



1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, unos de los principales objetivos que se plantea a la hora de diseñar instalaciones ferroviarias, es cubrir satisfactoriamente las necesidades de explotación, minimizando en lo máximo posible, el consumo de energía.

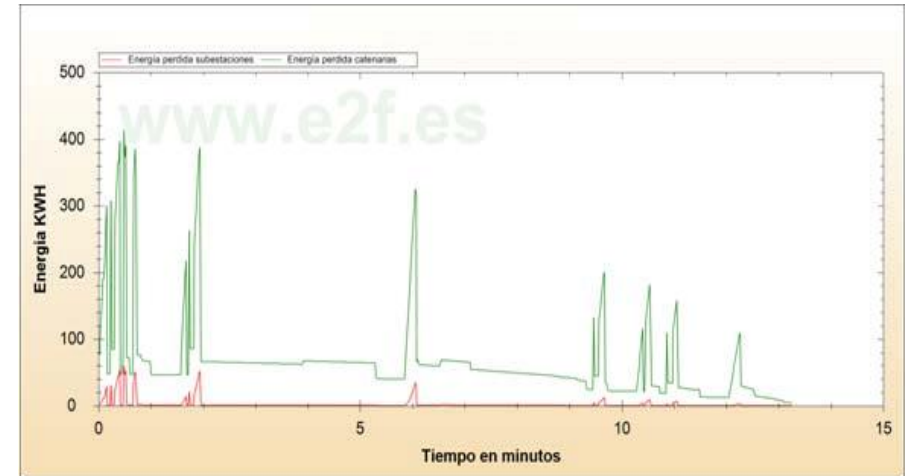
Por este motivo **ELECTRIFICACIÓN Y ESTUDIOS FERROVIARIOS S.L., e2f**, ha desarrollado, mediante su departamento de I+D, una potente herramienta informática, **CECAT®** (Cálculo Eléctrico de Catenarias), que mediante cálculos de dimensionamiento eléctrico tanto en corriente continua como en corriente alterna en líneas ferroviarias, y simulaciones en condiciones reales de explotación, permite diseñar instalaciones ferroviarias que mantienen las condiciones del servicio con un menor consumo de energía, mejorando así su calidad.

2. EFICIENCIA ENERGÉTICA

El software **CECAT®** lleva a cabo análisis orientados estudiar a la eficiencia energética de la explotación ferroviaria desde dos puntos de vista:

1. Regeneración en el material móvil: calcula la potencia obtenida por el frenado regenerativo en los trenes. Esta energía puede consumirse en el propio vehículo o inyectarse en la red para ser empleada, bien instantáneamente o bien para ser almacenada en las subestaciones.

2. Eficiencia de la infraestructura: realiza un balance de la potencia entregada por las subestaciones frente a la potencia útil desarrollada por los trenes, analizando así la idoneidad de la LAC teniendo en cuenta la eficiencia energética.



De esta manera **CECAT®** le ayuda a optimizar el diseño de la electrificación ferroviaria para que, además de cumplir con los parámetros normativos, aproveche más eficientemente la energía.

3. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO

Mediante el programa de simulación **CECAT**[®] se determina en qué modo se cumplen las condiciones en cuanto a nivel de tensión entre pantógrafo y carril, potencia demanda en las subestaciones, etc., contemplando tanto una situación normal de funcionamiento, como en situaciones degradadas, permitiendo un perfecto dimensionamiento de las instalaciones.

Con la herramienta **CECAT**[®] podemos analizar los siguientes parámetros de explotación:

- Tiempo en marcha y velocidades de los trenes.
- Número de trenes necesarios.
- Potencia consumida por los trenes.
- Caídas de tensión.
- Potencias demandadas en las subestaciones.
- Dimensionamiento eléctrico de la catenaria. Hilos de contacto, sustentador, feeder negativo en 2x25 kV.
- Localización de Centros de autotransformación en alimentación de 2x25 kV.
- Temperaturas máximas alcanzadas en los conductores.
- Intensidades de cortocircuito cercano y lejano.
- Determinación de los valores de potencia entre carril y tierra.
- Potencia máxima necesaria.
- Intensidades en los feeders

4. DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES

Para el desarrollo de la perfecta simulación de las situaciones reales de explotación, **CECAT**[®] permite definir todas las características que componen las instalaciones, perfil geométrico (curvas, peraltes, pendientes, etc.), trayectos (paradas, inicio y final, etc.), características de los trenes (peso, potencia, curvas de tracción, etc.), mallas de circulación, subestaciones, composición de catenaria, etc.

Para definir de forma ordenada y simplificada todos estos parámetros, **CECAT**[®] se divide en 4 bloques.

4.1 Trayectos

Mediante el programa podremos definir, dentro de un mismo trazado, diferentes trayectos indicando sus inicios y finales, así como las distintas paradas de los mismos. Las características del trazado se introducen, definiendo los siguientes parámetros:

- Punto Kilométrico
- Peralte y Pendiente
- Coordenadas X e Y (opcionales)
- Velocidad máxima
- Radio de curvatura
- Cota

Una vez definido el trazado, el programa permite crear distintos trayectos indicando P.K. Inicial y Final así como las distintas paradas.

4.2 Modelos de Trenes

El programa permite definir y utilizar cualquier tipo de tren. Para ello es preciso especificar la *Curva característica esfuerzo* y *Curva característica frenado*, representando así la fuerza producida por el tren para aumentar o disminuir su velocidad. Además se deben introducir en **CECAT**[®] los siguientes parámetros para definir los trenes:

- Peso en carga
- Deceleración y Aceleración
- Velocidad
- Aceleración máxima no compensada
- Coeficientes específicos
- Carga por eje
- Potencia
- Peso en vacío
- Consumo auxiliar
- Coeficiente de Adherencia

Mediante la definición de estos parámetros característicos, el programa tiene la información necesaria para realizar una simulación real de trenes.

4.3 Proyectos

La principal función de **CECAT**[®] es crear la simulación de una línea ferroviaria y obtener los resultados de dicha simulación.

En este bloque del programa se definen los parámetros de los siguientes elementos:

- Malla de trenes
- Subestaciones
- Centro de autotransformación (2x25kV)
- Catenaria
- Carriles
- Tipo de vía

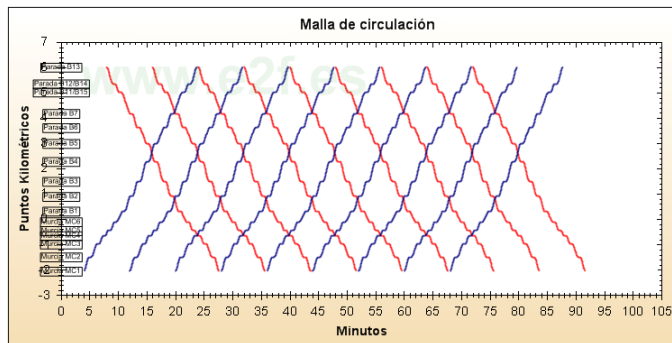
Consiguiendo de esta manera disponer de todos los elementos necesarios para la realización de una simulación de la línea ferroviaria muy próxima a la situación real.

Malla de Circulación

Para definir la malla de circulación de la línea ferroviaria, se debe indicar:

- Modelo de tren: seleccionado en base de datos de *Modelos de Tren*
- Aceleración de confort
- Sentido de la marcha: Ida o vuelta
- Paradas
- Deceleración de confort

de cada uno de los trenes que circularán



Subestaciones

CECAT® permite definir de forma concreta las distintas subestaciones de tracción que se alimentarán la línea ferroviaria.

- Nombre
- Punto kilométrico
- Funcionamiento: Normal, By-pass o Fuera de Servicio
- Impedancia Interna
- Resistencia de Tierra
- Feeders de alimentación
- Tensión de alimentación

Centros de autotransformación

Se definirán los siguientes parámetros del centro de autotransformación:

- Nombre
- Punto kilométrico
- Impedancia Interna
- Feeder de alimentación

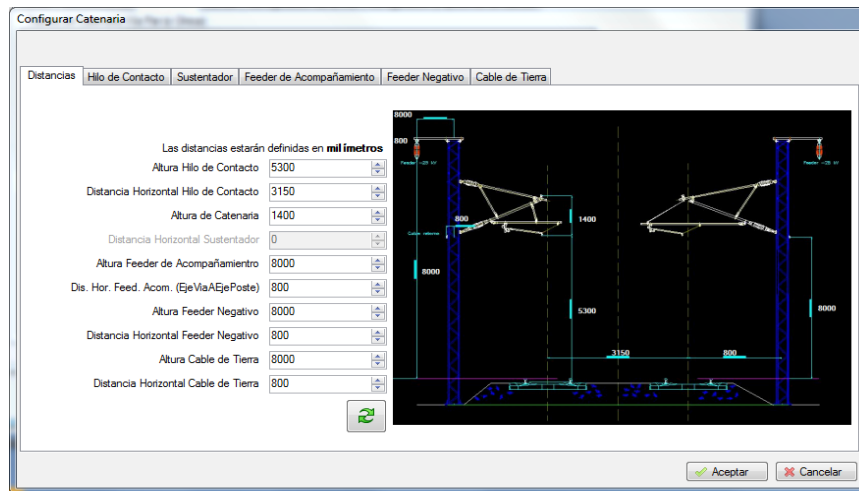
Subestaciones										
Nombre	Punto Kilométrico	PK Inicio del Tramo	PK Fin del Tramo	Funcionamiento	Impedancia Interna	Resistencia Tierra	Feeders de Alimentación	Feeders Negativos	Cable de Retorno	
Subestación 1	33430	20400	40000	Normal	0.3	0.8				
Subestación 2	60000	41000	80880	Normal	0.3	0.8				

Centros de autotransformación										
Nombre	Punto Kilométrico	Resistencia Tierra	Impedancia Interna	Ini.	Int.	Fin.	Via Par	Via Impar	Feeders	
CA Subestación 1 - a	20530	0.081	0.31	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
CA Subestación 1 - b	33430	0.083	0.33	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
CA Subestación 1 - c	39930	0.082	0.32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Catenaria

Para el cálculo de la resistencia por kilómetro de la catenaria se definen los siguientes parámetros de configuración:

- Hilo de contacto
- Sustentador
- Feeder de acompañamiento en C.C
- Feeder negativo en C.A 2x25kV



Carriles

Para el cálculo de la resistencia por kilómetro de los carriles se definen los siguientes parámetros de configuración para cada tramo de vía que se desee:

- Tipo de carril (material, sección, etc.)
- Nº de carriles

5. CÁLCULOS

Mediante la herramienta **CECAT**® para el dimensionamiento eléctrico de instalaciones ferroviarias, obtenemos los siguientes resultados tanto gráficamente como en otros formatos exportables:

- Perfil del trazado.
- Planta del trazado.
- Rampa/Pendiente.
- Zonas neutras.
- Velocidad del tren en el tiempo.
- Cálculos en cortocircuito.
- Tensiones en Pantógrafo de todos los trenes simultáneamente y en todo el trayecto.
- Potencia de las Subestaciones.

- Limitaciones de velocidad
- Velocidad del tren en el espacio
- Consumo Potencia/Velocidad
- Malla circulación trenes
- Potencia regenerativa de frenado
- Tensiones accesibles
- Intensidad en los feeders
- Intensidad en la línea
- Temperatura de catenaria
- Potencia de pérdidas en la instalación.

