

Gracias a la experiencia propuesta, será posible obtener una validación desde el nivel de laboratorio hasta un entorno real.

8 Bibliografía

- [1] S. Agrawal, H. Zheng, S. Peeta y A. Kumar, «Routing aspects of electric vehicle drivers and their effects on network performance,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 46, pp. 246-266, 2016.
- [2] C. Fiori, K. Ahn y H. A. Rakha, «Power-based electric vehicle energy consumption model: Model development and validation,» *Applied Energy*, nº 168, pp. 257-268, 2016.
- [3] V. R. Tannahill, K. M. Muttaqi y D. Sutanto, «Driver alerting system using range estimation of electric vehicles in real time under dynamically varying environmental conditions,» *IET Electrical Systems in Transportation*, vol. 6, nº 2, pp. 107-116, 2016.
- [4] X. Wu, D. Freese, A. Cabrera y W. A. Kitch, «Electric vehicles' energy consumption measurement and estimation,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 34, pp. 52-67, 2015.