

CECAT®

Calculo Eléctrico de Catenarias



ELECTRIFICACION y
ESTUDIOS
FERROVIARIOS

CECAT® es un software diseñado y realizado por e2f para la realización de Estudios de Dimensionamiento Eléctrico de Instalaciones Ferroviarias en corriente continua (750V, 1500V, 3000V) y en corriente alterna (1x25kV y 2x25kV).



CECAT®

Viabilidad técnica de la
instalación

Dimensionamiento Eléctrico de
instalaciones

Eficiencia Energética

Dimensionamiento Eléctrico. Metodología

1.DESCRIPCIÓN DEL TRAMO
FERROVIARIO

2. INTRODUCCIÓN DEL MATERIAL
RODANTE

3.CONCEPCIÓN DE LA MALLA DE
CIRCULACIÓN.

4.DEFINICIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Análisis del funcionamiento
de la instalación

Situación Normal*

Situación Degradada

*Análisis del funcionamiento de la instalación Sin
regeneración y Con regeneración.

Datos de entrada/ Resultados obtenidos

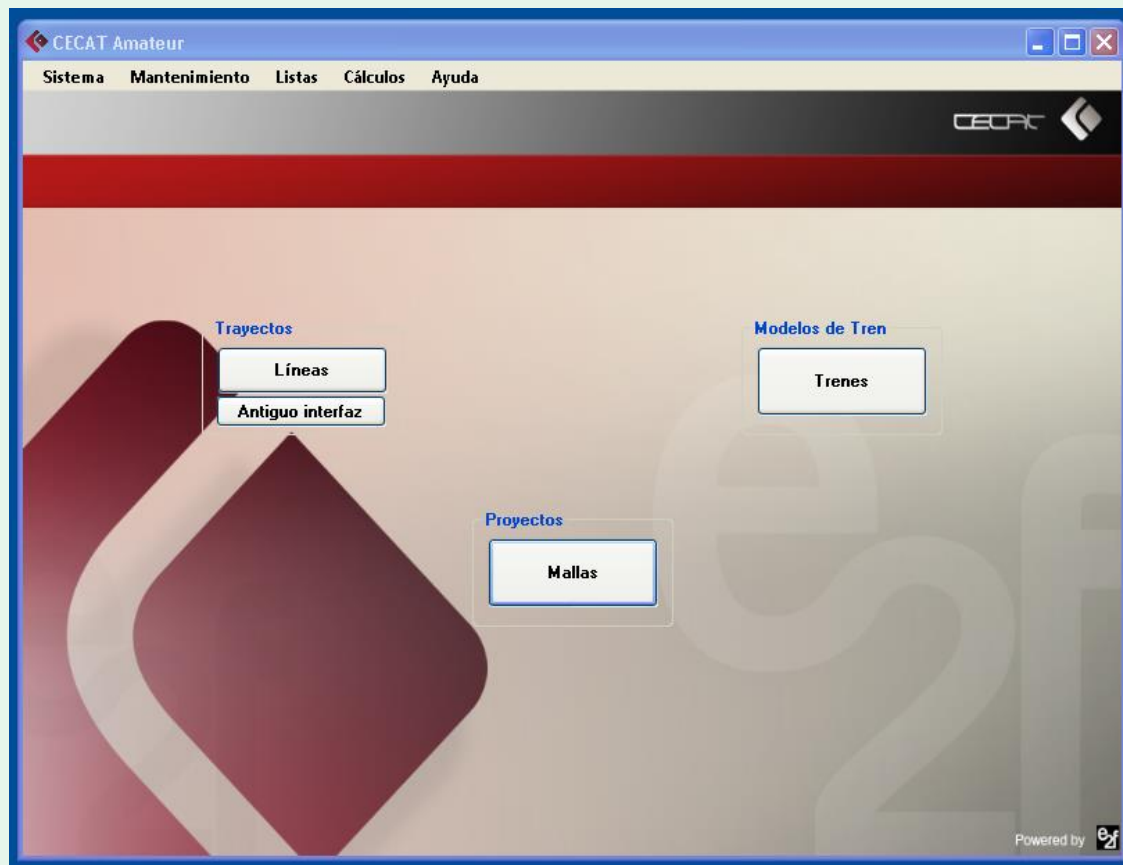
Datos de entrada:

- Perfil y trazado de la línea
- Curvas, pendientes y peraltes.
- Velocidades máximas y limitaciones.
- Composición Catenaria
- Características del Circuito de Retorno
- Ubicación y composición subestaciones
- Características trenes
- Trafico trenes (Circulación)
- Otras características

Resultados:

- Tensión pantógrafo de cada uno de los trenes
- Potencia Subestaciones
- Cálculos de cortocircuito
- Intensidad conductores
- Temperatura conductores
- Energía regenerada
- Eficiencia energética instalación

Introducción de datos



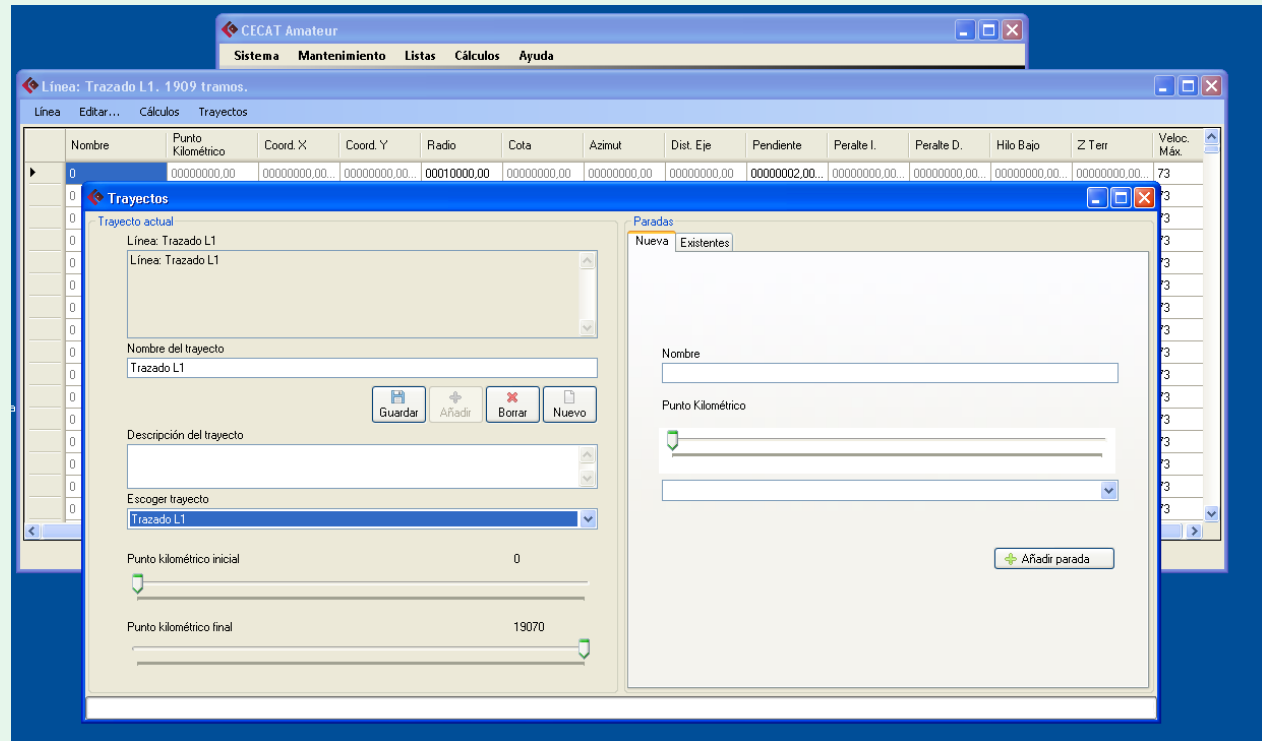
CECAT® se divide en tres módulos :

- Trayectos
- Modelos de tren
- Proyectos / Mallas

Módulo: Trayectos

El trayecto puede definirse con los siguientes parámetros:

- Punto kilométrico
- Coordenadas x e y
- Radio curvatura
- Elevación
- Azimut
- Distancia ejes
- Pendiente
- Peralte
- Máxima velocidad

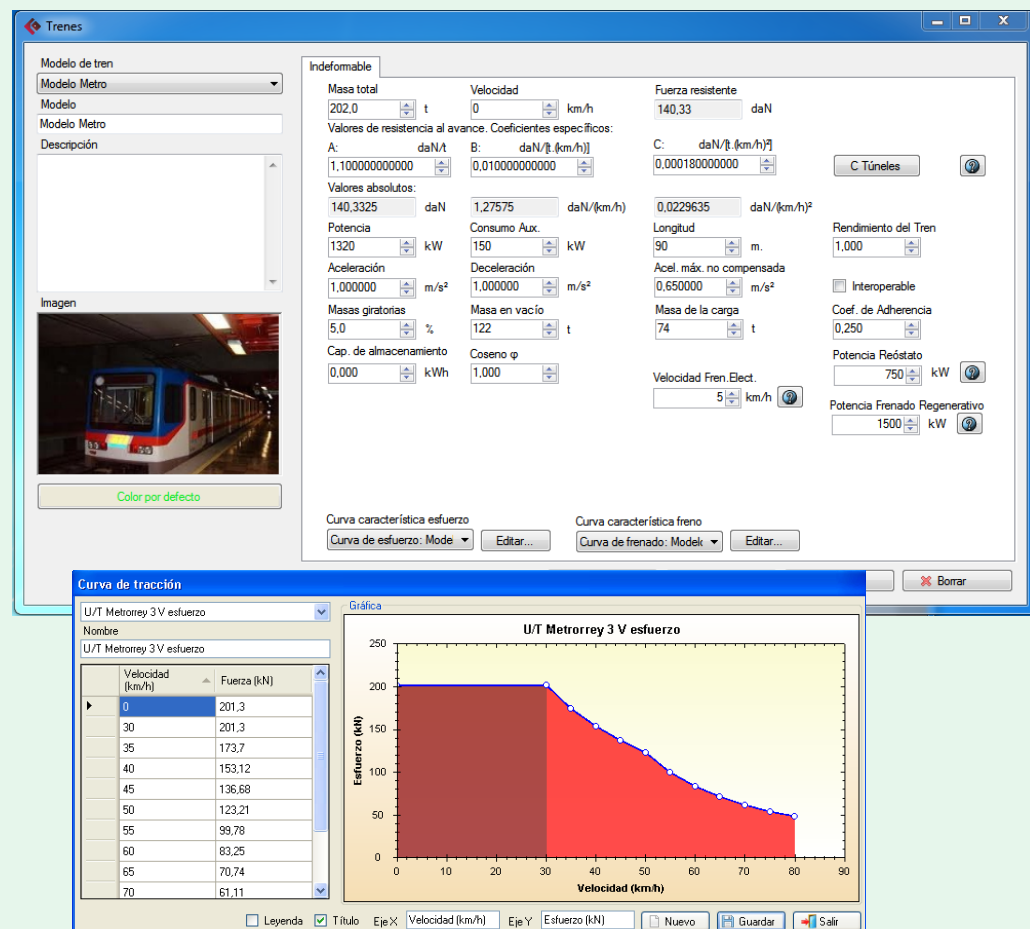


Nos permite crear diferentes trayectos indicando el inicio y final del mismo así como las distintas paradas

Módulo: Modelos de tren

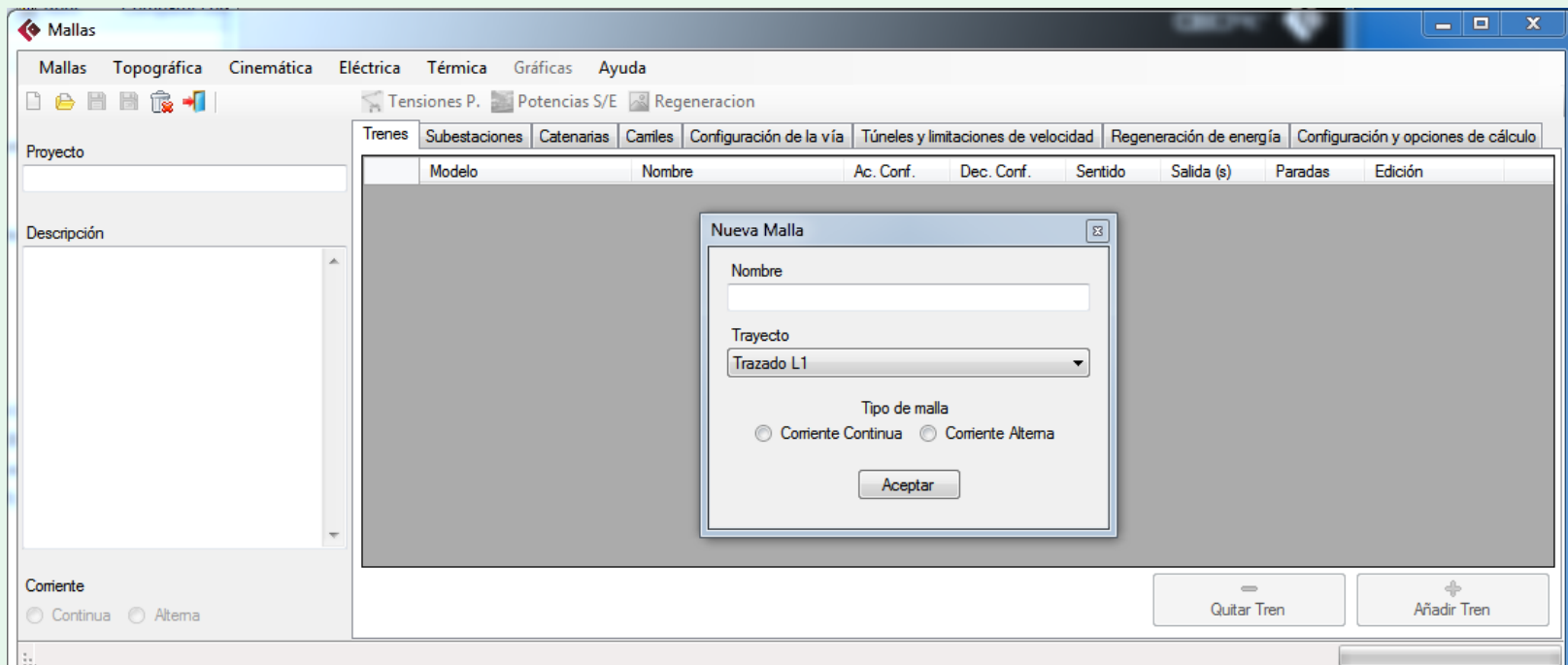
Cada modelo de tren queda definido con las siguientes características :

- Peso, potencia
- Coeficientes específicos aerodinámicos
- Aceleración/Deceleración
- Máxima aceleración no compensada
- Coeficiente de adherencia
- Curvas de esfuerzo
- Curvas de frenado
- Potencia reóstato
- Potencia frenado regenerativo
- Velocidad frenado eléctrico



Módulo: Proyectos

Al iniciar un nuevo proyecto hay que definir si la instalación es en corriente continua (750 V, 1500 V y 3500 V) o en corriente alterna (1x25 kV o 2x25 kV)

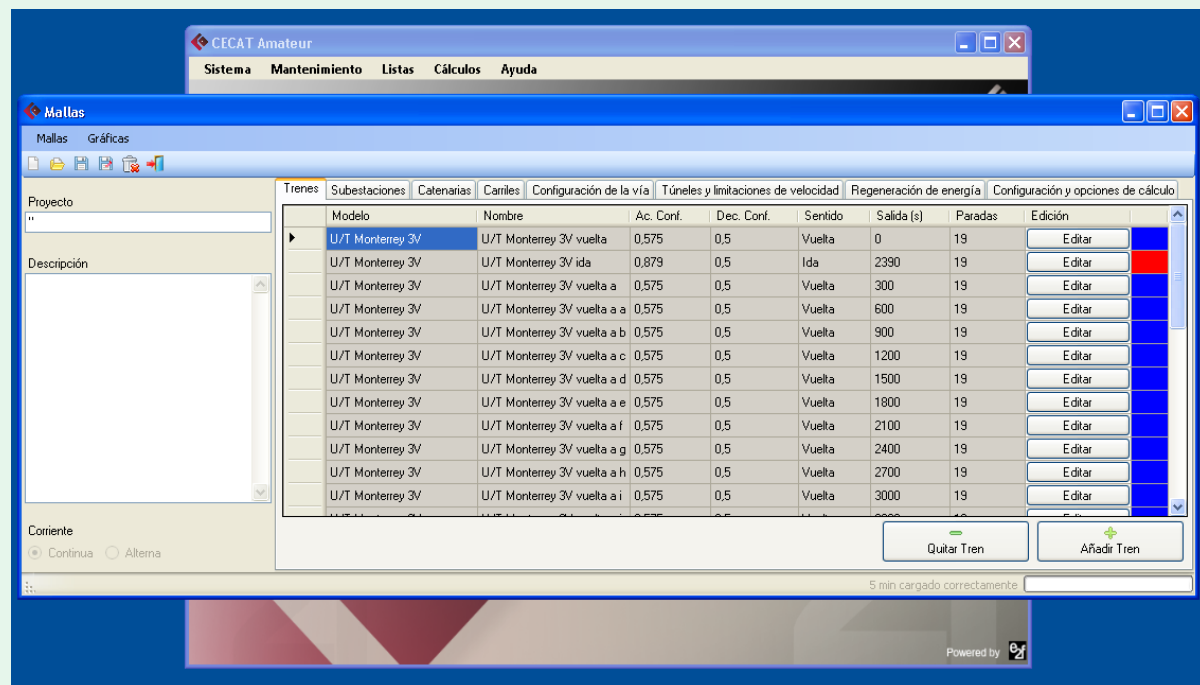


Módulo: Proyectos

Para definir el proyecto es necesario introducir:

- Trenes
- Subestaciones
- Centros de autotransformación *
- Catenaria
- Configuración de la vía
- Túneles y limitaciones de velocidad
- Carril

*Solo para sistemas de 2x25 kV AC



Bloques

Trenes Subestaciones Catenarias Camiles Configuración de la vía Túneles y limitaciones de velocidad

Bloque: Trenes

La introducción de los trenes en el modelo se realizará:

- Nombre proyecto
- Selección del modelo de tren definido
- Sentido de marcha
- Aceleración/Deceleración confort
- Paradas
- Tiempo de salida y parada

Tren Proyecto

Modelo: Media distancia S-449

Descripción: Media distancia S-449 i1

Tempo de Salida: 900 s

Sentido: ☒ Ida ☐ Vuelta

Accl. de confort: 0.600 m/s²

Decel. de confort: 0.600 m/s²

Interoperable: ☒

Longitud: 99 m

Eficiencia: 1.000

Vel. Máx.: 160 Km/H

Peso Carga: 200.61

Peso Vació: 1721

Carga por eje: 11

Resistencia al avance: $M = (1.17 + 0.00329 \times V) + (0.000462 \times V^2)$

Resistencia de control: 0

Capacidad condensador: 0

Coeficiente de Adherencia: 0.25

Energía regenerativa: Rendimiento sistema: 0

Potencia: 2400 kW

Consumo Aux.: 360 kW

Datos Peralte: Ugt o Soplease: -26 mm

Insuficiencia de Peralte: 115 mm

Gráfica Esfuerzo Tracción

Gráfica Esfuerzo Frenado

Parada

Parada	Tempo de Parada (s)	Origen	Destino
EST.1	1	☒	☐
EST.2	45	☐	☐
EST.3	0	☐	☐
EST.4	0	☐	☐
EST.5	45	☐	☐
EST.6	45	☐	☐
EST.7	45	☐	☐
EST.8	1	☐	☒

Aplicar: 0 segundos a todas las paradas.

Aplicar Cancelar

Añadir Tren Proyecto

Modelo: Alvia S-130

Nombre del Tren: Alvia S-130

Sentido: ☒ Ida ☐ Vuelta

Salida: 0 segundos

Color: []

Accl. de confort: 0.600 m/s²

Frenado de confort: 0.600 m/s²

Características básicas

Resistencia al avance: $M = (1.195 + 0.00961 \times V) + (0.0001848 \times V^2)$ daN

Peso en carga: 355.48 t

Potencia: 4000 kW

Consumos auxiliares: 200 kW t

Copiar tren: 0 veces con una frecuencia de 0 segundos.

Paradas

Parada	Tempo de Parada (s)	Origen	Destino
EST.1	0	☐	☐
EST.2	0	☐	☐
EST.3	0	☐	☐
EST.4	0	☐	☐
EST.5	0	☐	☐
EST.6	0	☐	☐
EST.7	0	☐	☐
EST.8	0	☐	☐

Aplicar: 0 segundos a todas las paradas.

Añadir Cancelar

Mallas Topográfica Cinemática Eléctrica Térmica Gráficas Ayuda

Tensiones P. Potencias S/E Regeneración

Proyecto

Trenes	Subestaciones	Catenarias	Camiles	Configuración de la vía	Túneles y limitaciones de velocidad	Regeneración de energía	Configuración y opciones de cálculo
Modelo	Nombre	Ac. Conf.	Dec. Conf.	Sentido	Salida (s)	Paradas	Edición
Media distancia S-449	Media distancia S-449 i1	0.6	0.6	Ida	900	6	Editar
Media distancia S-449	Media distancia S-449 i2	0.6	0.6	Ida	4500	7	Editar
Media distancia S-449	Media distancia S-449 i3	0.6	0.6	Ida	7920	5	Editar
Media distancia S-449	Media distancia S-449 v1	0.6	0.6	Vuelta	0	5	Editar
Media distancia S-449	Media distancia S-449 v3	0.6	0.6	Vuelta	5640	7	Editar
Alvia S-130	Alvia S-130 ida 2	0.6	0.6	Ida	5880	3	Editar
Alvia S-130	Alvia S-130 vuelta 1	0.6	0.6	Vuelta	10200	3	Editar
Media distancia S-449	Media distancia S-449 v2	0.6	0.6	Vuelta	2040	6	Editar
Alvia S-130	Alvia S-130 ida 1	0.6	0.6	Ida	9000	3	Editar
Alvia S-130	Alvia S-130 vuelta 2	0.6	0.6	Vuelta	1800	3	Editar

Quitar Tren Añadir Tren

A15 cargado correctamente

Bloque: Subestaciones en proyectos en corriente continua

Las subestaciones serán definidas según los parámetros:

- Punto kilométrico
- Funcionamiento normal o fuera de servicio
- Tensión de referencia*
- Impedancia interna
- Resistencia tierra
- Feeders alimentación
- Pérdidas en el transformador

Trenes	Subestaciones	Catenarias	Camiles	Configuración de la vía	Túneles y limitaciones de velocidad	Regeneración de energía	Configuración y opciones de cálculo	
	Nombre	Punto Kilométrico	Funcionamiento	Voltaje	Impedancia Interna	Resistencia Tierra	Pérdidas en Vacío	Feeders de Alimentación
▶	SER F1	-1000	▼ Normal ▼	1500	1000	0.8	0	
	SER Exposición	380	▼ Normal ▼	1500	0.086898	0.8	5	
	SER Y Griega	3460	▼ Normal ▼	1500	0.080638	0.8	5	
	SER Cuauhtemoc	7290	▼ Normal ▼	1500	0.078338	0.8	5	
	SER Mitras	11660	▼ Normal ▼	1500	0.075748	0.8	5	
	SER Aztlan	15140	▼ Normal ▼	1500	0.076238	0.8	5	
	SER Talleres	18980	▼ Normal ▼	1500	0.081668	0.8	5	
	SER F2	20070	▼ Normal ▼	1500	1000	0.8	0	

Borrar Subestación

Añadir Subestación

min cargado correctamente 20

* La tensión de referencia en las subestaciones puede ser definida con valores distintos a los nominales

Feeders

Par Derecha Par Izquierda Impar Derecha Impar Izquierda

Resistencia: 0,018842666667 Ω + Crear

Sección: 150 mm²

Número de hilos: 2

Longitud (m): 200 m

Material: ☒ Aluminio ☐ Cobre

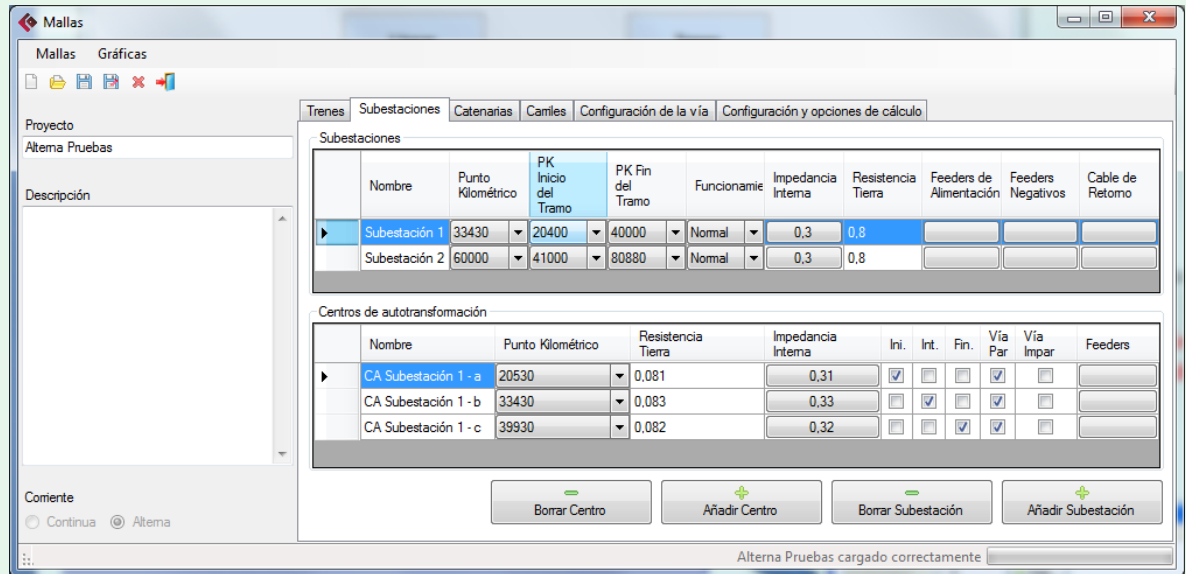
✓ Aceptar

Bloque: Subestaciones en proyectos en corriente alterna

En los proyectos en corriente alterna además de definir las subestaciones hay que especificar centros de autotransformación, solo en sistemas 2x25 kV AC.

Los centros de autotransformación se definirán mediante los siguientes parámetros:

- Nombre
- Puntos kilométricos
- Impedancia Interna
- Feeders alimentación



The screenshot shows the 'Mallas' software interface with the 'Subestaciones' tab selected. The 'Subestaciones' table lists two substations with their respective parameters. The 'Centros de autotransformación' table lists three autotransformation centers for 'Subestación 1' with their respective parameters.

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			

Nombre	Punto Kilométrico	Resistencia Tierra	Impedancia Interna	Ini.	Int.	Fin.	Vía Par	Vía Impar	Feeders
CA Subestación 1 - a	20530	0,081	0,31	☒	☐	☐	☒	☐	
CA Subestación 1 - b	33430	0,083	0,33	☐	☒	☐	☒	☐	
CA Subestación 1 - c	39930	0,082	0,32	☐	☐	☒	☒	☐	

Buttons: Borrar Centro, Añadir Centro, Borrar Subestación, Añadir Subestación

Status: Alterna Pruebas cargado correctamente

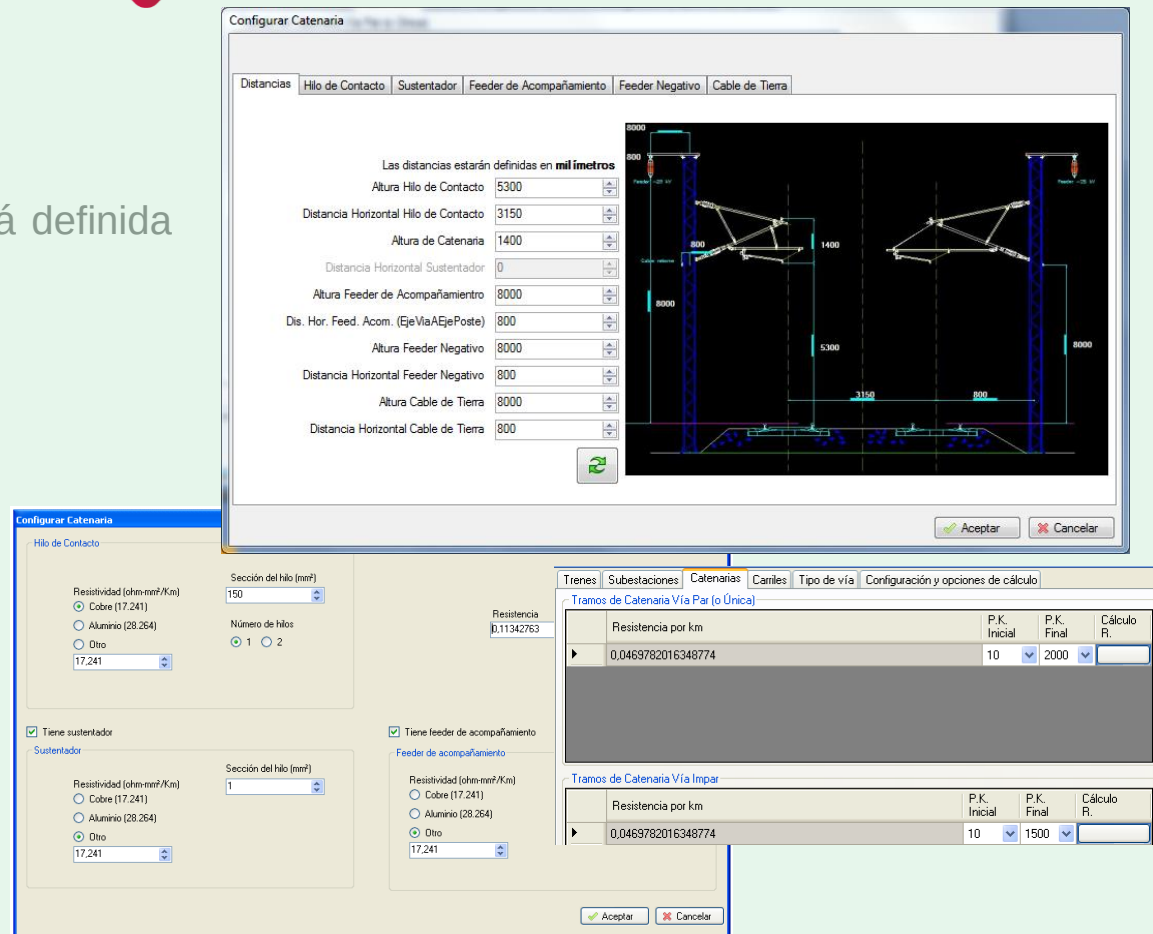
Bloque: Catenaria

La composición de la catenaria vendrá definida por los siguientes parámetros:

- Hilo de contacto
- Sustentador
- Feeder de acompañamiento*
- Feeder negativo**
- Cable de Tierra **

* DC solo en corriente continua

** 2x25kV AC solo en corriente alterna



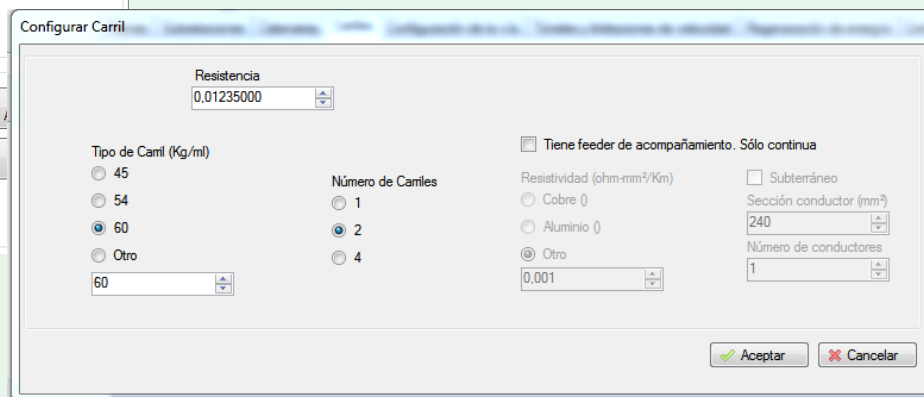
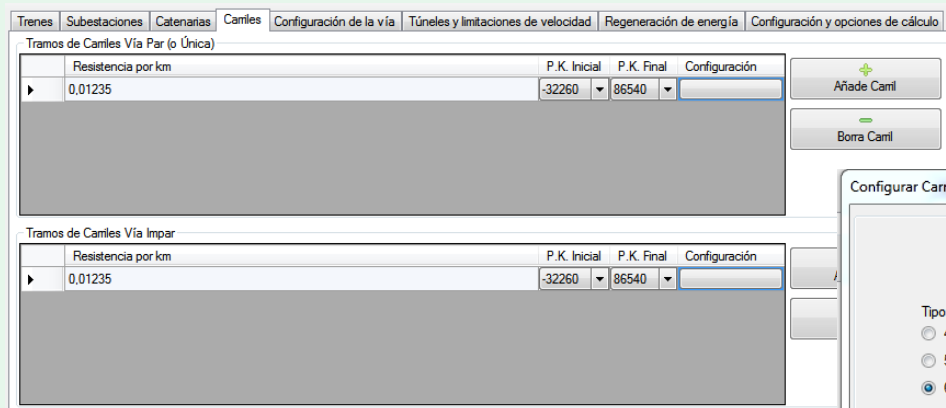
Es posible simular todo tipo de catenaria: flexible, rígida y tercer carril

Bloque: Carriles

Para calcular la resistencia de los carriles necesitamos conocer:

- Tipo de carril
- Número de carriles

En el caso de corriente alterna, existe un módulo especial que recalcula la impedancia considerando los efectos geométricos de la puesta a tierra.



Bloque: Configuración de la vía

Trenes Subestaciones Catenarias Camiles Configuración de la vía Túneles y limitaciones de velocidad Regeneración de energía Configuración y opciones de cálculo

Tipos de vía

	P.K. Inicial	P.K. Final	Par	Impar	Tipo de vía
▶	-4000	1280	☒	☒	Doble
	1280	9495	☒	☐	Única

Bloque: Túneles y limitaciones de velocidad

Trenes Subestaciones Catenarias Camiles Configuración de la vía Túneles y limitaciones de velocidad Regeneración de energía Configuración y opciones de cálculo

Túneles

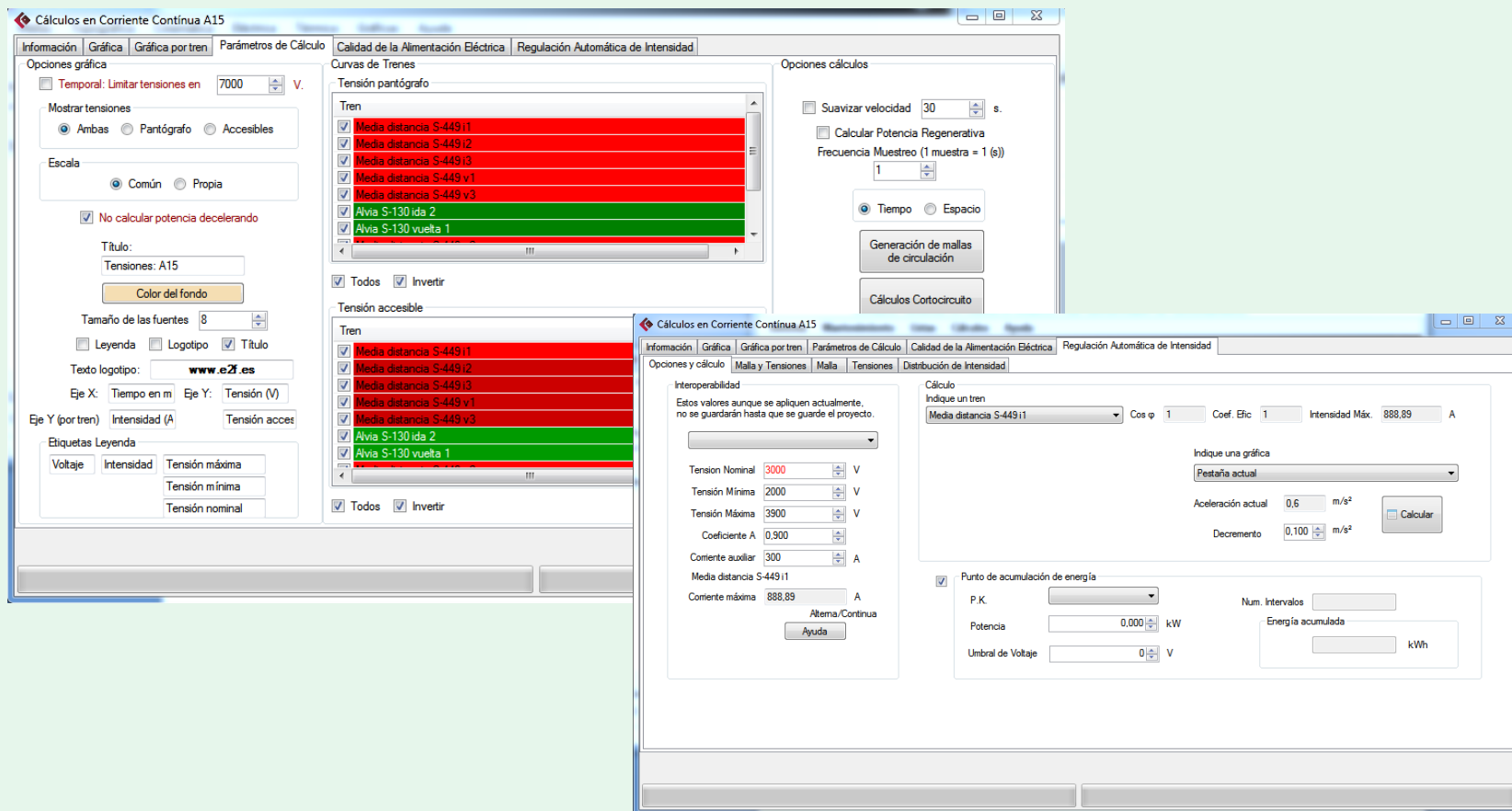
	P.K. Inicial	P.K. Final	Via
*			Ambas

Limitaciones de velocidad

	P.K. Inicial	P.K. Final	Velocidad Máxima	Via
▶	-32260	-320	200	Ambas
	-320	200	140	Ambas
	200	1720	160	Ambas
	1720	86540	200	Ambas
*				Ambas

Aplicar  Recargar 

Tensión en el pantógrafo. Con/Sin Regeneración



Cálculos en Corriente Continua A15

Información | Gráfica | Gráfica por tren | Parámetros de Cálculo | Calidad de la Alimentación Eléctrica | Regulación Automática de Intensidad

Opciones gráfica

☐ Temporal: Limitar tensiones en 7000 V.

Mostrar tensiones

☒ Ambas ☐ Pantógrafo ☐ Accesibles

Escala

☒ Común ☐ Propia

☒ No calcular potencia decelerando

Título:

Tensiones: A15

Color del fondo

Tamaño de las fuentes: 8

☐ Leyenda ☐ Logotipo ☒ Título

Texto logotipo: **www.e2f.es**

Eje X: Tiempo en m Eje Y: Tensión (V)

Eje Y (por tren) Intensidad (A) Tensión acces:

Etiquetas Leyenda

Voltaje Intensidad Tensión máxima Tensión mínima Tensión nominal

Tensión pantógrafo

Tren

- ☒ Media distancia S-449 i1
- ☒ Media distancia S-449 i2
- ☒ Media distancia S-449 i3
- ☒ Media distancia S-449 v1
- ☒ Media distancia S-449 v3
- ☒ Alvia S-130 ida 2
- ☒ Alvia S-130 vuelta 1

☒ Todos ☒ Invertir

Tensión accesible

Tren

- ☒ Media distancia S-449 i1
- ☒ Media distancia S-449 i2
- ☒ Media distancia S-449 i3
- ☒ Media distancia S-449 v1
- ☒ Media distancia S-449 v3
- ☒ Alvia S-130 ida 2
- ☒ Alvia S-130 vuelta 1

☒ Todos ☒ Invertir

Opciones cálculos

☐ Suavizar velocidad 30 s.

☐ Calcular Potencia Regenerativa

Frecuencia Muestreo (1 muestra = 1 s)

1

☒ Tiempo ☐ Espacio

Generación de mallas de circulación

Cálculos Cortocircuito

Cálculos en Corriente Continua A15

Información | Gráfica | Gráfica por tren | Parámetros de Cálculo | Calidad de la Alimentación Eléctrica | Regulación Automática de Intensidad

Opciones y cálculo

Interoperabilidad

Estos valores aunque se apliquen actualmente, no se guardarán hasta que se guarde el proyecto.

Tensión Nominal 3000 V

Tensión Mínima 2000 V

Tensión Máxima 3900 V

Coficiente A 0.900

Corriente auxiliar 300 A

Media distancia S-449 i1

Corriente máxima 888.89 A

Alterna/Continua

Ayuda

Cálculo

Indique un tren

Media distancia S-449 i1

Cos φ 1

Coef. Efic 1

Intensidad Máx. 888.89 A

Indique una gráfica

Pestaña actual

Calcular

Aceleración actual 0.6 m/s²

Decremento 0.100 m/s²

☒ Punto de acumulación de energía

P.K.

Num. Intervalos

Potencia 0.000 kW

Energía acumulada

Umbral de Voltaje 0 V

kWh

Potencia subestaciones. Con/Sin Regeneración.

Potencia Subestaciones / Intensidad Feeders A15

Subestaciones

Subestación	Instantáneo	Eficaz
Ficticia 1	60993D	176093
Dos Hermanas	7D1A62	CBFFD0
Utrera	F5DB70	10409E
La Salud	EA044C	A8A70E
Las Alcantarillas	783939	E77ABF
Lebrija	E41026	55FCB9
	C1F328	FF69B2
	432035	E3CC4F

Feeders

Feeder	Instantáneo	Eficaz
Ficticia 1 Izq.	6AA843	6AA837
Ficticia 1 Izq. Par	528246	6E8246
Ficticia 1 Der	737A49	73B849
Ficticia 1 Der Par	78732E	78BF2E
La Salud Izquierda	701D58	701D58
La Salud Izquierda Par	901671	6A1671
La Salud Derecha	961F76	961F4E
La Salud Derecha Par	9C144A	5E207A

Opciones de cálculo de potencias

☒ Calcular Potencia Regenerativa

☐ Suavizar velocidad 30 s.

Iteraciones máximas 5

Tiempo máximo 250 ms

Ajuste del error 1.000 %

☐ Veloz ☒ Intermedio ☐ Óptimo (Lento)

Potencias/Intensidades eficaces

Ventana de tiempo 900 s.

00:15:00

☒ Valores eficaces

☒ Valores instantáneos

☐ Cálculos previos a la ventana

Potencias y pérdidas SS/EE

T. Inicial 0 Seg. T. Final 0 Seg.

Intervalo 1 Hora

Energía SS/EE kWh

Pérdidas SS/EE kWh

Otras opciones

☐ Mostrar suma de las potencias

☐ Valores absolutos (módulo) para los feeders

Subestaciones: 5000 KW

Feeders: 1000 A

Título: A15

Color del fondo

Tamaño de las fuentes 8

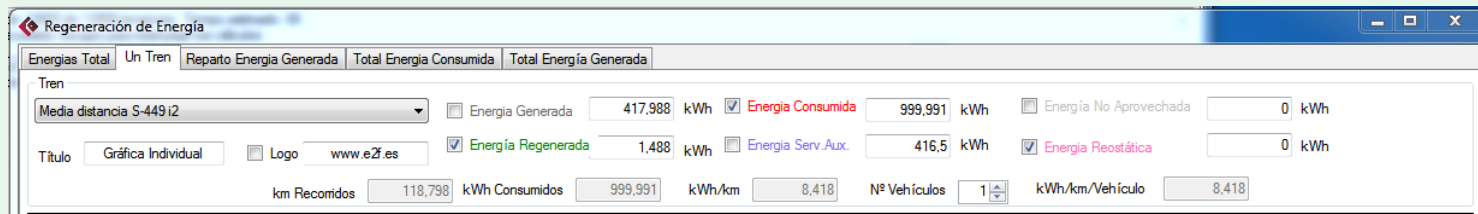
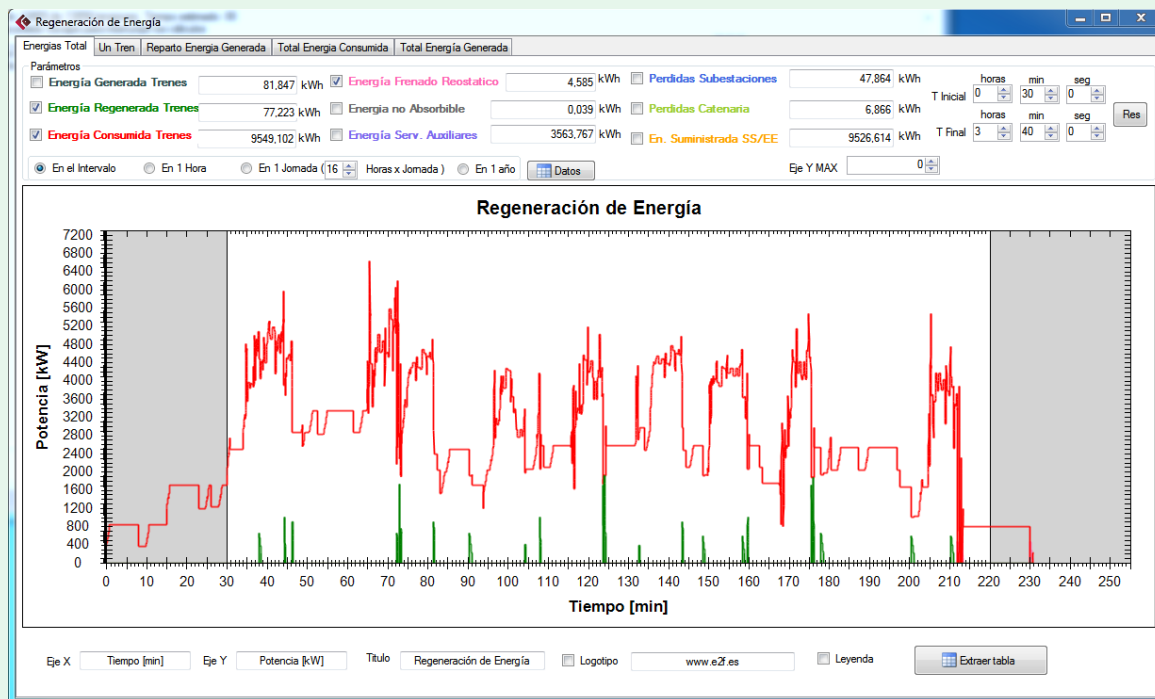
☐ Leyenda ☐ Logotipo ☒ Título

Texto logotipo: www.e2f.es

Eje X: Tiempo en m Eje Y: Potencia (kW)

☐ Intensidad (A)

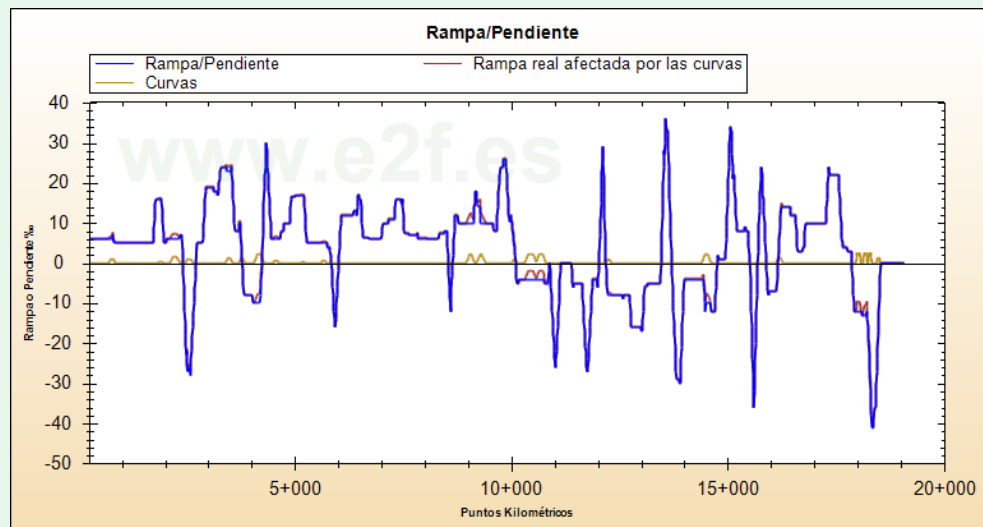
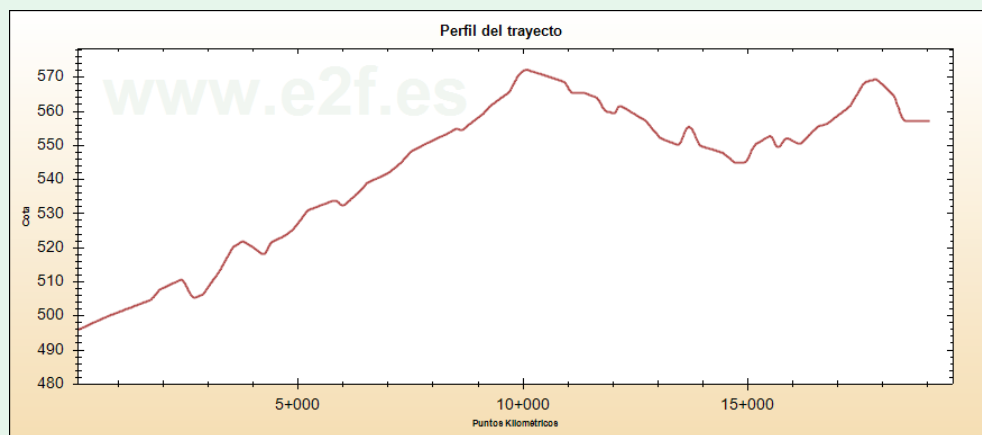
Balance Energético Instalación. Con/Sin Regeneración.



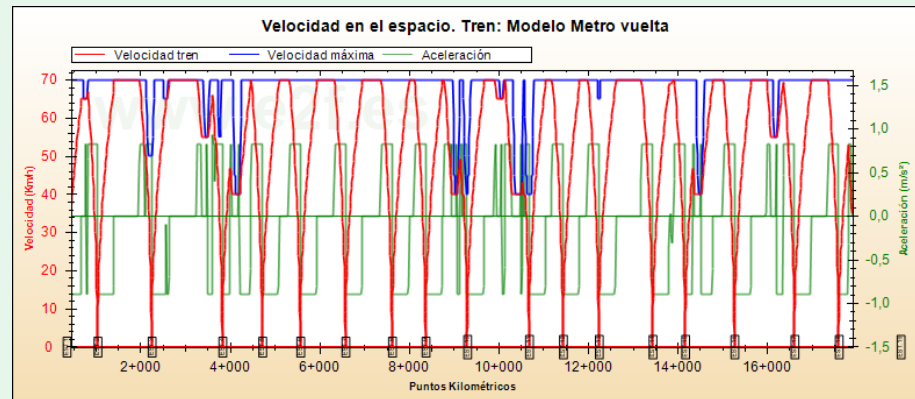
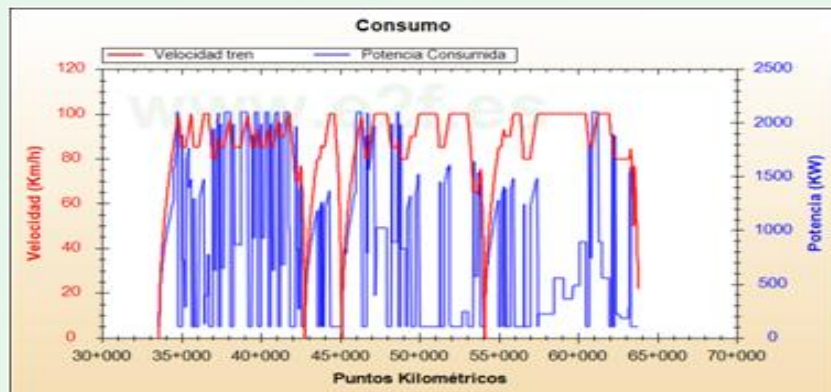
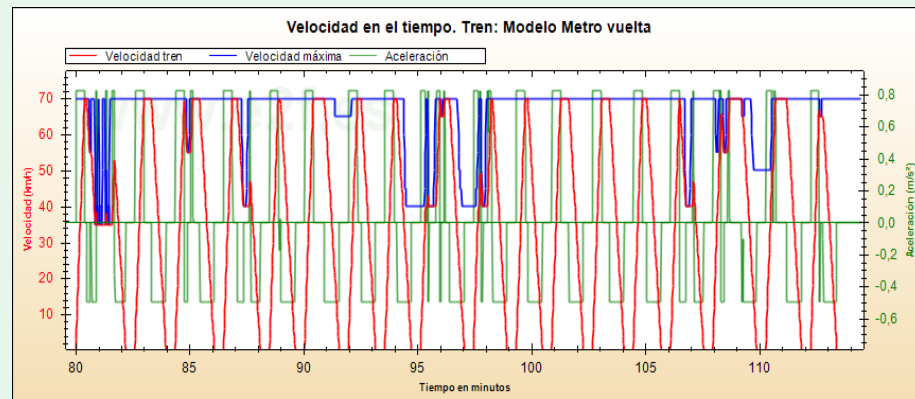
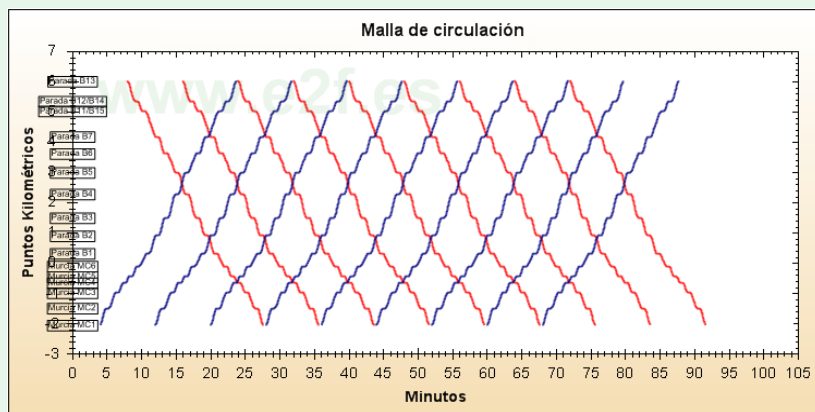
Resultados obtenidos por CECAT®



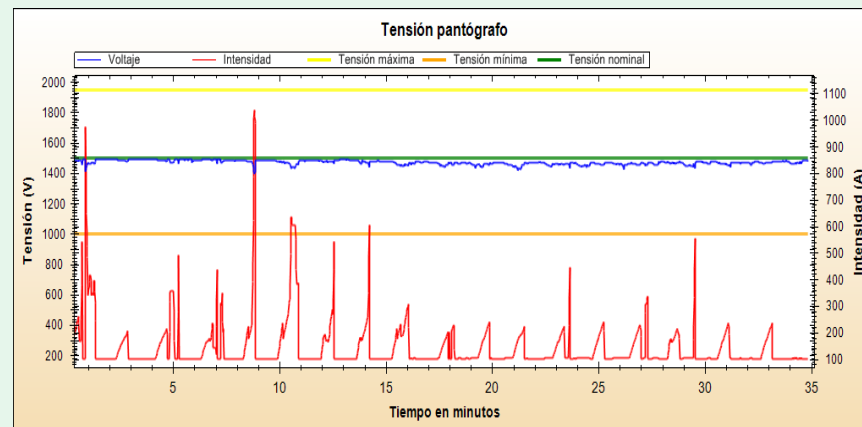
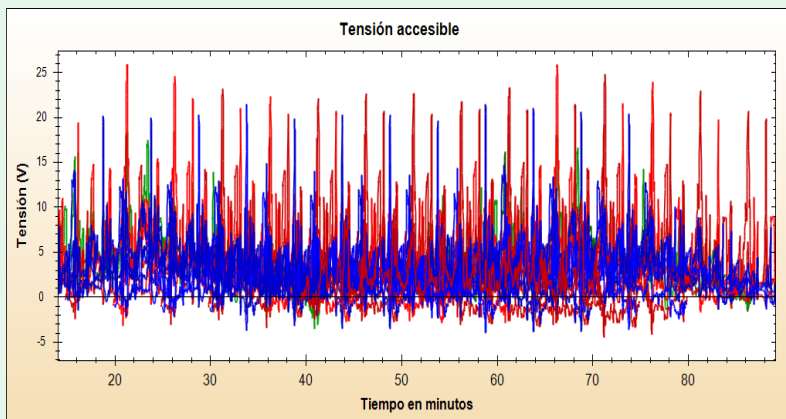
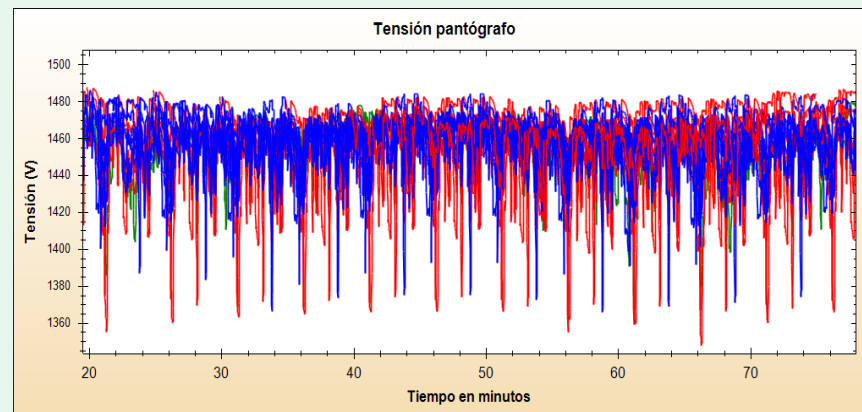
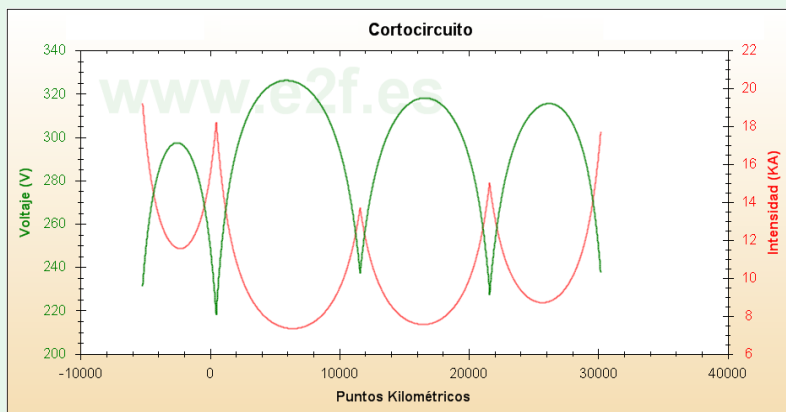
Resultados: Topográficos



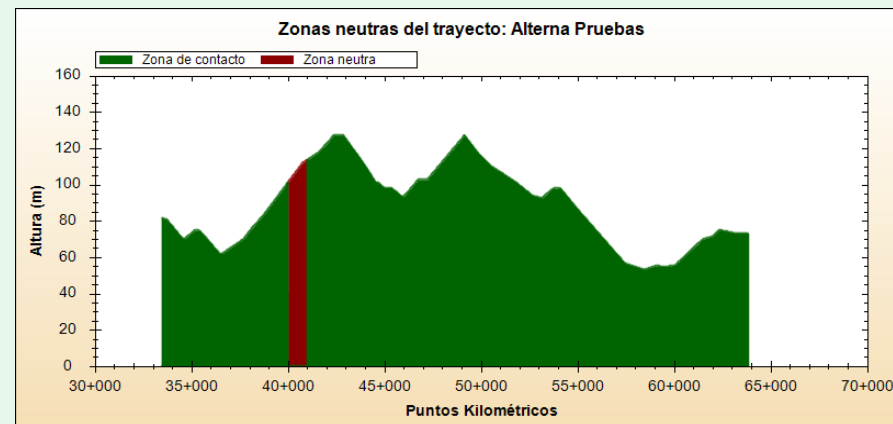
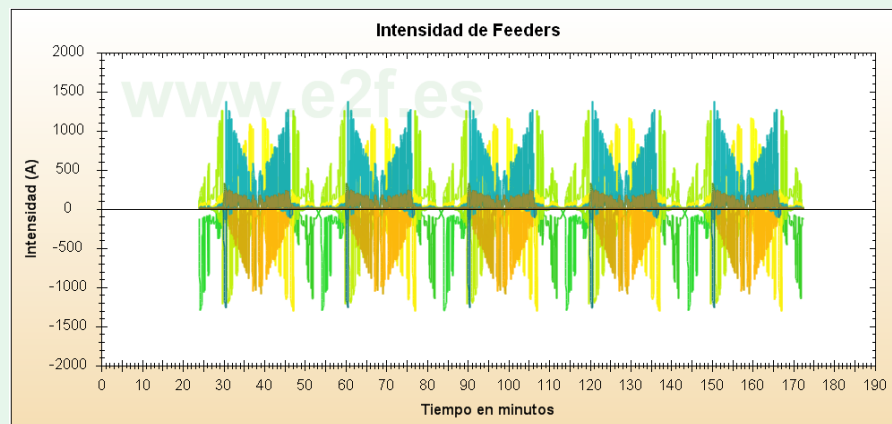
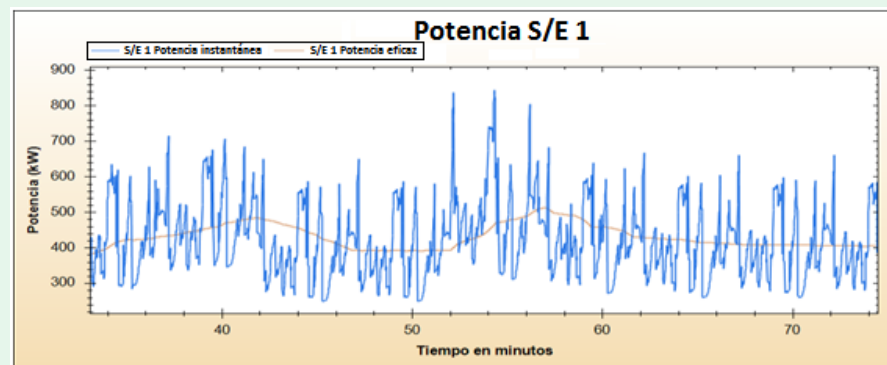
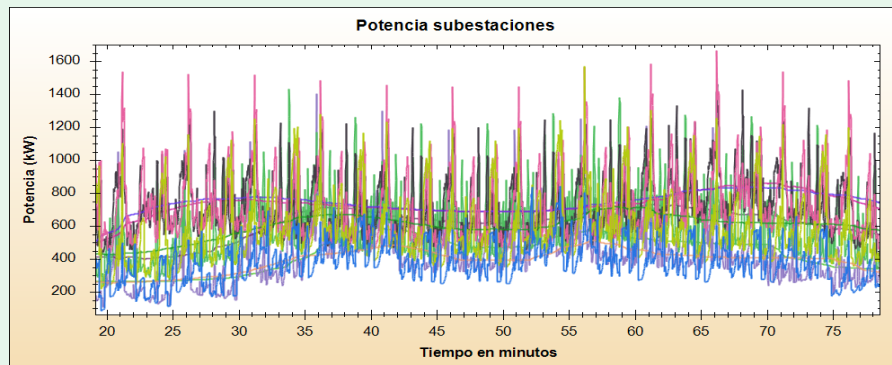
Resultados: Cinemáticos



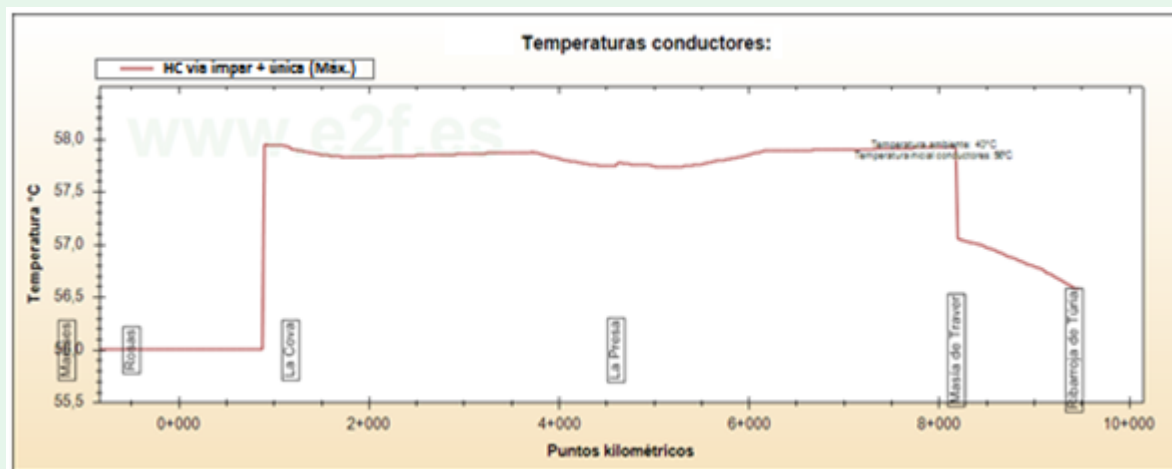
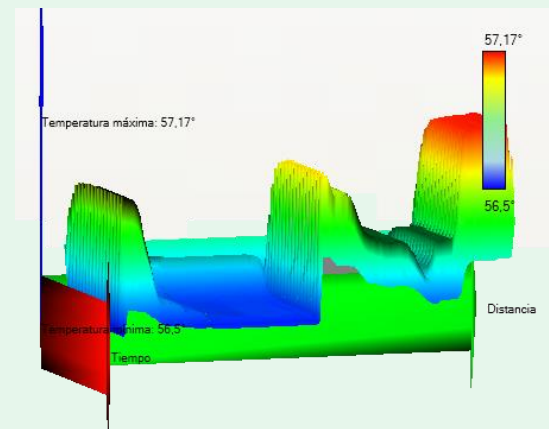
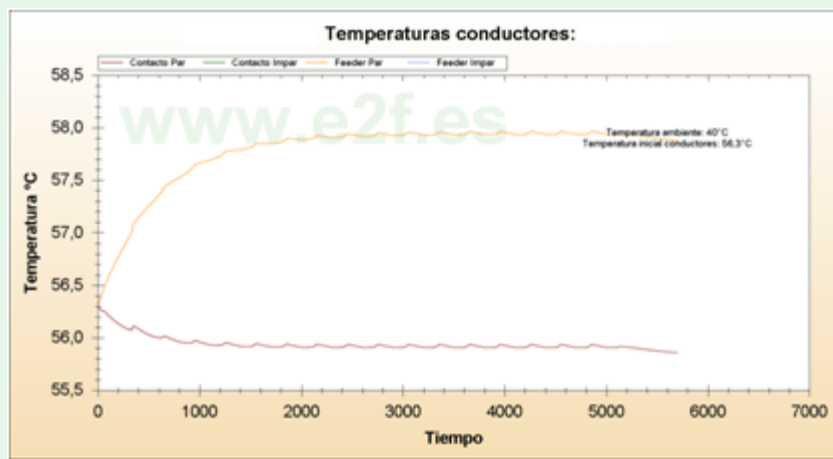
Resultados: Eléctricos



Resultados: Eléctricos



Resultados: Térmicos



Resultados: Frenado Regenerativo

Resultados

Potencia SS/EE
todos los trenes/ por tren

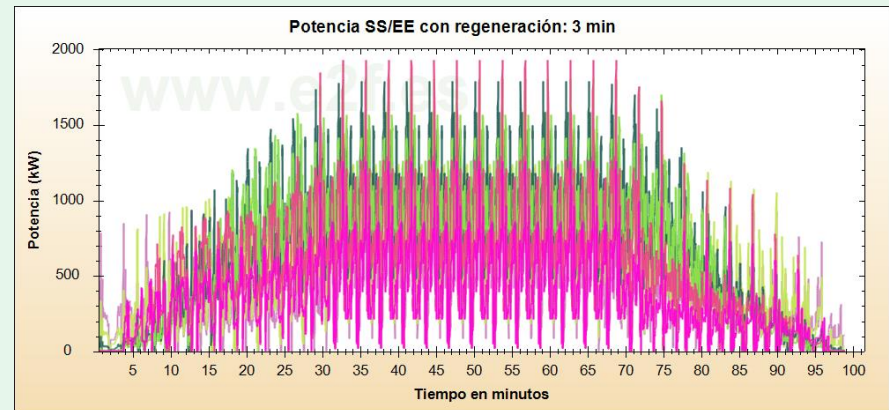
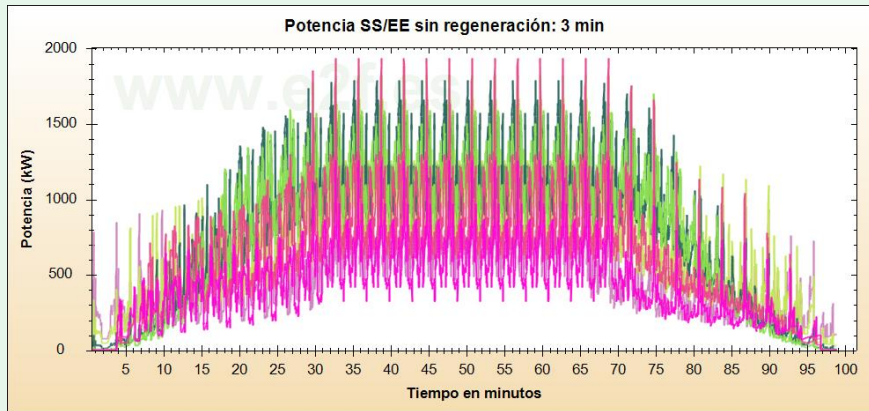
Tensiones en el pantógrafo
todos los trenes/ por tren
(en tiempo y espacio)

Valores de
Energía

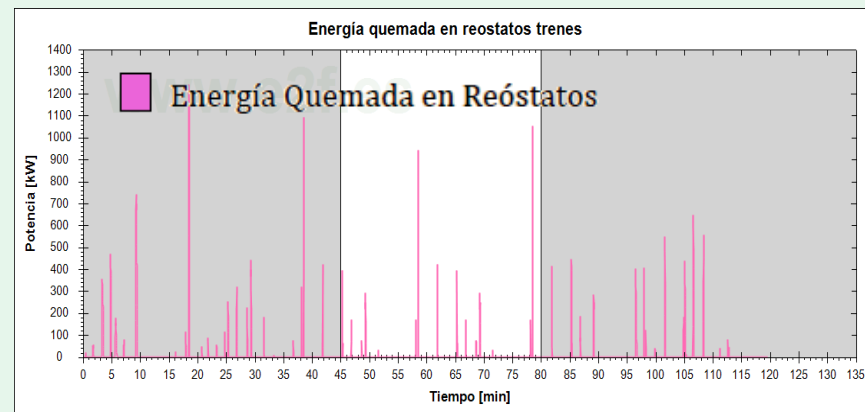
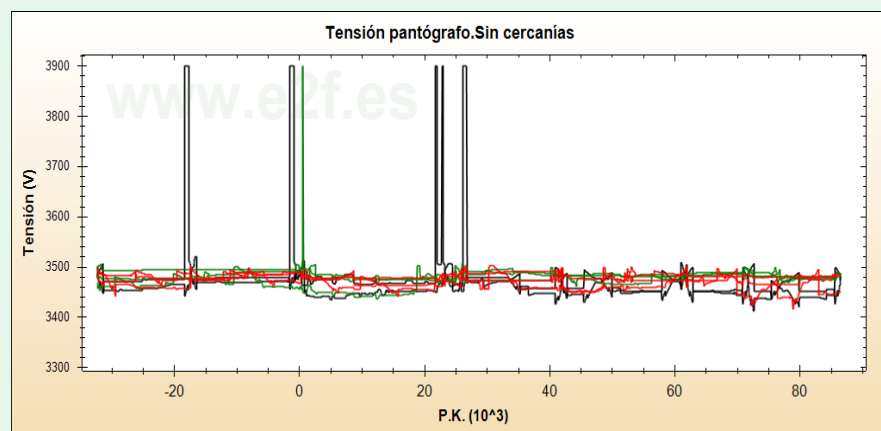
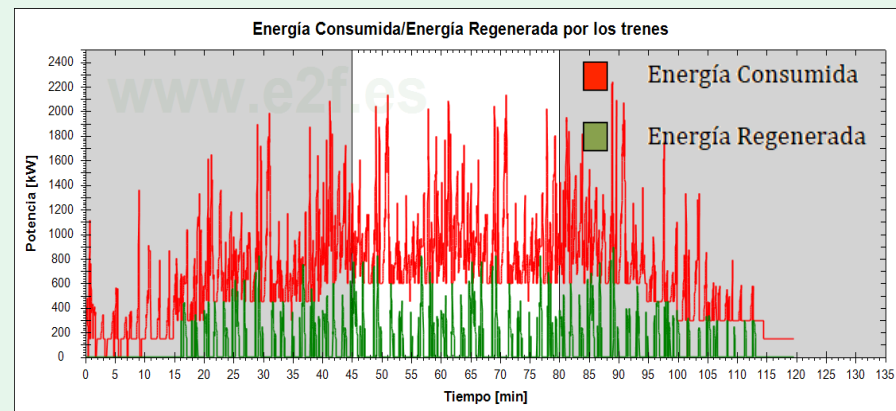
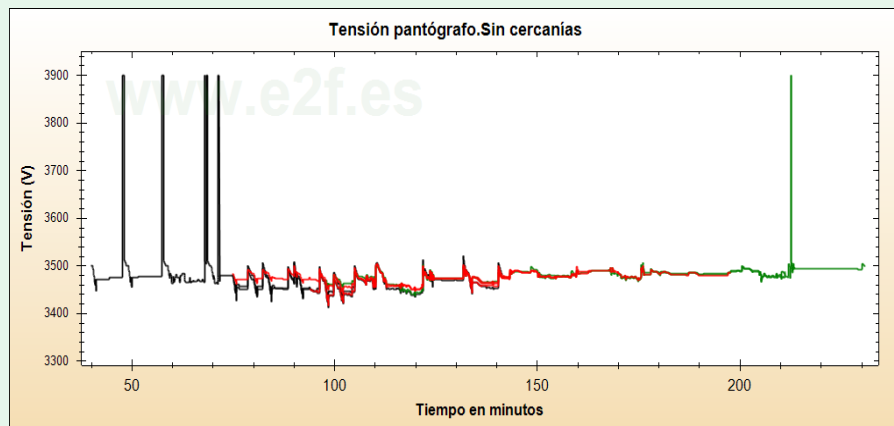
Estudio de implantación de
dispositivos de almacenamiento y
aprovechamiento de la energía
no utilizada en el sistema.

- Balance de energía en las subestaciones (Ahorro energético)
- Balance energético del sistema

Resultados: Potencia Subestaciones



Resultados: Tensiones y Energía



GRACIAS POR SU ATENCIÓN