

# Eficiência nos sistemas metroferroviários baseada em ferramentas de Simulação

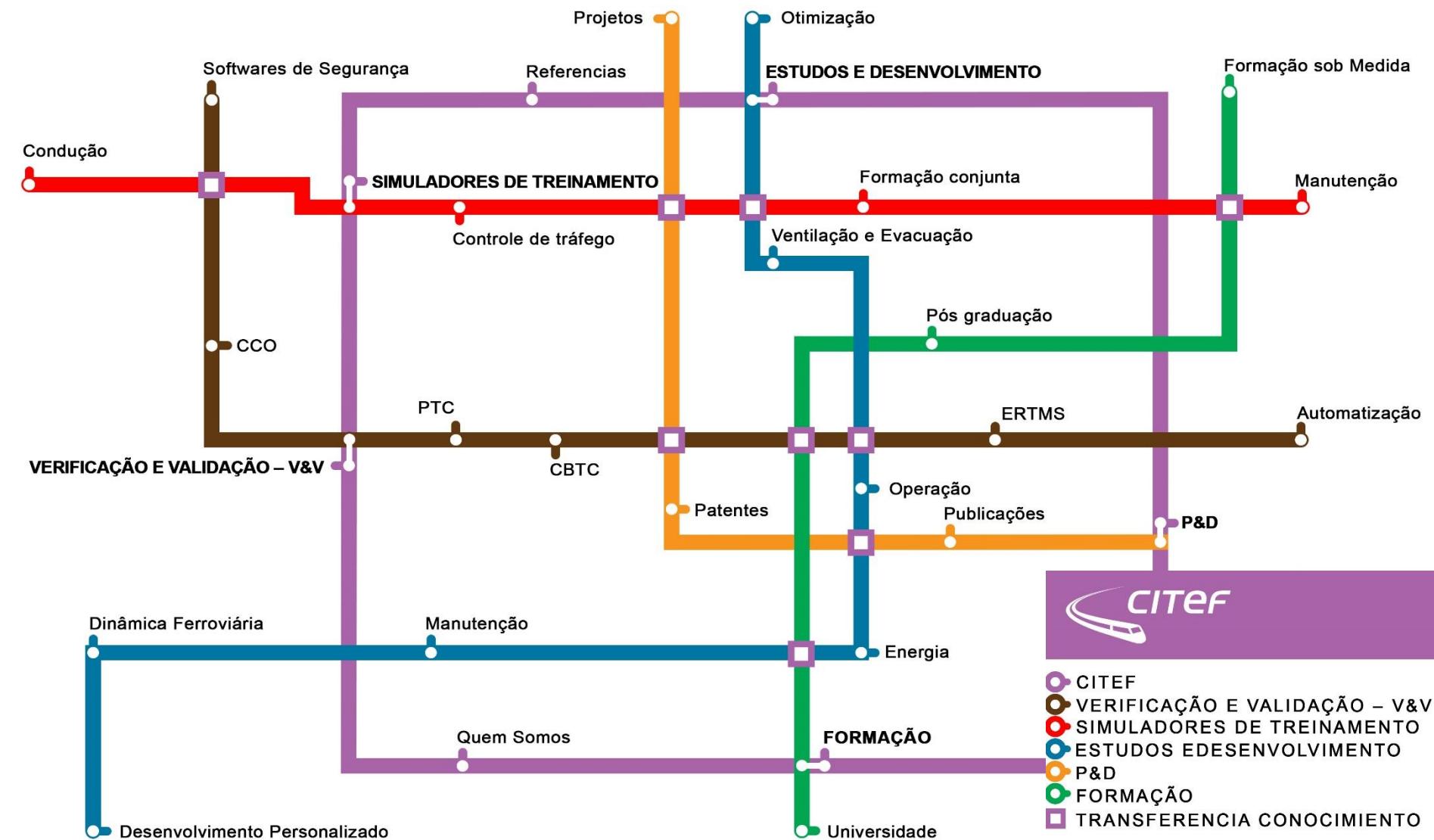
Prof. José Manuel Mera  
Diretor  
UPM - CITEF



[www.citef.es](http://www.citef.es)

## 22ª Semana de Tecnologia Metroferroviária





- CITEF
- VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO – V&V
- SIMULADORES DE TREINAMENTO
- ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO
- P&D
- FORMAÇÃO
- TRANSFERENCIA CONOCIMIENTO

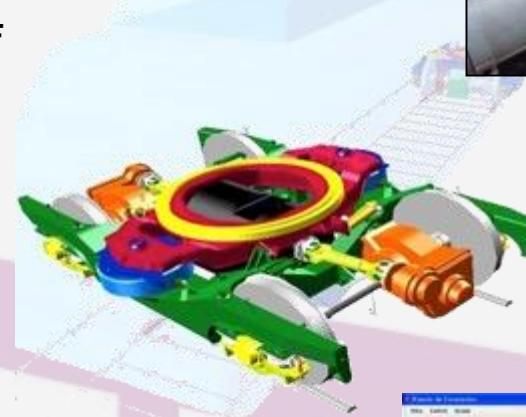


# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> DESCRIÇÃO GERAL

- O CITEF foi criado em 1997, e faz parte da Fundação para o Fomento da Inovação Industrial da Universidade Politécnica de Madrid
- Pessoal do Citef (ao redor de 40 pessoas)
  - 35 Doutores, Engenheiros, ... com dedicação total a projetos do CITEF
  - 5 Professores
- Áreas de trabalho e experiência:
  - Simuladores para treinamento
  - Validação e Verificação
  - Estudos e Desenvolvimento
  - P&D aplicados
  - Formação e docência
- Membro / Associado a:  
EURNEX, ECTRI, PTFE, IRSE, ERA, ALAMYS, UIC ...



POLITÉCNICA



F<sup>2</sup>I<sup>2</sup>

# PRINCIPAIS CLIENTES



- O Citef participa em projetos:
  - Nacionais
  - Europeus - Internacionais
  - Privados
  - Auto Financiados.

Metropolitano de Lisboa

Transports Metropolitans  
de Barcelona

## Modelo de Cliente – Parceiro

- Faturamento Médio: 3 M€ / ano

invensys.  
**WESTINGHOUSE**  
rail systems australia**THALES****eliop****ABENGOA****SIEMENS****CAF****CCR****ODEBRECHT****HITACHI**  
Inspire the Next

www.citef.es





# ATIVIDADE INTERNACIONAL... DESDE 2001



**ALSTOM**



**AMERICA  
DEL NORTE**



**METRONET**

**adif**

**TMB**

**UNDERGROUND**

**Metro**



**VLT**  
CONCESSIONARIA VLT  
CARIOCA S/A

**AMERICA  
DEL SUR**

**METRO**  
DE SANTIAGO

**BOMBARDIER**

**ODEBRECHT**

**renfe**

**THALES**

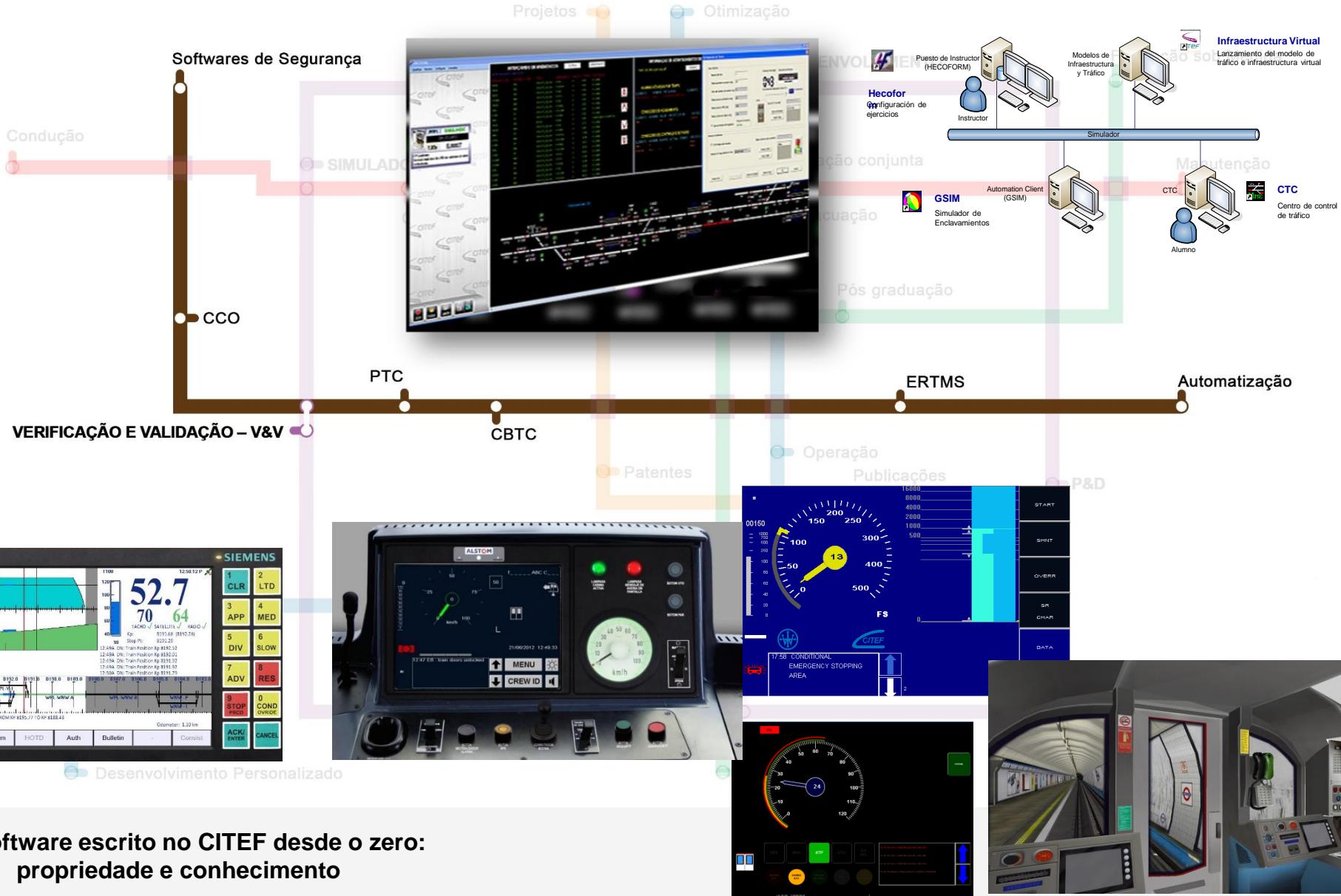
**SIEMENS**

**AnsaldoBreda**





# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO



Software escrito no CITEF desde o zero:  
propriedade e conhecimento



# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> SIMULADORES DE TREINAMENTO



Condução



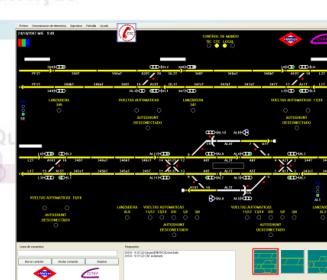
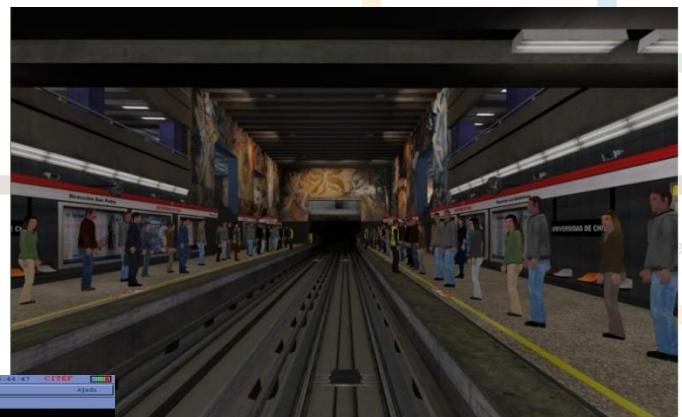
## SIMULADORES DE TREINAMENTO

Formação conjunta

Manutenção

Controle de tráfego

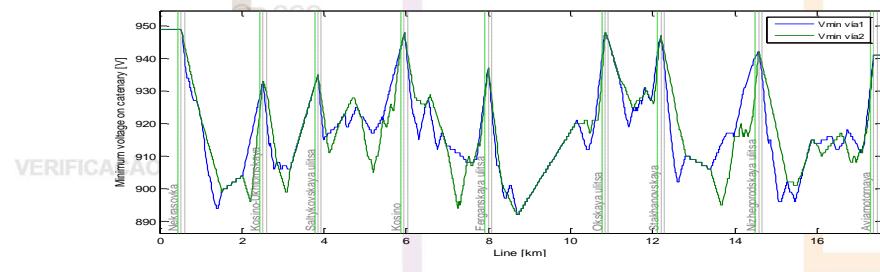
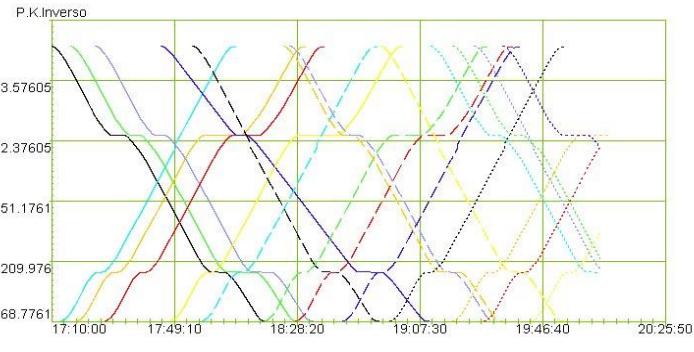
Ventilação e Evacuação



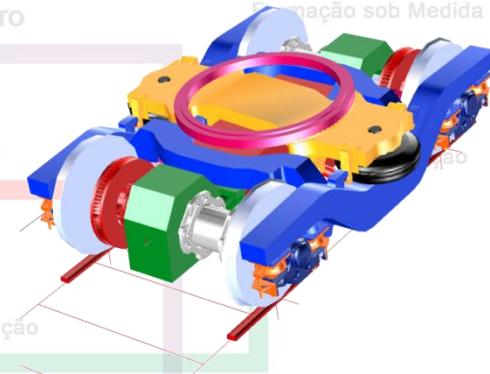
Software escrito no CITEF desde o zero:  
propriedade e conhecimento

F<sup>2</sup>I<sup>2</sup>

# ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO



Ventilação e Evacuação

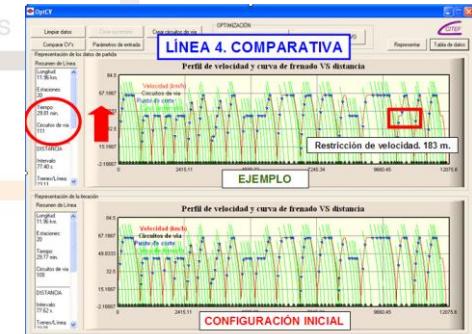


Pós graduação

ERTMS

Publicações

Operação



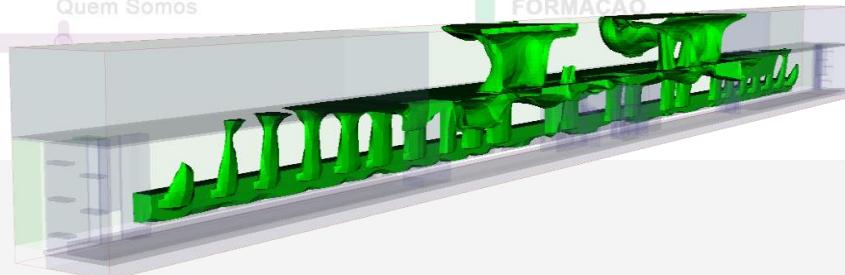
Dinâmica Ferroviária

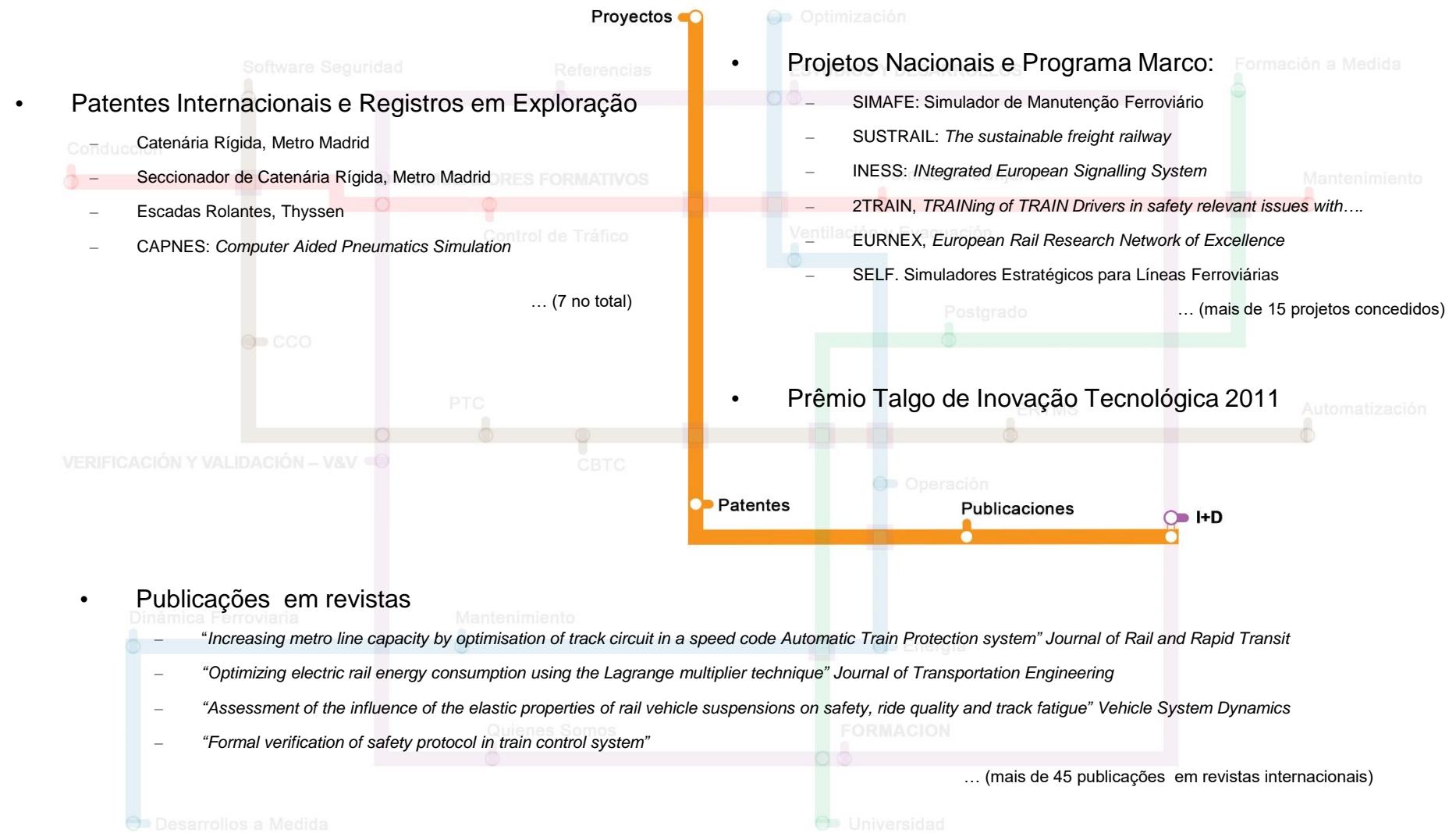
Manutenção

Energia

Quem Somos

Desenvolvimento Personalizado





- **Objetivos**

- Completar a formação de Engenheiros
- Aportar conhecimentos práticos a área ferroviária
- Desenvolver conhecimentos específicos das ferrovias
- Divulgar a multidisciplinariedade própria das ferrovias e a interrelação entre as tecnologias.

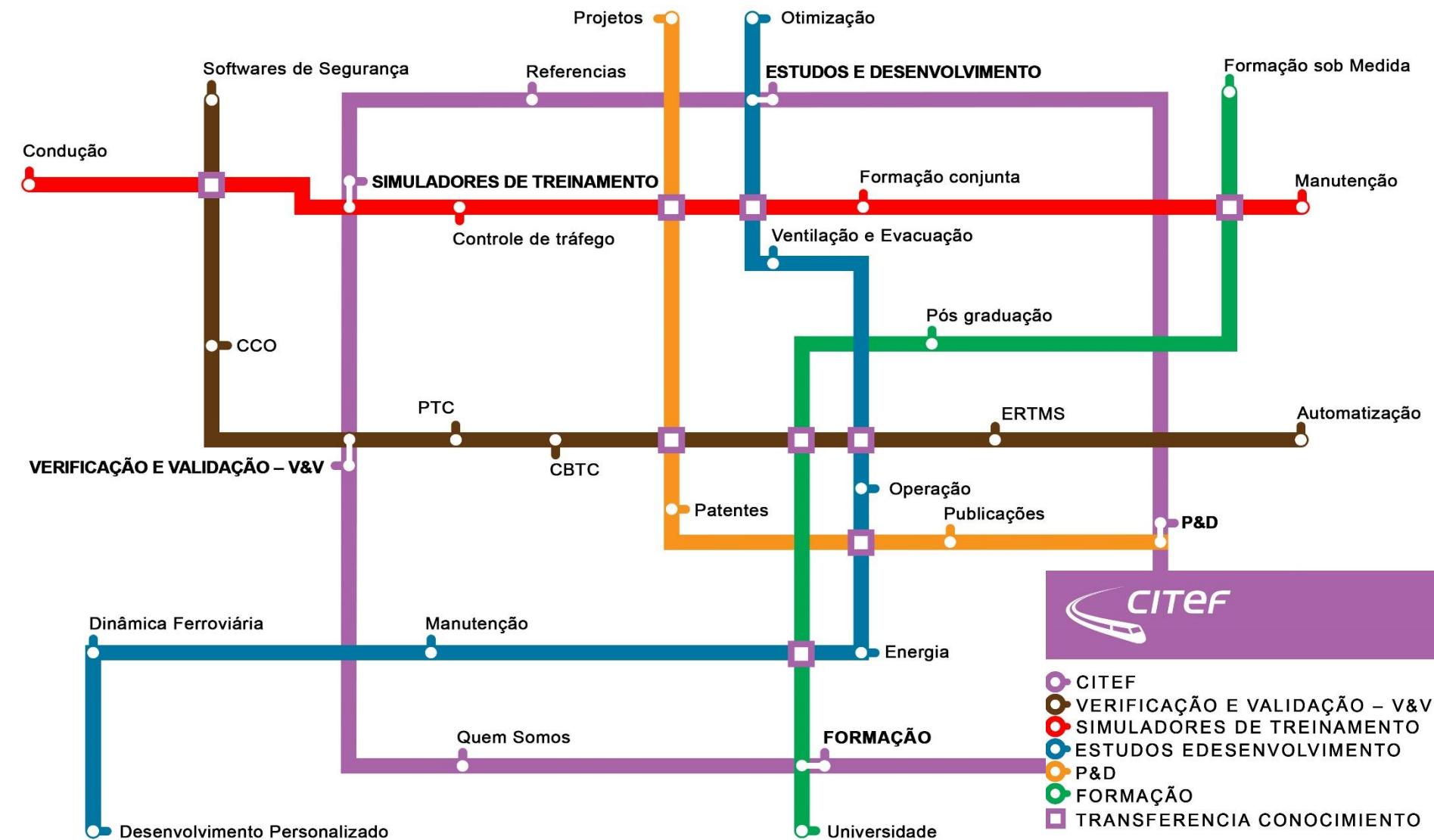
- **Cursos Ferrovias UPM**

- Pós graduação própria em Tecnologias Ferroviárias (30 créditos ECTS) aprovado

- Especialização em Tecnologias de Material Rodante Ferroviário.
- Especialização em Tecnologias de Instalações Ferroviárias. Somos
- Trabalhos de fim de curso.

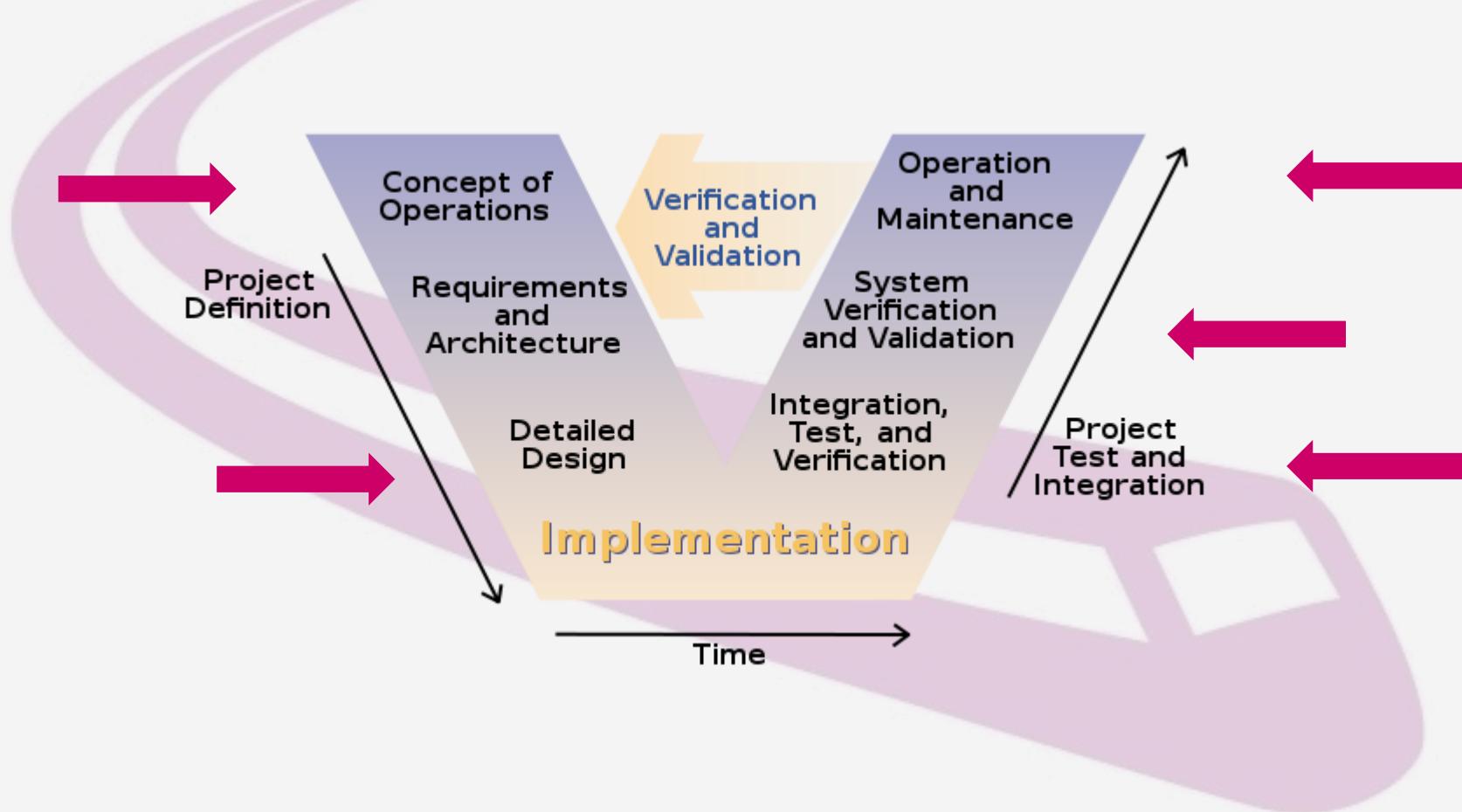
- **Formação sob Medida:**

- ADIF, ABB, THALES, METRO MADRID...

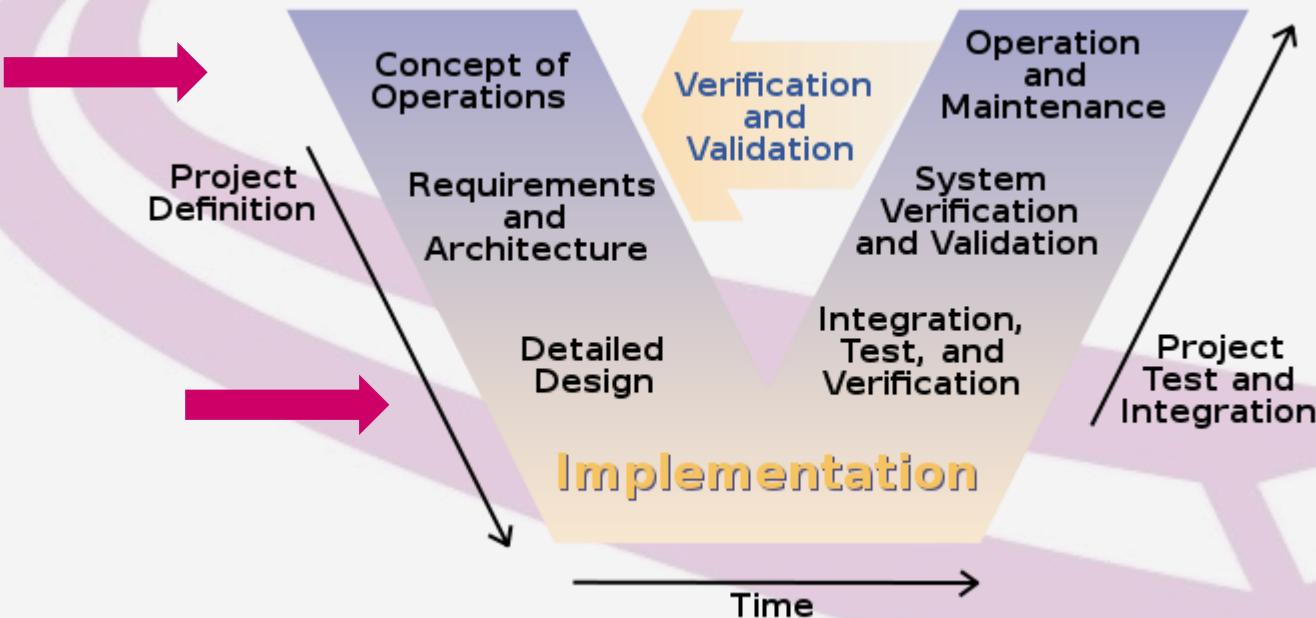


- CITEF
- VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO – V&V
- SIMULADORES DE TREINAMENTO
- ESTUDOS EDESENVOLVIMENTO
- P&D
- FORMAÇÃO
- TRANSFERENCIA CONOCIMIENTO

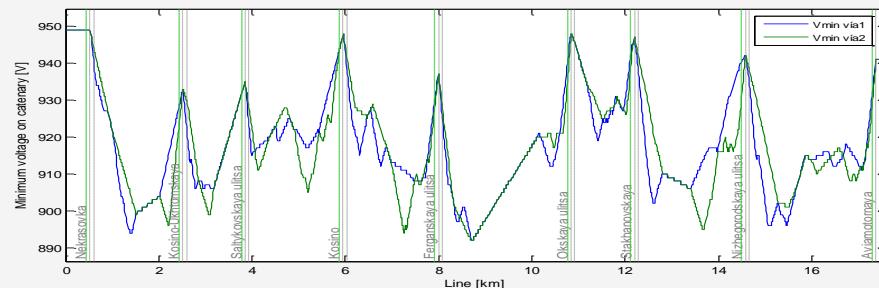
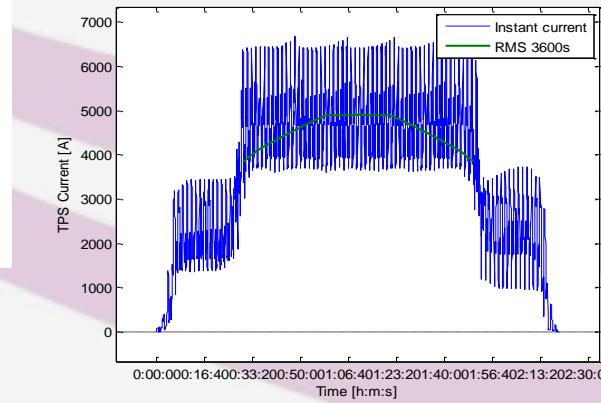
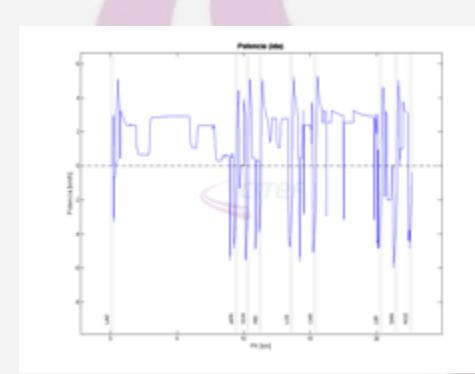
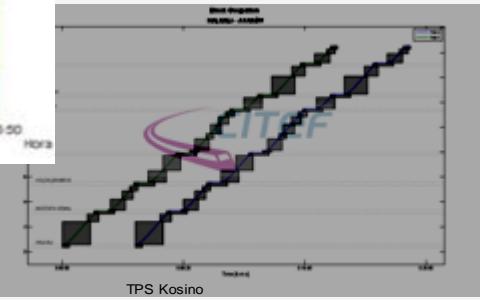
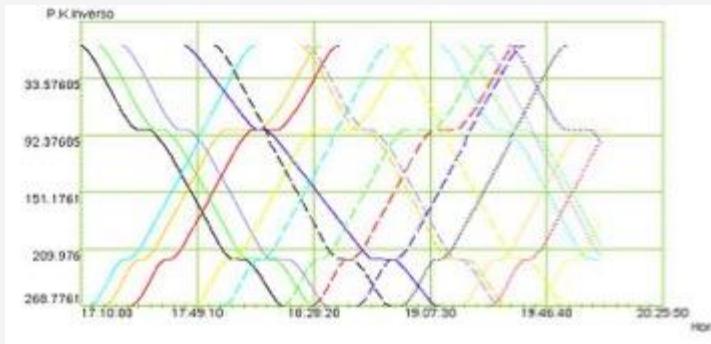
- Conseguimos melhorar a eficiência dos projetos, tanto em CAPEX como em OPEX, em vários momentos do ciclo de vida



- Eficiência no desenho:



*(Simulador Mecânico e Elétrico para o Projeto de Infraestrutura)*



- Cálculo de Parâmetros Operacionais**

- Movimento de trens (velocidade, consumo mecânico...),
- Intervalo de sinalização,
- Diagrama de ocupação de estacionamentos,
- Estudos de frota
- Optimização de operação
- Etc.

- Estudo Elétrico das linhas**

- Tipo e número de subestações (DC, AC 1x, AC 2x)
- Potência das subestações,
- Tensão em pantógrafos / fios de contato,
- Corrientes em cabos,
- Etc.

- Utilizado em más de 35 projetos de alta velocidade, metro, VLTs e ferrovias convencionais.**

# Referências de Uso do Software HAMLET

## Alta Velocidade

- Validação do plano funcional de vias e dimensionamento eléctrico
  - Tramo Madrid Lérida, 2025, Espanha
  - Tramo Lérida – Fronteira Francesa, 2025, Espanha
  - *Bypass* de Atocha entre Madrid – Sevilla e Madrid – Barcelona, Espanha
  - Linha Segovia – Valladolid, Espanha
  - Ramal da linha de alta velocidade Madrid – Sevilla, La Sagra – Toledo, Espanha
  - Linha Córdoba – Málaga, Espanha
  - Linha Bobadilha – Granada, Espanha
  - Linha Zaragoza – Huesca, Espanha
  - Posta em operação da linha Madrid – Valladolid, Espanha
  - Corredor do atlântico português: Lisboa – Oporto, Portugal
  - Acesso de Alta Velocidade ao Aeroporto de Lisboa, Portugal
  - Linha de Alta Velocidade Vigo-A Coruña, España
  - Linha de Alta Velocidade Valencia – Alicante, Espanha
  - Linha de Alta Velocidade Olmedo – Zamora – Lubián, Espanha
  - México DF – Queretaro, México
  - Pamukova – Kosekoy, Turquia
  - ...

# Referências de Uso de Software HAMLET

## Ferrovias Convencionais

- Validação do plano funcional de vias e dimensionamento elétrico
  - Simulação Exploração Ferro-minera do Orinoco, Venezuela
  - Linha Utrera-Aeroporto de Jerez, Espanha
  - Simulação Exploração El Palito – Morón, Venezuela
  - Simulação Exploração Soterramento Linha Sarmiento, Argentina
  - Linha Parvomai -Kapa Kule, Bulgária
  - Linha Torrellano – Crevillante, Espanha
  - Linha Guarenas – Guatire, Venezuela
  - Linha San Fernando – San Juan, Venezuela
  - Linha de cercanías San Diego, USA
  - Linha de cercanías Sant Louis, USA
  - Linha Chaguaramas – Cabruta, Venezuela
  - Otimização Soterramento Linha Sarmiento, Argentina
  - Linha atual Sarmiento, Argentina
  - Linha Mitre, Argentina
  - El Cairo – Alexandria, Egípto
  - Caracas . La Guaíra, Venezuela
  - Whitfords – Cockburn Central, Australia
  - Línea Beni Suef-Asyut, Egípto
  - México – Toluca, México
  - Ponte de conexão de Bahrein ao sistema ferroviário GCC (Cooperation Council for the Arab States of the Gulf).
  - ...

# Referências de Uso de Software HAMLET

## Metros e VLTs

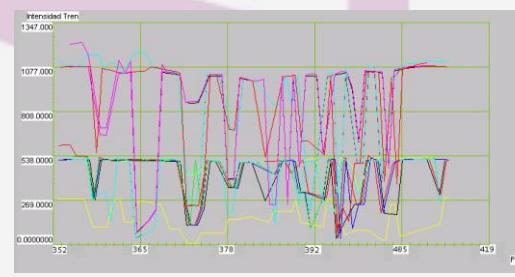
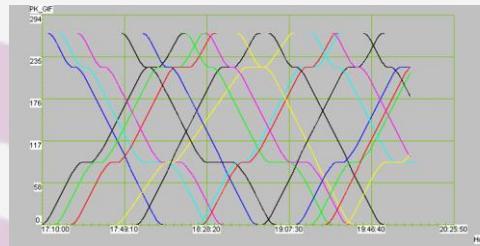
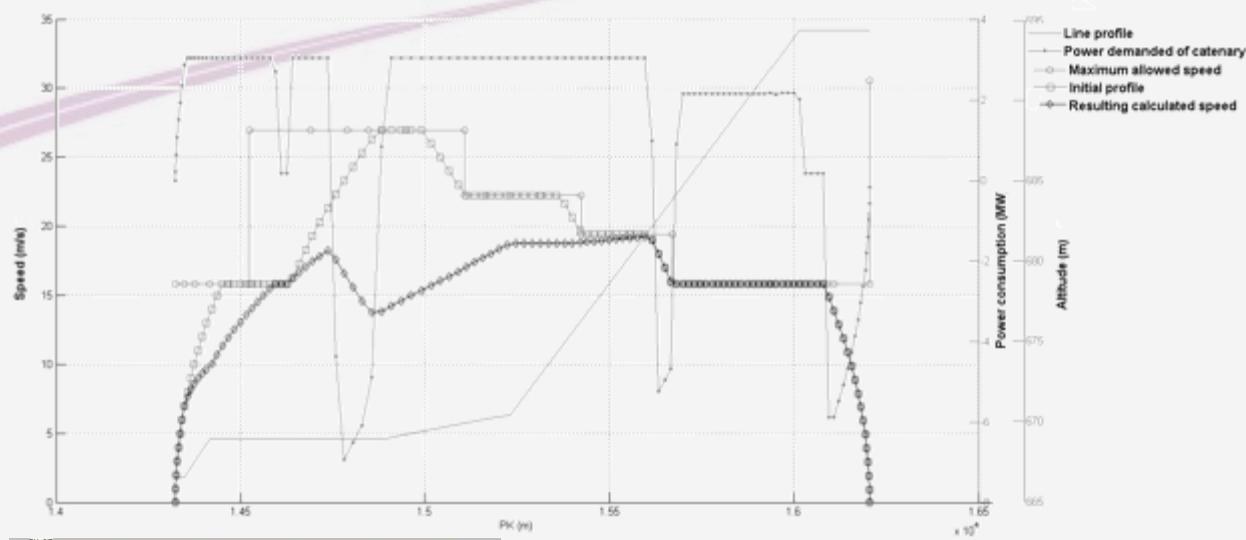
- Validação do plano funcional de vias e dimensionamento elétrico
  - Metro Los Teques L1 e L2, Venezuela
  - VLT de Tenerife, Espanha
  - Línea 5 *Transports Metropolitans de Barcelona*, Espanha
  - Línea 4 *Transports Metropolitans de Barcelona*, Espanha
  - Línea 3 de Metro de Bilbao, Espanha
  - Línea 1 de Metro de Sevilla, Espanha
  - Línea 5 Metro de Caracas, Venezuela
  - Metro Los Teques L3, Venezuela
  - Metro de Panamá, Línea 1, Panamá
  - Optimização Dimensionamento L5 Metro Caracas, Venezuela
  - Líneas 2 e 3 Metro de Maracaibo, Venezuela
  - Metro de Moscou, Rússia
  - Corredor Hugo Chavez, Maracaibo, Venezuela
  - Metrô Belo Horizonte, Linha 1, Brasil
  - Metrô Belo Horizonte, Linha 2, Brasil
  - Metrô Bogotá, Linha 1, Colômbia
  - Metrô Bahía, Linha 1, Brasil
  - Metrô Bahía, Linha 2, Brasil
  - Estudo de situações degradadas, Linhas 1, 2 e 3 Metro Los Teques. Venezuela.
  - Metrô de São Paulo, Línea 5, Brasil
  - Metrô de São Paulo, Línea 17 (monoriel), Brasil
  - ...



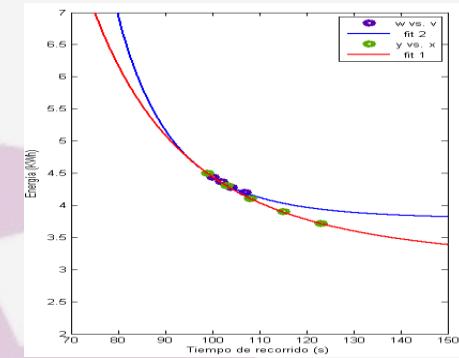
# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> Planejamento frente a criterios energéticos



- **Objetivo:** estratégia orientada a eficiência energética entre a geração e as instalações disponíveis
- **Justificativa:** as decisões planejadas nem sempre obedecem aos consumos elétricos, a intensidade de corrente nos condutores nem à potência aparente das subestações
- **Aplicação:** a ferramenta permite obter o plano convencional e submete-lo ao juízo de valor entre o rendimento da gestão e o consumo.
- **Variáveis:** potência, tempo de viagem e velocidade de circulação



PLAN EXPLORAÇÃO

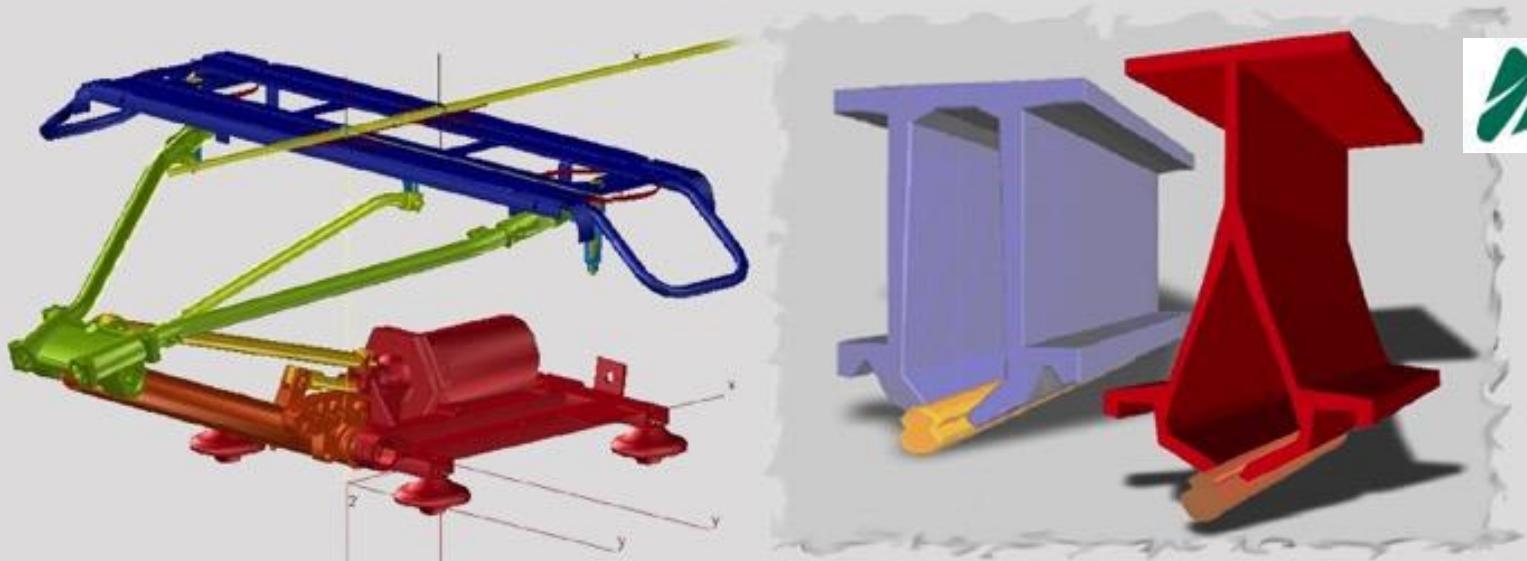
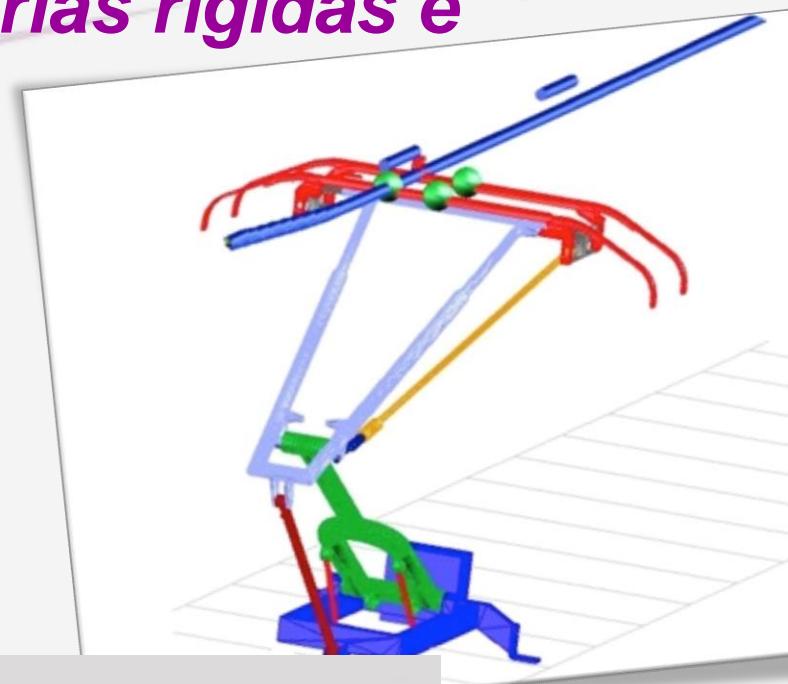
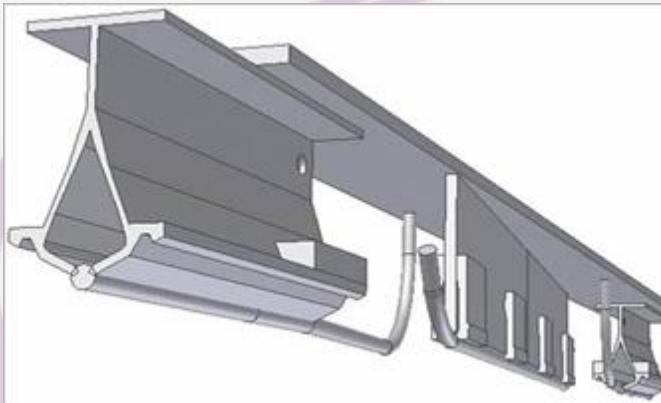


ÍNDICE DE CONSUMO

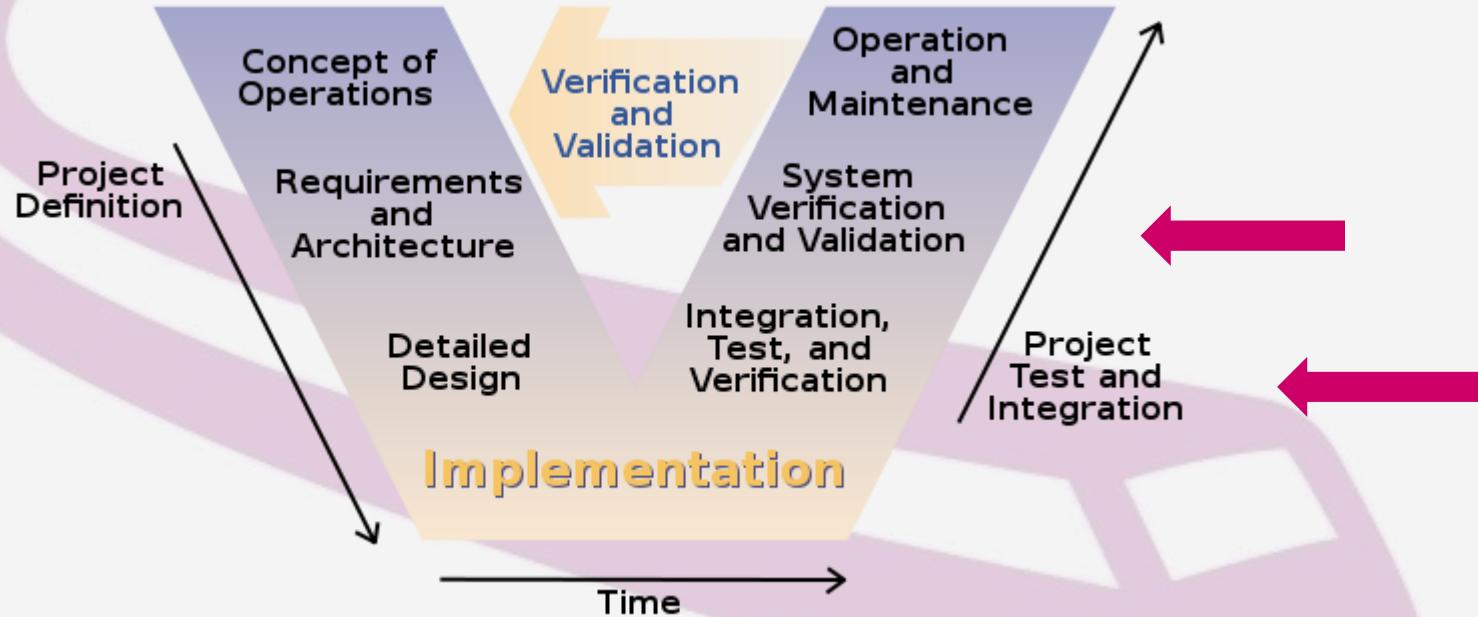
Publicação:

“Optimizing Electric Rail Energy Consumption Using the Lagrange Multiplier Technique”

# Projeto e estudos de catenárias rígidas e flexíveis



- Eficiência nos testes:

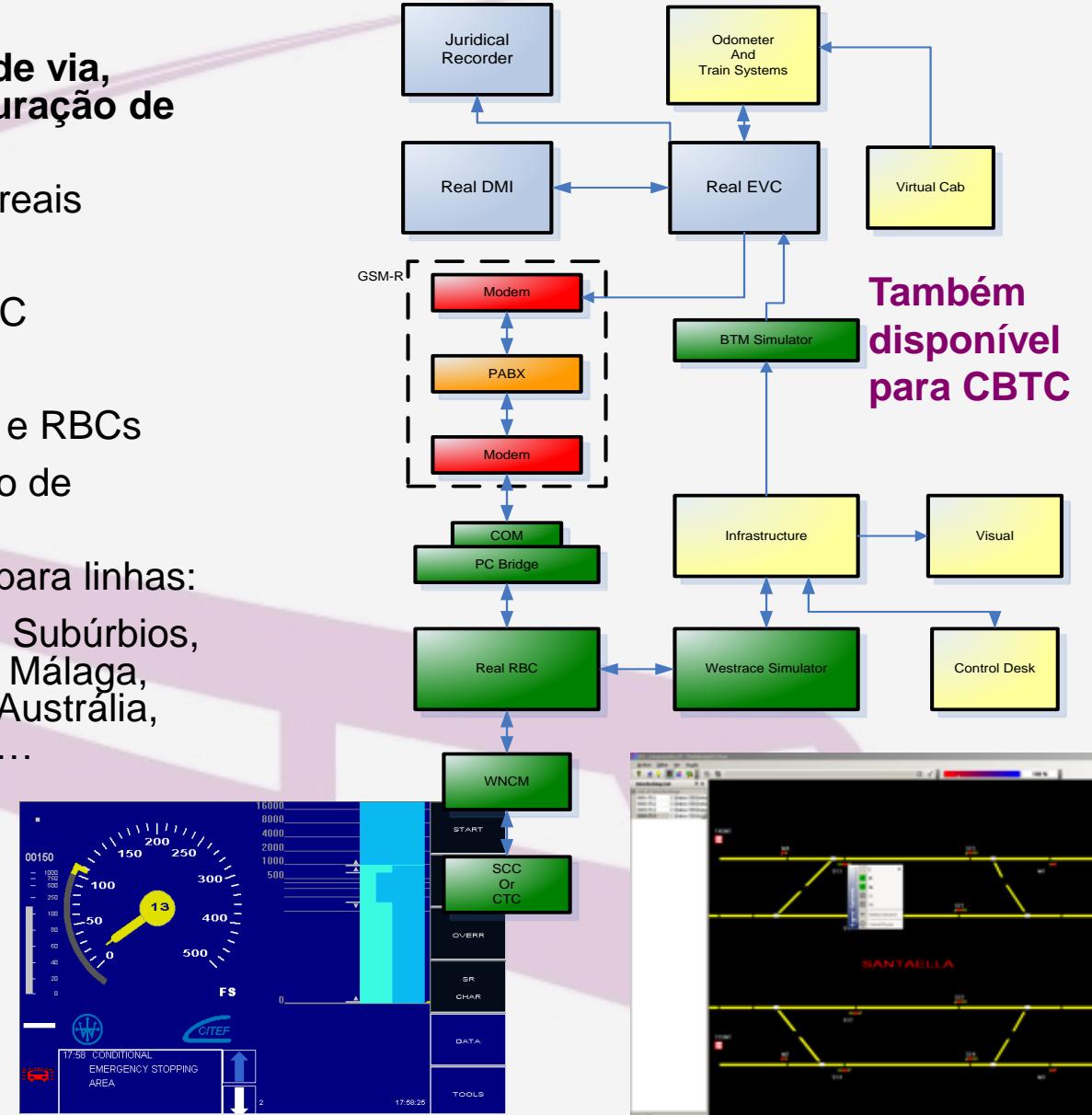




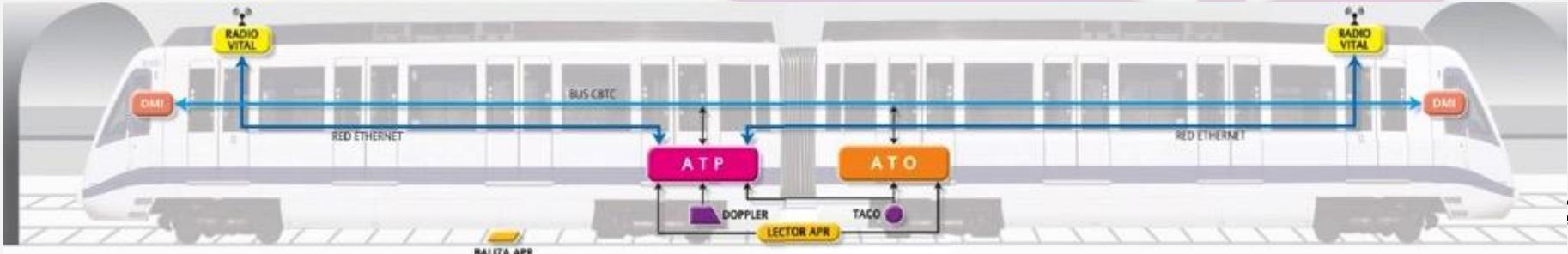
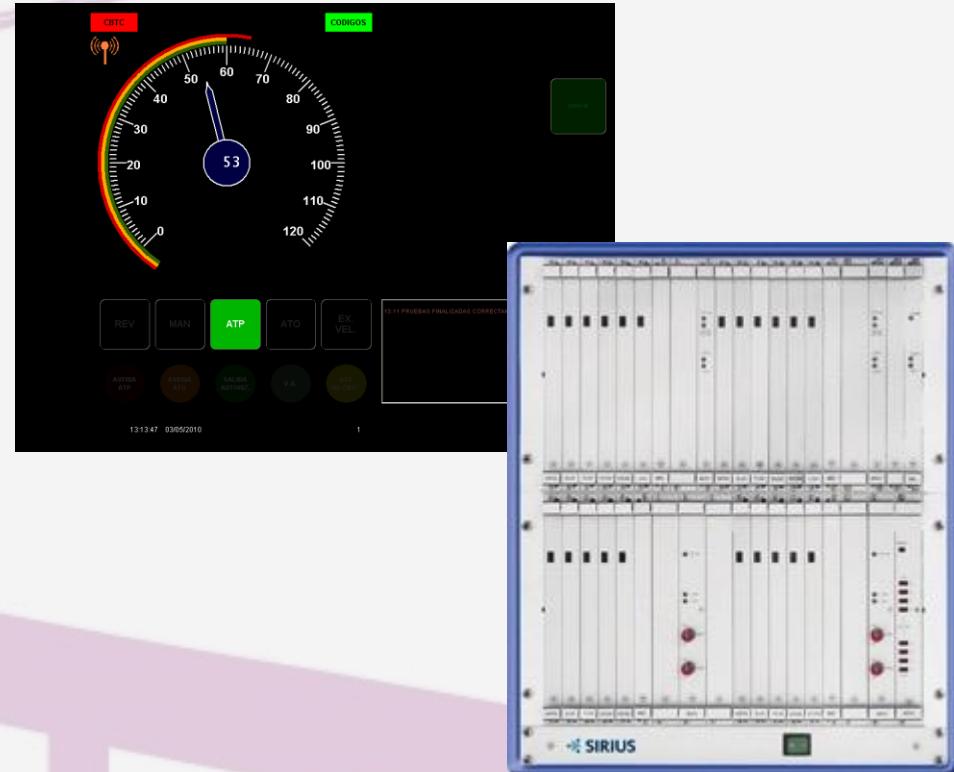
# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> Sistema Integrado para teste de equipamentos e dados de linhas ERTMS



- ◆ V&V em laboratório, antes de via, porém com dados e configuração de via
- ◆ Integração de equipamentos reais
  - ◆ Host / target:
  - ◆ EVD, DMI, RBC, I/L, SCC
- ◆ Dados reais de línea
  - ◆ Análise de dados, LEUs e RBCs
- ◆ trens automáticos para estudo de capacidade e rendimento
- ◆ Configuração de *Test Bench* para linhas:  
Linha Piloto Espanha, Madrid Subúrbios, Madrid – Levante, Córdoba – Málaga, Ankara – Konia, Línea Piloto Austrália, Subúrbios da Nova Zelândia ...



- ◆ V&V em laboratório, antes da via real, porém com dados e configuração de via
- ◆ Integração de equipamentos reais
  - ◆ Host / target:
  - ◆ ATP, DMI, ATO, BP, I/L, SCC
- ◆ Dados reais da linha
  - ◆ Análise de dados
- ◆ trens automáticos para estudo de capacidade
- ◆ Configuração de *Test Bench* para linhas: Madrid, Cingapura, São Paulo, Caracas, Marmaray, Chongqing, Sentosa ...

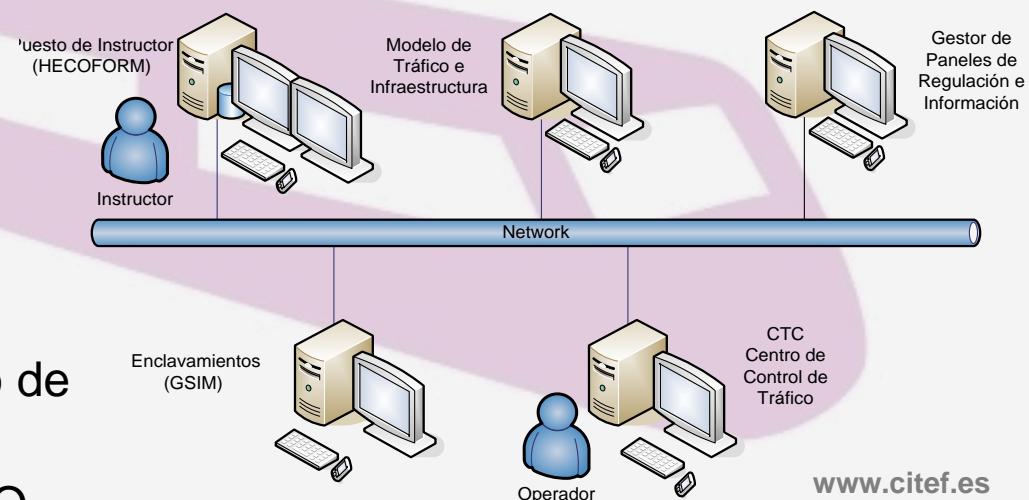
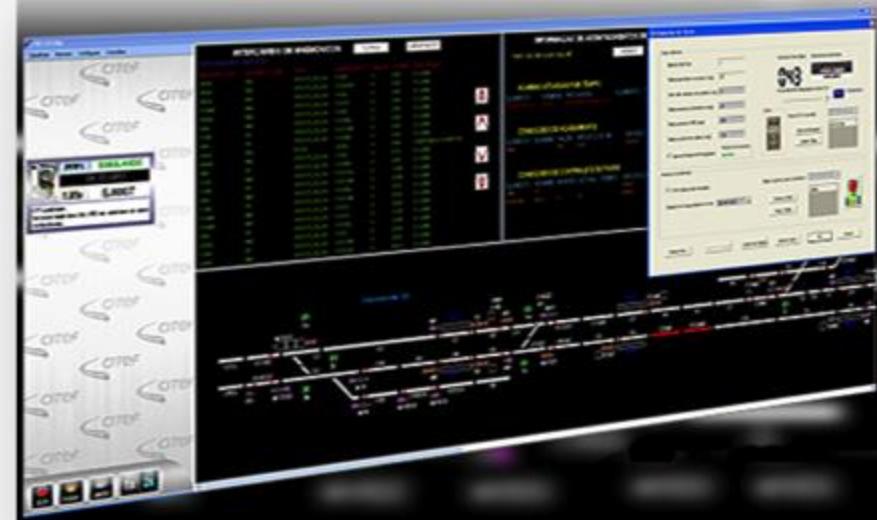




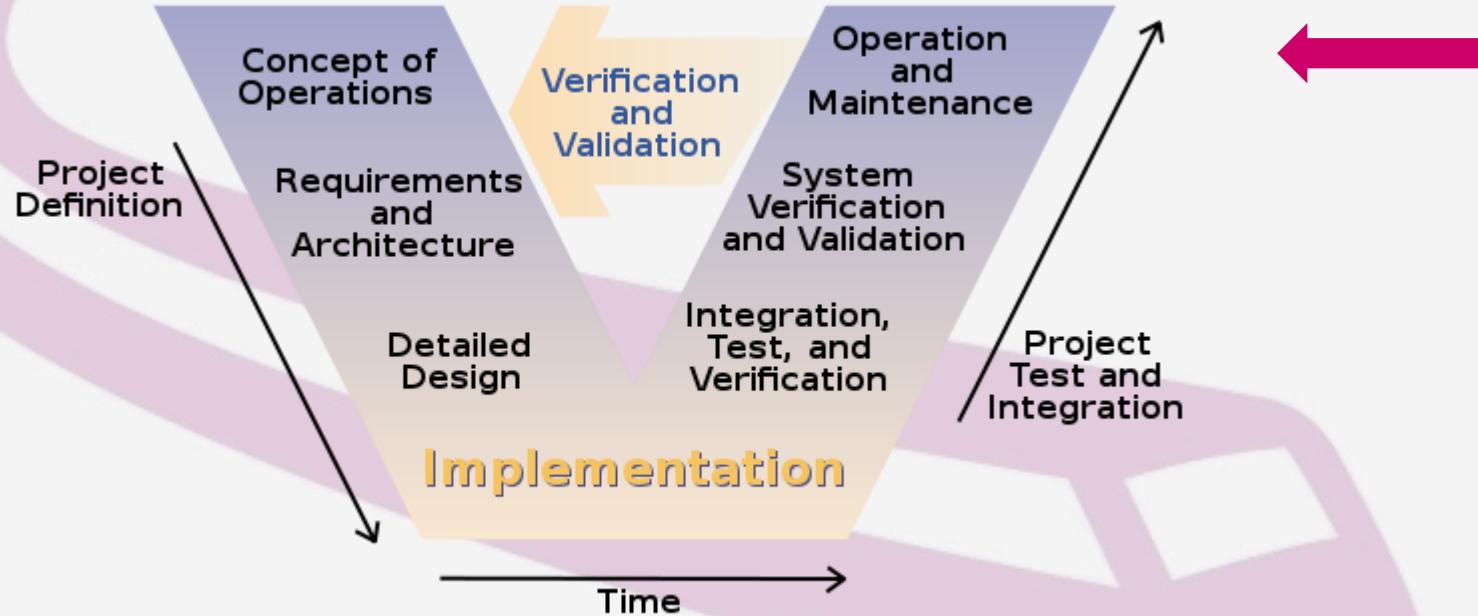
# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> Simulador testes e Formação ATS – CCO

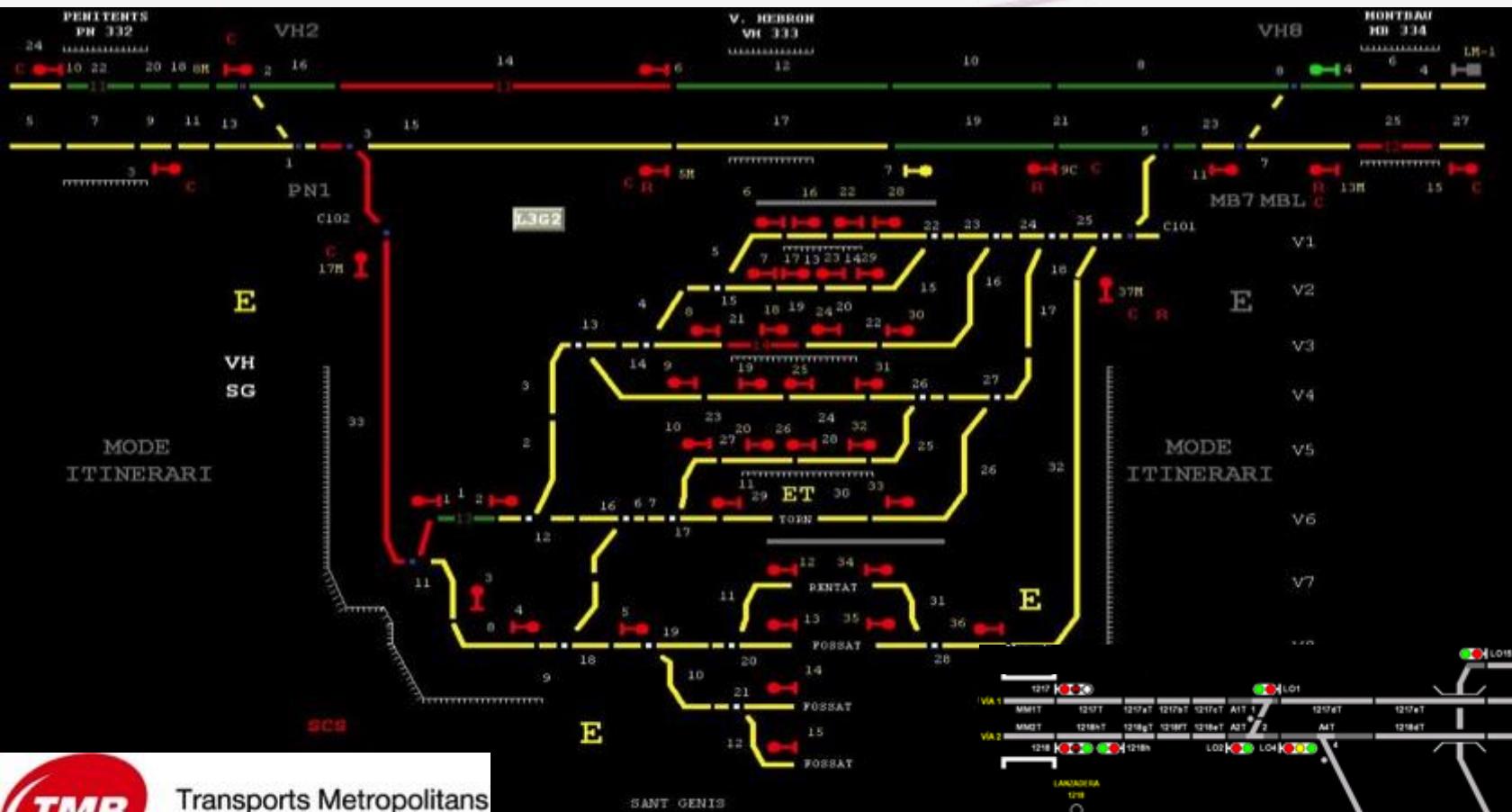


- Ambiente de validação completo para ATS-CCO e intertravamentos
- Simula a linha e os elementos de campo
- Simula o tráfico de trens
- Integra os intertravamentos y/o ATS-CCO reais.
- Gestão a entrada e saída de informação entre os elementos de via e os intertravamentos
- Integra no simulador a gestão real de os Painéis de Teleinformação
- Utilizado em Lisboa, Refer, Caracas, Cingapura, Marmaray, Madrid ...
- Ferramenta versátil que permite:
  - Teste de ATS-CCO e Regulação de trens
  - Formar operadores del ATS-CCO



- Eficiência nas operações e na manutenção:

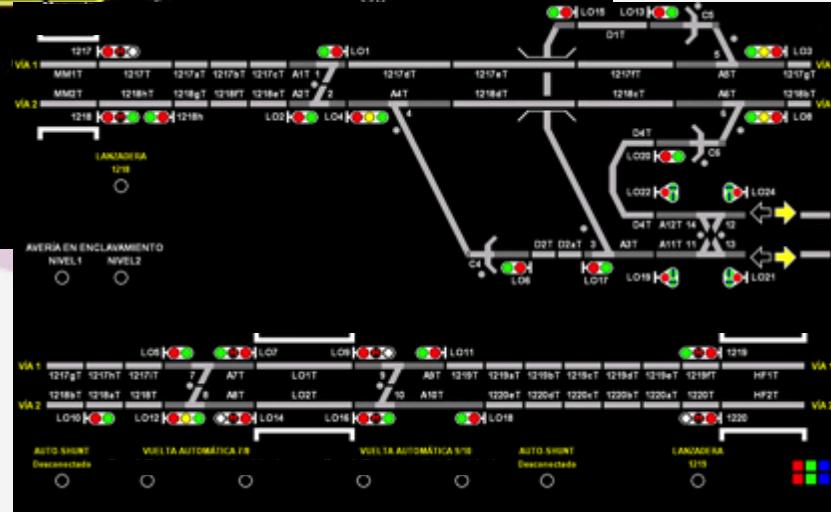




Transports Metropolitans  
**de Barcelona**



**METRO**  
DE SANTIAGO





# F<sup>2</sup>I<sup>2</sup> Simuladores: Formação de Condutores Mini Cabine de comando Virtual



# Simuladores: Formação de Condutores Reprodução de Console

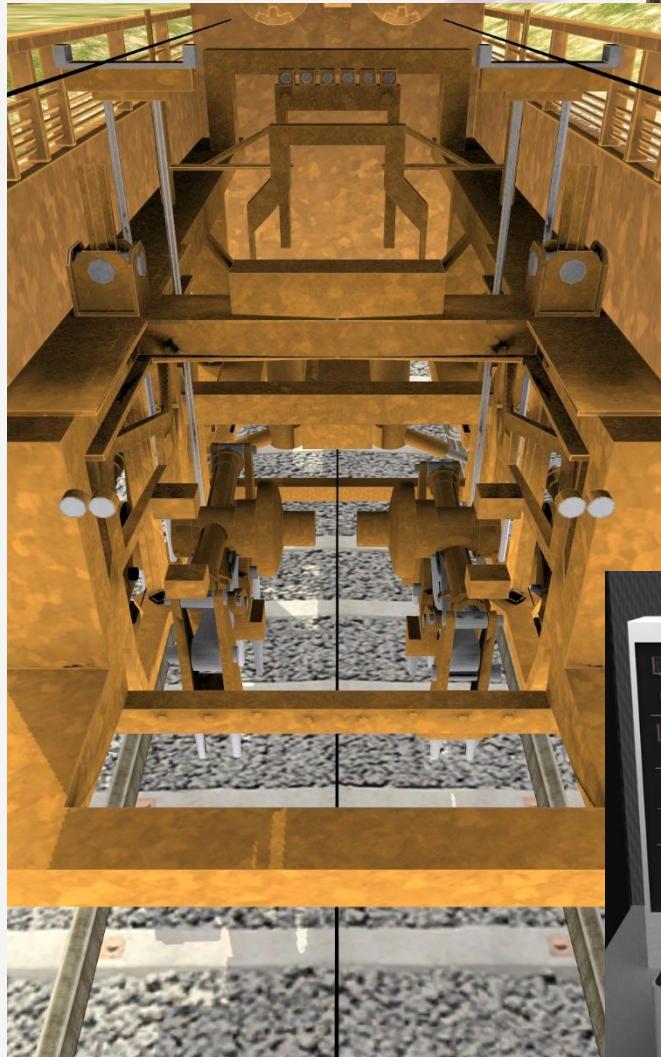




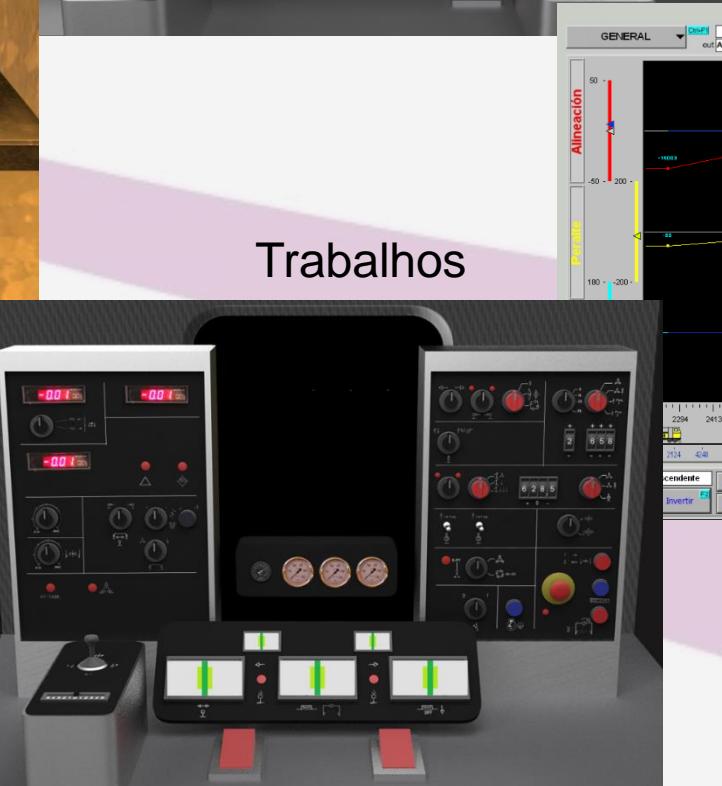


## SOCADORA DE LASTRO

- Cliente: VIAS e Ministerio Innovación Espanha

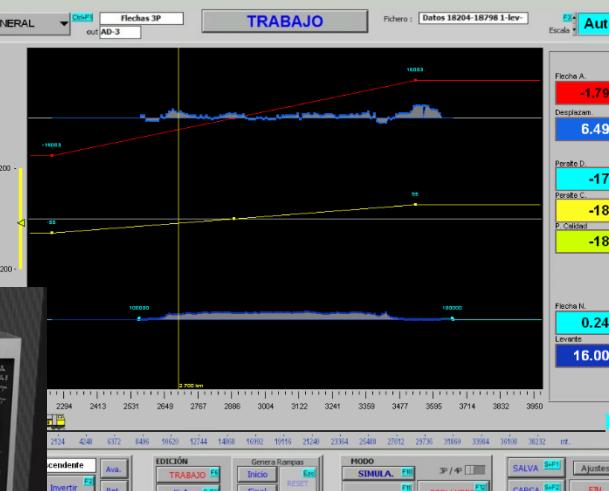


Condução



Trabalhos

Dados de Via





Asociación Latinoamericana  
de  
Metros y Subterráneos



[www.citef.es](http://www.citef.es)

## Eficiência nos sistemas metroferroviários baseada em ferramentas de Simulação

Prof. José Manuel Mera  
Diretor  
UPM - CITEF

# OBRIGADO!

