

Agência Ferroviária Europeia

Guia de aplicação da ETI ENE

**Nos termos do Mandato-quadro C(2010)2576 final de
29/04/2010**

Referência da ERA:	ERA/GUI/07-2011/INT
Versão da ERA:	2.00
Dados	16 de outubro de 2014

Documento elaborado por	Agência Ferroviária Europeia Rue Marc Lefrancq, 120 BP 20392 F-59307 Valenciennes Cedex França
Tipo documento: do	Guia
Estatuto documento: do	Público

Índice

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO DO PRESENTE GUIA.....	4
1.1. Âmbito de aplicação	4
1.2. Conteúdo do Guia	4
1.3. Documentos de referência.....	4
1.4. Definições, abreviaturas e acrónimos	4
2. GUIA DE APLICAÇÃO DA ETI ENE	5
2.1. Preâmbulo.....	5
2.2. Requisitos essenciais.....	5
2.3. Características do subsistema.....	5
2.3.1. Tensão e frequência (secção 4.2.3)	6
2.3.2. Parâmetros de desempenho do sistema de alimentação elétrica (secção 4.2.4)	6
2.3.3. Capacidade de corrente, sistemas c.c., comboio parado (secção 4.2.5)	7
2.3.4. Frenagem por recuperação (secção 4.2.6)	8
2.3.5. Disposições de coordenação da proteção elétrica (secção 4.2.7).....	8
2.3.6. Harmónicas e efeitos dinâmicos em sistemas c.a. de alimentação de energia de tração (secção 4.2.8)	8
2.3.7. Geometria da catenária (secção 4.2.9)	9
2.3.8. Gabari do pantógrafo (secção 4.2.10)	10
2.3.9. Força de contacto média (secção 4.2.11)	11
2.3.10. Requisitos relativos ao comportamento dinâmico e à qualidade da captação de corrente (secção 4.2.12)	11
2.3.11. Espaçamento dos pantógrafos (secção 4.2.13)	12
2.3.12. Zonas de separação (secções 4.2.15 e 4.2.16)	13
2.3.13. Sistema em terra de recolha de dados energéticos (secção 4.2.17).....	14
2.4. Interfaces	14
2.4.1. Interface com o subsistema «material circulante»	14
2.4.2. Exploração e gestão do tráfego	17
2.5. Componentes de interoperabilidade (CI)	17
2.6. Avaliação da conformidade	18
2.6.1. Generalidades	18
2.6.2. Componente de interoperabilidade – catenária.....	18
2.6.3. Subsistema «energia»	19
2.6.4. Avaliação das conceções de catenária existentes – esclarecimentos.....	20
2.6.5. Avaliação das disposições de proteção contra choques elétricos (4.2.18).....	23
2.6.6. Esclarecimento adicional do quadro B.1 – Verificação CE do subsistema «energia».....	23
2.7. Aplicação	24
2.7.1. Generalidades	24
2.7.2. Plano de aplicação – tensão e frequência (secção 7.2.2).....	24
2.7.3. Plano de aplicação – geometria da catenária (secção 7.2.3)	24



2.7.4. Sistema de recolha de dados energéticos instalado em terra (secção 7.2.4) 25

1. ÂMBITO DE APLICAÇÃO DO PRESENTE GUIA

1.1. Âmbito de aplicação

1.1.1. O presente documento é um dos anexos do «Guia de aplicação das Especificações Técnicas de Interoperabilidade». Fornece informações sobre a aplicação da Especificação Técnica de Interoperabilidade para o «subsistema energia – locomotivas e material circulante de passageiros», adotada pelo Regulamento da Comissão (Regulamento (UE) da Comissão 1301/2014 (UE) (a seguir designada por ETI ENE).

1.1.2. O guia deve ser sistematicamente lido e utilizado em conjunto com a ETI ENE, cuja aplicação pretende facilitar, sem todavia a substituir.
A parte geral do «Guia de Aplicação das ETI» também deve ser tida em consideração.

1.2. Conteúdo do Guia

1.2.1. No capítulo 2 do presente documento, apresentam-se excertos do texto original da ETI ENE, destacados em caixas de texto com fundo sombreado e seguidos de um texto explicativo.

1.2.2. O guia não se debruça sobre todas as disposições da ETI ENE, mas apenas sobre aquelas que necessitam de explicações adicionais.

1.2.3. A aplicação destas orientações é voluntária: o guia não impõe quaisquer outros requisitos para além dos estabelecidos na ETI ENE.

1.3. Documentos de referência

Os documentos de referência são indicados em notas de rodapé no Regulamento da Comissão e seus anexos (ETI ENE), bem como na parte geral do «Guia de aplicação das ETI».

1.4. Definições, abreviaturas e acrónimos

As definições, abreviaturas e acrónimos utilizados podem ser consultados no apêndice G da ETI ENE e na parte geral do «Guia de aplicação das ETI».

2. GUIA DE APLICAÇÃO DA ETI ENE

2.1. Preâmbulo

O domínio geográfico de aplicação da ETI ENE é a rede do sistema ferroviário da União Europeia na sua globalidade, tal como definido no artigo 2.º do Regulamento.

Importa salientar, como observação de carácter geral, que a ETI não deve ser considerada como um manual de conceção, nem como uma lista completa das avaliações a efetuar antes de iniciar a exploração do subsistema. O processo de entrada em serviço de quaisquer instalações fixas é objeto da legislação nacional relativa à construção e à entrada em funcionamento, que abrange todos os elementos, incluindo os que não estão abrangidos pelo domínio de aplicação da ETI.

Os requisitos estabelecidos na ETI só incluem os elementos importantes do ponto de vista da interoperabilidade para a compatibilidade do subsistema «energia» (definido na Diretiva Interoperabilidade) com os veículos ferroviários conformes com a ETI.

Nas linhas existentes, o objetivo é avançar, à medida que o trabalho vai sendo realizado, para a plena conformidade com ETI ENE. Esse trabalho pode ser efetuado elemento a elemento durante um longo período, como se prevê no n.º 1 da secção 7.3.2.

2.2. Requisitos essenciais

Os requisitos essenciais abrangem:

- a segurança,
- a fiabilidade e disponibilidade,
- a proteção da saúde,
- a proteção do ambiente,
- a compatibilidade técnica
- a acessibilidade

e são abordados no capítulo 3 da ETI.

2.3. Características do subsistema

As secções seguintes remetem para as secções correspondentes da ETI.

2.3.1. Tensão e frequência (secção 4.2.3)

- 1) *A tensão e a frequência do subsistema «energia» devem ser as indicadas numa das alíneas seguintes, consoante especificado no capítulo 7:*
 - 25 kV c.a. 50 Hz;
 - 15 kV c.a. 16,7 Hz;
 - 3 kV c.c.; ou
 - 1,5 kV c.c.
- 2) *Os valores e os limites da tensão e da frequência devem ser os indicados na EN 50163:2004, secção 4, para o sistema utilizado.*

A grande diversidade dos sistemas de alimentação da corrente de tração existentes e o facto de os veículos concebidos para circular em mais de um sistema de tração constituírem o estado atual da técnica tornam a migração para um único sistema economicamente inviável.

Por conseguinte, é permitido aplicar os sistemas 25 kV c.a., 50 Hz; 15 kV c.a., 16.7 Hz; 3 kV c.c. ou 1.5 kV c.c. em subsistemas novos, adaptados ou renovados, tendo em conta as disposições da secção 7 da ETI (ver também secção 2.7.2 do presente guia).

Os parâmetros de tensão e frequência aplicáveis a estes sistemas são indicados na EN 50163:2004.

Nas linhas com velocidade superior a 250 km/h, apenas são permitidos sistemas c.a. devido à elevada energia solicitada pelos comboios (secção 7.2.2. «Plano de migração – tensão e frequência» da ETI ENE).

A secção 2.7 do presente guia fornece informações sobre a aplicação da ETI.

2.3.2. Parâmetros de desempenho do sistema de alimentação elétrica (secção 4.2.4)

- *Corrente máxima admissível no comboio*

A conceção do subsistema «energia» deve assegurar a capacidade da fonte de alimentação para obter o desempenho especificado e permitir a exploração de comboios de potência inferior a 2 MW sem limitação de potência ou de corrente.

Para evitar custos desnecessários com o material circulante, foi decidido que o subsistema «energia» permitiria explorar comboios regulares (unidades de material circulante acopladas) de potência inferior a 2 MW sem *limitações de potência ou de corrente*.

Deve entender-se a expressão *limitação de potência ou de corrente* na aceção da secção 7.3 (Dispositivo de redução de corrente ou de energia) da norma EN 50388:2012.

Este limite da potência refere-se à energia máxima captada da catenária para um comboio completo.

As limitações previstas na EN 50388:2012, secção 7.2 (Regulação automática) são aplicáveis a todos os comboios, independentemente da potência instalada.

Foi introduzida uma interface com o subsistema «exploração e gestão do tráfego» (Composição do comboio e elaboração do Guia de Itinerários) para completar o âmbito de aplicação deste parâmetro (ver também secção 2.4.2 do presente guia).

A corrente máxima admissível no comboio está indicada no RINF, secção 1.1.1.2.2.2.

- *Tensão eficaz média*

o valor calculado da tensão eficaz média «no pantógrafo» deve ser o indicado na EN50388:2012, secção 8 (exceto a secção 8.3, que é substituída pela secção C.1 do apêndice C).

A simulação deve atender aos valores do fator de potência real dos comboios.

A secção C.2 do apêndice C contém informação adicional à da secção 8.2 da EN 50388:2012.

A tensão eficaz média como índice de qualidade do sistema de alimentação elétrica é o único índice proposto na EN 50388:2012 para dimensionar o sistema de energia. Este parâmetro é calculado de acordo com a EN 50388:2012, secção 8 (Requisitos de desempenho da alimentação elétrica), complementada pelo apêndice C, que foi adicionado para especificar melhor o método de cálculo.

Quando se calcula a qualidade da alimentação elétrica, importa ter em mente que o objetivo a atingir é obter um sistema de alimentação elétrica que, em condições de exploração normal, possa fornecer a todos os comboios a energia necessária para circularem no horário previsto, a custos razoáveis.

2.3.3. Capacidade de corrente, sistemas c.c., comboio parado (secção 4.2.5)

A catenária dos sistemas c.c. deve ser dimensionada para suportar 300 A (em sistemas de 1,5 kV) ou 200 A (em sistemas de 3 kV) por pantógrafo, com o comboio parado.

Deve obter-se a capacidade da corrente com o comboio parado com o valor de ensaio da força de contacto estática indicada na secção 7.2, quadro 4, da EN 50367:2012.

A catenária deve ser dimensionada atendendo aos limites de temperatura indicados na EN 50119:2009, secção 5.1.2.

Este requisito pretende evitar o sobreaquecimento da escova do pantógrafo/ponto de contacto do fio de contacto, quando o comboio está parado e a captar energia, por exemplo, para equipamentos auxiliares.

O processo técnico deve conter informações sobre o material das escovas utilizado nos ensaios.

2.3.4. Frenagem por recuperação (secção 4.2.6)

Os sistemas de alimentação elétrica c.a. devem ser projetados para permitir a frenagem por recuperação com capacidade para efetuar transferências de energia com outros comboios ou por outros meios.

Os sistemas de alimentação elétrica c.c. devem ser projetados para permitir a frenagem por recuperação com, pelo menos, transferências de energia com outros comboios.

A frenagem por recuperação, tanto com sistemas c.a. como com sistemas c.c., é muito utilizada no material circulante moderno.

As tecnologias atuais permitem injetar corrente com baixo resíduo harmónico no sistema, durante a frenagem por recuperação, reduzindo deste modo o impacto na qualidade da energia distribuída pelo fornecedor de energia a outros consumidores.

A expressão «por outros meios» inclui o reenvio de energia para a rede pública, o seu armazenamento ou a sua utilização direta para outros fins ou outros consumidores.

2.3.5. Disposições de coordenação da proteção elétrica (secção 4.2.7)

A conceção da coordenação da proteção elétrica do subsistema «energia» deve satisfazer as prescrições da EN 50388:2012, secção 11.

Para coordenar a proteção, é necessário ter uma visão global do processo e das interfaces entre os subsistemas LOC/PAS e energia.

A ETI ENE remete para a secção 11 (Coordenação da proteção) da norma EN 50388:2012 com esse intuito.

Importa assinalar que, embora a secção 11 da EN 50388:2012 descreva todas as disposições para a coordenação da proteção elétrica, a ETI ENE só obriga à aplicação dos requisitos relativos às subestações.

2.3.6. Harmónicas e efeitos dinâmicos em sistemas c.a. de alimentação de energia de tração (secção 4.2.8)

A interação do sistema de alimentação de energia de tração com o material circulante pode causar instabilidade elétrica no sistema.

Para assegurar a compatibilidade elétrica do sistema, as sobretensões devem permanecer abaixo dos valores críticos indicados na EN 50388:2012, secção 10.4.

Estes fenómenos estão relacionados com as harmónicas e as características dinâmicas das instalações fixas de alimentação elétrica e do material circulante, que podem gerar sobretensões e outras situações de instabilidade no sistema.

Deve prestar-se especial atenção aquando da introdução de um novo elemento (ver EN 50388:2012 secção 10.2 (Procedimento de aprovação de novos elementos)) num ambiente elétrico estável já existente. A ETI realça a necessidade de efetuar um estudo de compatibilidade nestes casos, a fim de avaliar as eventuais consequências da introdução do novo elemento no sistema. Esse estudo é pormenorizadamente explicado na secção 10 (Harmónicas e efeitos dinâmicos) da EN 50388:2012, para a qual a ETI remete.

Nesta matéria, a função do organismo notificado resume-se a verificar se o estudo apresentado respeita os critérios da EN 50388:2012, secção 10.4 (Metodologia e critérios de aprovação).

2.3.7. Geometria da catenária (secção 4.2.9)

A catenária deve ser projetada para pantógrafos de paleta com a geometria especificada na ETI LOC/PASS, secção 4.2.8.2.9.2, tendo em conta as regras definidas na secção 7.2.3 da presente ETI.

- *Altura do fio de contacto*

A geometria da catenária é a interface principal com o pantógrafo.

A altura do fio de contacto é definida no quadro 4.2.9.1, incluindo a altura nominal, a altura mínima de projeto e a altura máxima de projeto do fio de contacto.

Estes três valores estão relacionados com a velocidade de projeto da linha.

A EN 50119:2009 faculta informações complementares sobre as alturas mínimas e máximas do fio de contacto previstas no projeto.

Os respetivos valores são indicados no RINF, secções 1.1.1.2.2.5 e 1.1.1.2.2.6.

Esses parâmetros visam assegurar que os valores mínimos e máximos absolutos estão sempre abrangidos pela amplitude de movimentos do pantógrafo.

A inclusão da altura máxima do fio de contacto pretende responder a necessidades locais (por exemplo, vias de lavagem, oficinas, zonas de carregamento, etc.), onde os comboios circulam a baixa velocidade, sem requisitos em matéria de comportamento dinâmico e qualidade da captação de corrente entre o pantógrafo e a catenária.

A inclinação do fio de contacto e a sua taxa de variação são tidas em conta para garantir um comportamento dinâmico e uma qualidade da captação de corrente adequados (4.2.12).

Foram incluídos requisitos de altura específicos para a rede com bitola de 1520 mm.

- *Desvio lateral máximo*

O desvio lateral máximo admissível do fio de contacto em relação ao eixo da via sob a ação de ventos laterais é o indicado no quadro 4.2.9.2.

Valores a ajustar tendo em conta a amplitude do movimento do pantógrafo e as tolerâncias da via, conforme indicado no apêndice D, secção 1.4.

O desvio lateral máximo admissível está relacionado com os perfis-alvo da paleta do pantógrafo, definidos na ETI LOC/PAS, secção 4.2.8.2.9.2.

Os valores do desvio lateral são ajustados em função do movimento do pantógrafo e das tolerâncias da via, tendo em conta o apêndice D da ETI ENE.

Para a rede com bitola de 1520 mm, são estabelecidos valores específicos para o desvio lateral.

2.3.8. Gabari do pantógrafo (secção 4.2.10)

Determinação do gabari mecânico cinemático do pantógrafo.

Este ponto – juntamente com o apêndice D da ETI ENE – baseia-se na série EN 15273 relativa ao cálculo pormenorizado do gabari de infraestruturas e veículos.

Esta ETI utiliza os conceitos de largura e comprimento da paleta do pantógrafo tal como definidos na Figura 2.3.7 infra.

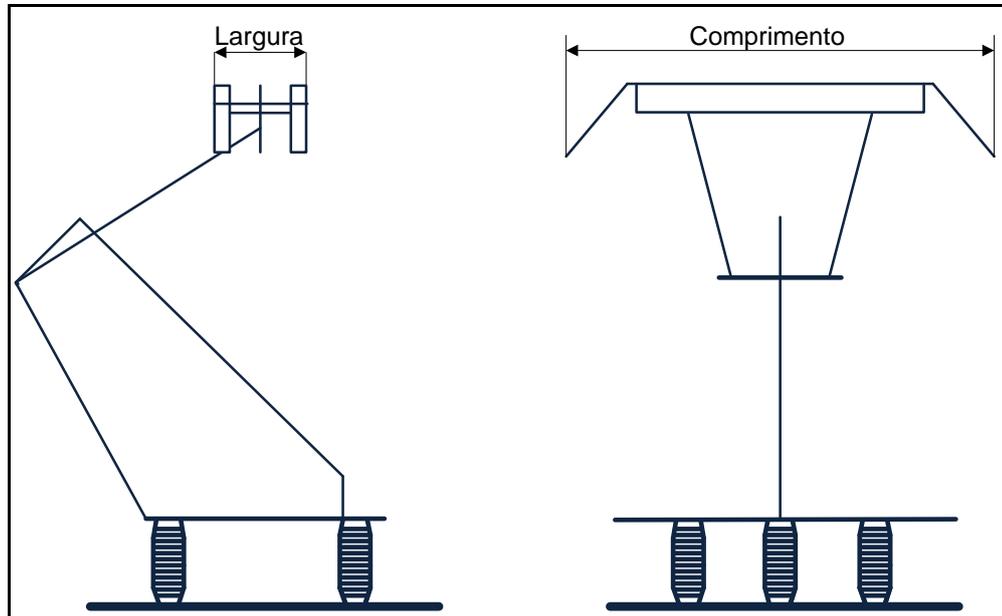


Figura 2.3.7 – Paleta do pantógrafo, largura e comprimento (segundo a Fig. 1 EN50206-1:2010)

O apêndice D é considerado mais específico para a conformidade do material circulante e dos pantógrafos com a ETI.

Nesse apêndice, define-se o contorno de referência utilizado para calcular o gabari de obstáculos mínimo necessário para a passagem livre e o desvio lateral máximo do fio de contacto.

Determinação do gabari estático do pantógrafo.

O apêndice D contém o requisito aplicável ao gabari estático do pantógrafo para a rede com bitola de 1520 mm.

2.3.9. Força de contacto média (secção 4.2.11)

- 1) *A força de contacto média (F_m) é o valor médio estatístico da força de contacto e é formada pelas componentes estática, dinâmica e aerodinâmica da força de contacto do pantógrafo.*
- 2) *Os valores de F_m para cada sistema de alimentação elétrica são os definidos na EN 50367:2012, quadro 6.*
- 3) *A catenária deve ser dimensionada para o valor do limite superior de projeto de F_m indicado na EN 50367:2012, quadro 6.*
- 4) *As curvas de distribuição são aplicáveis para velocidades até 320 km/h. Para velocidades superiores a 320 km/h, aplica-se o procedimento previsto na secção 6.1.3.*

A remissão para a EN 50367:2012 substitui os gráficos de curvas e fórmulas anteriores (ver ETI ENE RC e AV - limites dos desempenhos de interação (força de contacto)) para definir os limites da força de contacto para efeitos do desempenho de interação.

As fórmulas indicadas na EN 50367:2012 (quadro 6) representam o limite superior de projeto de F_m , seguindo a mesma abordagem adotada pela ETI ENE RC.

Consequentemente, a catenária deverá ser concebida de modo a aceitar um veículo cujo pantógrafo exerça uma força de contacto na gama de valores entre $F_{m,min}$ e $F_{m,max}$, indicada na EN 50367:2012 (quadro 6).

A ETI exige que a catenária seja concebida de modo a conseguir suportar o valor do limite superior de projeto de F_m indicado na EN 50367:2012, quadro 6. Por conseguinte, a força de contacto média exercida durante a medição para efeitos da avaliação da catenária é $F_{m,max}$ ou superior. É necessário que assim seja porque a F_m não poder ser exatamente ajustada para a medição.

2.3.10. Requisitos relativos ao comportamento dinâmico e à qualidade da captação de corrente (secção 4.2.12)

- 1) *Com o método de avaliação escolhido, a catenária deve observar os valores de desempenho dinâmico e sobre-elevação do fio de contacto (à velocidade de projeto) estabelecidos no quadro 4.2.12.*

Ao contrário das ETI anteriores, os requisitos relativos ao comportamento dinâmico e à qualidade da captação de corrente foram separados dos métodos de avaliação.

A secção 2.6 do presente guia contém informações mais pormenorizadas sobre a avaliação.

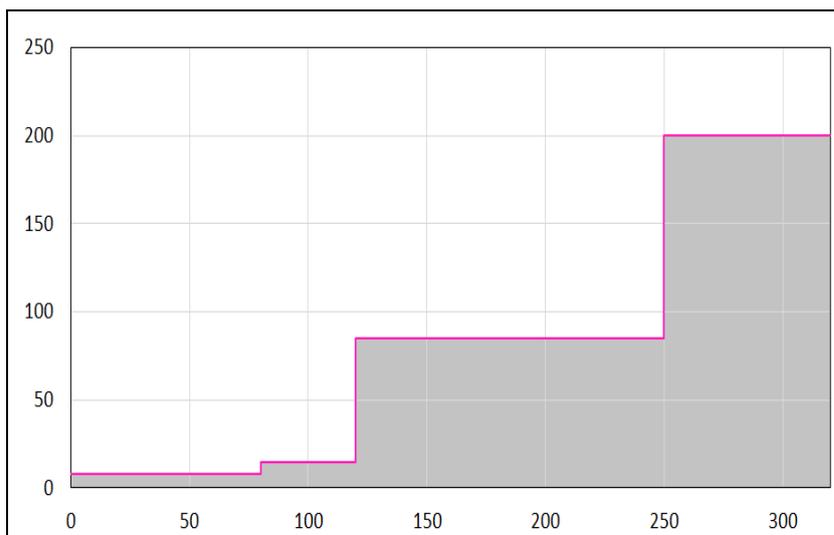
2.3.11. Espaçamento dos pantógrafos (secção 4.2.13)

A catenária deve ser projetada para um mínimo de dois pantógrafos adjacentes a funcionar em simultâneo e com uma distância entre os eixos das respectivas paletas igual ou inferior aos valores estabelecidos na coluna A, B ou C do quadro 4.2.13.

Relativamente à conceção da catenária, é importante salientar que os valores indicados no quadro 4.2.13 têm por objetivo:

- estabelecer que as catenárias têm de ser projetadas para aceitar pelo menos dois pantógrafos.
- definir uma classificação das catenárias de acordo com as respetivas configurações de projeto (tipos A, B ou C).
- fixar a distância máxima entre os eixos das paletas de pantógrafos adjacentes tendo em vista a conceção da catenária.
- definir uma base de referência para especificar no RINF os limites da catenária que os operadores necessitam de ter em conta antes de colocarem um comboio em serviço numa dada linha. Se o operador não respeitar os valores indicados no RINF, é possível realizar ensaios adicionais.
- não estabelecer a distância mínima entre os eixos das paletas de pantógrafos adjacentes no contexto da avaliação do CI ou do subsistema LOC/PAS.

Valores de projeto de uma catenária c.a. de tipo B (ordenadas: distância (m),
abscissas: velocidade (km/h))



A figura supra apresenta o exemplo de uma catenária c.a. de tipo B. O projetista da catenária pode avançar com a linha delimitadora para dentro da área cinzenta. Os valores reais são indicados no RINF. Quando correspondem exatamente aos valores do tipo B, a área a branco indica os valores admissíveis para os comboios.

Quadro 4.2.13 – *Espaçamento dos pantógrafos em consonância com as características da catenária* – define o espaçamento mínimo entre os eixos de dois pantógrafos adjacentes em funcionamento.

As colunas «A», «B» e «C» são indicadas como parâmetro de referência para definir uma especificação mínima de desempenho da catenária para a exploração de comboios com dois pantógrafos no máximo. Este parâmetro de referência estabelece uma posição que pode ser avaliada.

O espaçamento de projeto propriamente dito pode ser reduzido para permitir a circulação de comboios com pantógrafos mais próximos e a maior velocidade, ou o funcionamento simultâneo de três ou mais pantógrafos num comboio. Em muitos casos, a observação dos valores mínimos definidos pela ETI na construção pode não ser suficiente para responder às necessidades de certos operadores ferroviários, e o projetista deve ter este aspeto em conta ao projetar a catenária.

A secção 1.1.1.2.3.3 do RINF contém informações sobre o número de pantógrafos em funcionamento num comboio e as distâncias entre dois pantógrafos consecutivos que podem ser usadas numa certa linha, a uma dada velocidade.

2.3.12. Zonas de separação (secções 4.2.15 e 4.2.16)

O objetivo principal das zonas de separação é garantir que um veículo, ao passar, não faz a ligação entre duas fases ou dois sistemas.

No caso das linhas com velocidades $v \geq 250$ km /h, mantiveram-se os requisitos de conceção da ETI ENE AV. Em relação às outras linhas, a ETI concede maior liberdade no que respeita à conceção das zonas de separação.

A secção 1.1.1.2.4 do RINF contém dados pormenorizados sobre cada uma das zonas de separação.

Podem obter-se informações adicionais nas normas EN50367:2012 e EN50388:2012.

Sempre que é necessário separar duas secções de alimentação elétrica do mesmo sistema (a mudança de fase ocorre sem qualquer carga), são igualmente aplicáveis as regras relativas às zonas neutras.

O comprimento das zonas de separação deve ter obrigatoriamente em conta as sobreposições entre elas. O comprimento global D garante que o primeiro pantógrafo a passar sairá em segurança da primeira zona antes de nela entrar o segundo pantógrafo. Não é suficiente definir o comprimento D nas zonas de separação através de cálculos estáticos, uma vez que a influência dinâmica deve ser tida em conta.

2.3.13. Sistema em terra de recolha de dados energéticos (secção 4.2.17)

2) O sistema em terra de recolha de dados energéticos (SRD) deve receber, armazenar e exportar os DCFE sem os corromper.

O alargamento do subsistema «energia» de modo a abarcar também o *equipamento de via do sistema de medição do consumo de electricidade*, efetuado pela nova Diretiva 2011/18/UE (que altera a Diretiva 2008/57/CE) teve significativo impacto na elaboração da ETI ENE (em comparação com a ETI ENE RC).

O sistema de medição da corrente de tração foi dividido em duas partes:

- o sistema em terra de recolha de dados energéticos (SRD), estabelecido na ETI ENE,
- o sistema de medição de energia (SME) instalado a bordo, estabelecido na ETI LOC/PAS.

Podem consultar-se informações mais pormenorizadas sobre a estratégia de aplicação na secção 2.7.4 do presente guia.

O organismo notificado, quando procede à verificação do subsistema «energia», não tem de avaliar o sistema em terra de recolha de dados energéticos.

2.4. Interfaces

As interfaces entre o subsistema «energia» e outros subsistemas são tratadas na secção 4.3 da ETI. Na presente secção, analisam-se apenas as interfaces que necessitam de explicações mais aprofundadas.

Relativamente às ETI ENE anteriores, desapareceu a relevância dada à ETI STF, porque os requisitos especificamente relacionados com o subsistema «energia» que devem ser considerados nos túneis são abrangidos pela nova ETI STF.

2.4.1. Interface com o subsistema «material circulante».

No quadro 4.3.2, apresenta-se a lista completa dos parâmetros correspondentes entre a ETI ENE e a ETI LOC/PAS. Nos pontos seguintes, realçam-se alguns aspetos específicos.

2.4.1.1. Material do fio de contacto / Material da escova

A interface entre os subsistemas «material circulante» e «energia», e os respetivos parâmetros, em ambas as ETI teve em conta os resultados do projeto de investigação (CoStrIM-material da escova) no que toca à aceitação do carbono impregnado de cobre na rede c.a. Outros materiais aprovados em determinadas redes são indicados no RINF, secção 1.1.1.2.3.4.

2.4.1.2. Sistema de recolha de dados energéticos instalado em terra/ sistema de bordo de medição da energia

Após a publicação da Diretiva 2011/18/UE, a introdução do *equipamento de via do sistema de medição do consumo de eletricidade* no âmbito de aplicação do subsistema «energia» exigiu um exame mais atento da interface entre o veículo e o equipamento de terra na transmissão de dados. Durante a elaboração da ETI ENE não houve consenso a respeito desta interface e, em consequência disso, *a especificação relativa aos protocolos das interfaces e ao formato dos dados transferidos constitui um ponto em aberto* (ver apêndice D da ETI LOC/PAS).

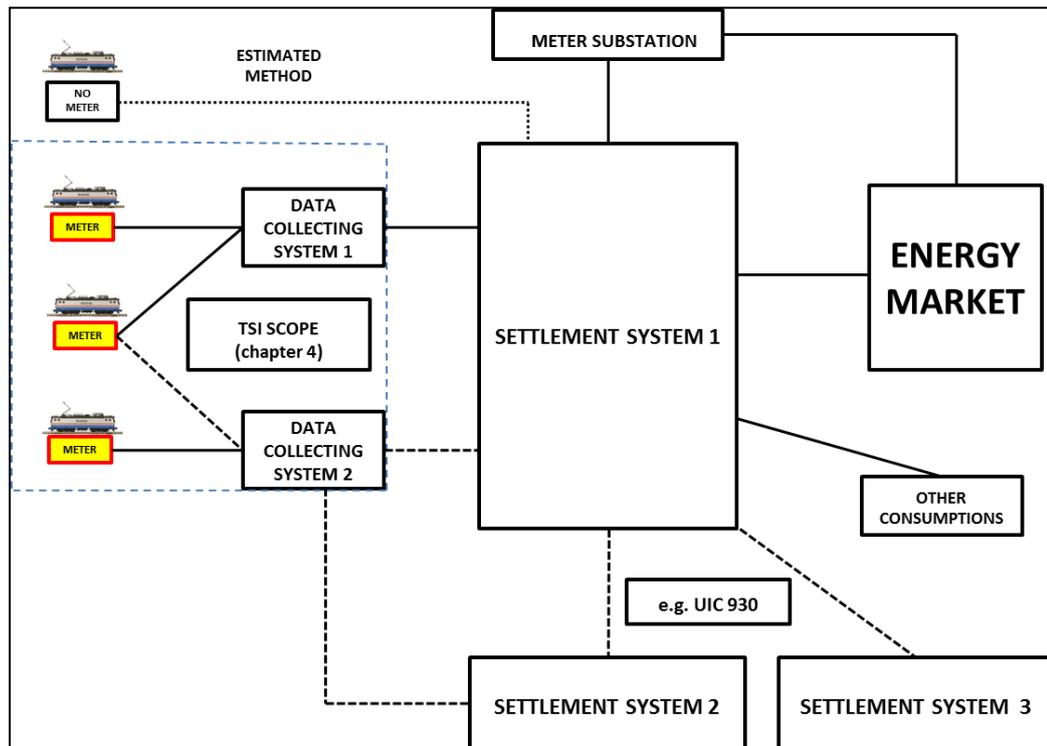
É importante diferenciar os conceitos seguintes:

- sistema de liquidação e pagamento da energia,
- sistema de recolha de dados.

Entende-se por sistema de liquidação e pagamento da energia o processo de imputação dos dados recolhidos nos pontos de medição ao ponto exato da cadeia de abastecimento energético, conjugados com informações tarifárias, que servem de base aos pagamentos relativos ao volume de energia, a utilização de taxas sistémicas associadas às redes de transmissão e distribuição, e também as relações contratuais entre os agentes dessa cadeia de abastecimento (designadamente, produtores, operadores dos sistemas de transmissão / distribuição, fornecedores, clientes etc.).

O sistema de recolha de dados é um serviço instalado em terra que recolhe os dados compilados para a faturação energética a partir de um sistema de medição instalado a bordo (SME).

O diagrama seguinte ilustra as relações principais:



EN	PT
Meter substation	Subestação de contadores
Settlement system 1	Sistema de pagamento 1
ENERGY MARKET	MERCADO DA ENERGIA
Other consumptions	Outros consumos
e.g. UIC 930	p.ex. UIC 930
Settlement system 2 / 3	Sistema de pagamento 2 / 3
Estimated method	Método de estimativa
No meter	Sem contador
Meter	Contador
Data collecting system 1 / 2	Sistema de recolha de dados 1 / 2
TSI scope (chapter 4)	Domínio de aplicação da ETI (capítulo 4)

Do ponto de vista da interoperabilidade ferroviária, é necessário que o SME possa trocar dados com qualquer SRD.

O objetivo da UIC 930 (Intercâmbio de dados para liquidação e pagamentos transfronteiriços da energia ferroviária) é definir os processos e protocolos utilizados no intercâmbio de dados relativos ao consumo de energia entre gestores da infraestrutura, pelo que a ETI ENE não exige conformidade com a UIC 930.

Os Estados-Membros devem assegurar a implantação de um sistema de liquidação e pagamento instalado em terra que consiga receber dados de qualquer SRD e aceitá-los

para efeitos de faturação, dois anos após o encerramento do ponto em aberto a seguir referido.

Ponto em aberto

O ponto em aberto diz respeito ao protocolo de comunicação de bordo para terra, bem como à estrutura e ao formato dos dados (por exemplo, XML).

O Regulamento relativo à ETI ENE dispõe que este ponto em aberto será encerrado dois anos após a entrada em vigor do regulamento.

O apêndice I da ETI LOC/PAS (Pontos em aberto não respeitantes à compatibilidade técnica entre o veículo e a rede) indica que deve utilizar-se a série de normas EN 61375 (Rede embarcada de comboio).

Pretende-se que a solução prevista no anexo A da EN 50463-4 2012 (Medição de energia a bordo dos comboios, Parte 4: Comunicações) (que contém os protocolos e o formato dos dados) e definida como solução preferida seja amplamente compatível com a EN 61375.

A série EN 50463:2012 (Medição de energia a bordo dos comboios) está a ser revista para definir o formato dos dados e assegurar a plena compatibilidade com a série EN 61375 (Rede embarcada de comboio).

2.4.2. Exploração e gestão do tráfego

O subsistema «energia» não tem apenas interface com cada unidade (definida na ETI LOC/PAS), mas também com o comboio (que pode ser uma composição de unidades agrupadas pela EF a nível operacional). Neste contexto, há parâmetros do subsistema «energia» (ver secção 4.3.5 da ETI ENE) que têm interfaces com o subsistema «exploração e gestão do tráfego». Os parâmetros que influenciam a conceção do subsistema «energia», e afetam a preparação e a exploração dos comboios, são mencionados no Registo da Infraestrutura e nos documentos da EF (guia de itinerários).

2.5. Componentes de interoperabilidade (CI)

A catenária como componente de interoperabilidade

A experiência confirma a ideia de que a catenária deve continuar a ser um componente de interoperabilidade porque isso tem vantagens importantes, designadamente:

- a harmonização dos diferentes «tipos» de catenária,
- a redução da proliferação de diferentes versões de uma catenária e das diversas fases de avaliação da mesma catenária, caso se aplique o procedimento de declaração de verificação intermédia (DVI),
- a possibilidade de oferta da catenária como um «produto» no mercado,

- a simplificação do processo de avaliação do subsistema, quando se utilizarem catenárias que já tenham sido certificadas.

Catenária, ver secção 5.1, n.º 2, alínea b), da ETI ENE.

A definição de catenária, na secção 5.1, inclui os *feeders* e ligações diretas, na medida em que são influenciados pelos parâmetros definidos na secção 5.2 da ETI ENE.

2.6. Avaliação da conformidade

2.6.1. Generalidades

A avaliação da conformidade é efetuada a dois níveis:

- avaliação da conformidade do componente de interoperabilidade (catenária), definida na secção 6.1 da ETI ENE,
- verificação CE do subsistema «energia», definida na secção 6.2 da ETI ENE.

Para a avaliação da conformidade do componente de interoperabilidade «catenária» e a verificação CE do subsistema «energia» aplicam-se os módulos definidos na Decisão 2010/713/UE da Comissão. A escolha dos módulos para avaliar o CI e o subsistema é descrita no capítulo 6 da ETI ENE.

Quando é necessário utilizar um procedimento específico de avaliação, a ETI ENE descreve-o em secções específicas (a catenária é definida na secção 6.1.4 e o subsistema na secção 6.2.4).

Explicam-se seguidamente alguns aspetos do procedimento específico de avaliação.

2.6.2. Componente de interoperabilidade – catenária

O objetivo do procedimento de avaliação é verificar se a conceção da catenária cumpre os requisitos pertinentes estabelecidos na secção 5.2.1 da ETI ENE.

O quadro A.1 descreve as fases da avaliação da catenária como componente de interoperabilidade.

Essa avaliação divide-se em duas fases: análise do projeto e, relativamente a alguns parâmetros, realização de ensaios, de acordo com o procedimento específico de avaliação do componente de interoperabilidade (ver secção 6.1.4 da ETI ENE).

Há que prestar especial atenção à avaliação das características das catenária existentes, já utilizadas antes da publicação desta ETI (ver secção 2.6.4 do presente guia).

2.6.2.1. Procedimento específico de avaliação do componente de interoperabilidade «catenária»

2.6.2.1.1. Avaliação do comportamento dinâmico e da qualidade da captação de corrente

O comportamento dinâmico e a qualidade da captação de corrente descrevem a relação existente entre a catenária e o pantógrafo a fim de obter uma qualidade adequada de captação e evitar um desgaste ou danos excessivos.

Para melhorar a clareza em relação à ETI ENE RC anterior, este ponto foi dividido em 3 partes:

- Metodologia (explicações de carácter geral)
- Simulação (análise do projeto)
- Medição (ensaios no terreno)

A fim de facilitar e acelerar o processo de avaliação, a ETI inclui a possibilidade de realizar a simulação utilizando tipos de pantógrafos cuja certificação como CI esteja em curso, desde que satisfaçam os outros requisitos da ETI LOC/PAS.

A avaliação deste requisito é definida na secção 6.1.4 da ETI ENE e o desempenho é confirmado por simulação, relativamente a cada combinação de velocidade / espaçamento dos pantógrafos para a qual a catenária foi concebida. A certificação CE da catenária como CI exige que se repita num ensaio dinâmico no terreno, pelo menos, a pior disposição (espaçamento / velocidade) dos pantógrafos decorrente das simulações.

Nos ensaios no terreno com múltiplos pantógrafos, é permitido utilizar uma combinação dos dois pantógrafos usados na simulação.

O procedimento para avaliar o comportamento dinâmico e a captação de corrente do pantógrafo como componente de interoperabilidade não está abrangido pela ETI ENE, sendo definido na ETI LOC/PAS.

2.6.2.1.2. Avaliação da corrente com o comboio parado (sistemas c.c.)

São necessárias avaliações adicionais no caso dos sistemas c.c., a fim de evitar o sobreaquecimento do ponto de contacto quando o comboio está parado.

A metodologia é definida no anexo A.3 (ensaios adicionais para os sistemas c.c.) da EN 50367:2012. Na avaliação, deve utilizar-se o valor de ensaio da força de contacto estática indicado na EN 50367:2012 (quadro 4, ponto 7.2).

2.6.3. Subsistema «energia»

A integração da catenária no subsistema «energia» é o aspeto mais relevante da avaliação deste subsistema.

Em regra, o subsistema «energia» deve incluir um componente de interoperabilidade «catenária» com declaração CE de conformidade. Neste caso, a avaliação da conceção da catenária já teve lugar e esta será prioritariamente avaliada, no âmbito do subsistema, em relação à sua integração no mesmo.

Se o subsistema «energia» contiver uma catenária desprovida da declaração CE de conformidade (tal como se especifica na secção 6.3 da ETI ENE), a avaliação do subsistema exigirá mais esforço. Neste caso, será necessário avaliar a catenária com base nos requisitos definidos no quadro B da ETI ENE (assinalados com «X²»).

2.6.3.1. Procedimentos específicos de avaliação do subsistema «energia» em relação à catenária

Quando a catenária já foi certificada como componente de interoperabilidade, pode ser utilizada nas linhas interoperáveis após a sua integração num subsistema.

2.6.3.1.1. Avaliação do comportamento dinâmico e da qualidade da captação de corrente (integração num subsistema)

A finalidade principal da avaliação do comportamento dinâmico e da qualidade da captação de corrente de uma catenária certificada é identificar eventuais erros de conceção e construção.

Estas medições devem efetuar-se com um componente de interoperabilidade «pantógrafo» que apresente as características de força de contacto média previstas na secção 4.2.11 para a velocidade de projeto da linha, considerando os aspetos relacionados com a velocidade mínima e as linhas desviadas.

Deve entender-se por *velocidade mínima* a velocidade de exploração de uma linha. Quando a velocidade de exploração for inferior à velocidade de projeto do componente de interoperabilidade «catenária» (devido, por exemplo, a condicionamentos resultantes da disposição e/ou da linha e/ou da sinalização), o ensaio deve ser realizado à velocidade máxima de exploração dessa linha.

A velocidade máxima de exploração da linha consta do certificado CE de verificação emitido pelo organismo notificado segundo as condições de validade do mesmo.

Para velocidades não superiores a 120 km/h (sistemas c.a.) ou a 160 km/h (sistemas c.c.) a medição da força de contacto não permite demonstrar, geralmente, erros de instalação significativos. Neste caso, podem utilizar-se métodos alternativos para identificar eventuais erros de construção, como a medição da altura, do desalinhamento e do espaço para a sobre-elevação do fio de contacto. Esta abordagem não pode ser adotada para o processo de certificação como componente de interoperabilidade.

2.6.4. Avaliação das conceções de catenária existentes – esclarecimentos

A aplicação da ETI ENE às conceções de catenária existentes suscita preocupações e questões quanto ao processo de avaliação, que podem dividir-se em três grupos:

- a) O quadro jurídico da futura aplicação das conceções de catenária em uso na rede em causa (para catenárias como componentes de interoperabilidade e para catenárias sem certificação)

Em primeiro lugar, importa salientar que as ETI ENE não estabeleceram requisitos novos e se limitaram, de um modo geral, a refletir o estado atual da técnica. Neste sentido, as catenárias existentes em uso, sustentadas por registos de exploração e manutenção pormenorizados, deverão preencher a maioria dos requisitos das ETI.

No caso das catenárias existentes cuja avaliação da conformidade está em curso, o processo realiza-se nos termos da secção 6.1.2 da ETI ENE. Esta prevê a aplicação dos módulos seguintes, tratando-se de componentes de interoperabilidade colocados no mercado da UE antes da entrada em vigor desta ETI: módulo CA – controlo interno da produção (sem envolvimento do organismo notificado) ou módulo CH – conformidade baseada no sistema de gestão da qualidade total (com o envolvimento do organismo notificado, que verifica o sistema de gestão da qualidade do requerente).

No caso das catenárias não certificadas integradas no subsistema «energia», pode utilizar-se o processo descrito na secção 6.3 da ETI ENE, mas apenas por um período limitado.

Deste modo, cria-se a possibilidade de utilizar as catenárias existentes – geralmente dentro da rede em causa – com experiência comprovada (registos de exploração e manutenção).

Isto é particularmente importante no caso das adaptações e renovações, quando o projeto está em constante evolução durante um certo período na linha ou extensão da rede existente. Neste caso, a experiência adquirida com o cumprimento dos requisitos do subsistema da ETI ENE (capítulo 4) deverá ser suficiente para o subsistema entrar em serviço. Compete ao requerente decidir se também verificará a catenária com base nos procedimentos de avaliação previstos na secção 6.1 da ETI ENE.

Embora um componente de interoperabilidade «catenária» possa ser oferecido para venda noutros «mercados» como um «produto», importa assinalar que se trata de um «produto específico» que só existe como projeto ou como um verdadeiro conjunto quando é incorporado num subsistema.

Para cobrir o risco associado a determinadas elementos (por exemplo, túneis, pontes, disposição, etc.), quando o componente de interoperabilidade «catenária» é integrado num subsistema novo, o requerente pode optar por verificar também essa catenária com base nos procedimentos de avaliação previstos na secção 6.1 da ETI ENE.

- b) Realização do processo de certificação do componente de operabilidade se não houver instrumentos de simulação, dados para simulações, etc., disponíveis.

Esta questão foi levantada quando se começou a aplicar a ETI ENE RC e refere-se apenas à avaliação do parâmetro relativo ao comportamento dinâmico e à

qualidade da captação de corrente. Na metodologia pormenorizadamente descrita na ETI ENE RC, a abordagem da ETI ENE AV revista foi seguida com particular incidência:

- na utilização de simulações para reduzir o número de ensaios no terreno, e
- nos ensaios baseados em medições no terreno com o pantógrafo e o troço de linha escolhidos.

Quando se conheceram os resultados da aplicação das ETI, surgiram algumas preocupações:

- o acesso aos instrumentos de simulação especificamente desenvolvidos para a extensão da rede de alta velocidade. Trata-se, muitas vezes, de programas informáticos desenvolvidos para fins muito específicos e que estão constantemente a ser aperfeiçoados com base na experiência adquirida.
- disponibilidade dos dados – modelos matemáticos dos tipos de pantógrafos e catenárias (que podem estar sujeitos a legislação em matéria de propriedade intelectual ou industrial).

Importa sublinhar que estes problemas são temporários e dependem do número limitado de componentes de interoperabilidade certificados disponíveis no mercado. Trata-se de uma questão que se resolverá com o aumento do número de novos produtos, a aplicação mais ampla das ETI e a atualização das bases de dados (como a ERADIS).

O CENELEC também está a rever (trabalho iniciado em 2014) a atual norma EN 50318 (Validação da simulação da interação dinâmica entre o pantógrafo e a catenária), tendo em vista a incorporação de modelos matemáticos de catenárias e pantógrafos, a fim de contribuir para o desenvolvimento e a aplicação de instrumentos de simulação.

A estreita cooperação entre o gestor da infraestrutura e o fabricante dos veículos (ou a empresa ferroviária) permitirá acelerar o processo de avaliação em benefício de ambas as partes.

No caso das catenárias de conceção em uso há pelo menos 20 anos, introduziu-se uma disposição na ETI que limita a avaliação a uma simples medição.

- c) A necessidade de ensaios dinâmicos quando se integram no subsistema tipos de catenárias projetadas para as velocidades utilizadas na rede convencional.

A questão foi abordada na secção anterior (ver 2.6.3). Como sublinha a ETI, a finalidade principal destes ensaios é identificar os eventuais erros de conceção e construção, tendo em conta que a catenária foi exaustivamente verificada durante o processo de certificação como componente de interoperabilidade.

Nesta perspetiva e graças à experiência adquirida, e também com o intuito de reduzir o número de ensaios (e os custos concomitantes) para as velocidades indicadas na ETI (ver secção 6.2.4.5, ponto 5, da ENE TSI), considera-se que a medição da força de contacto dinâmica é desnecessária para identificar erros de construção significativos. Neste caso, as medições estáticas são suficientes para o efeito.

2.6.5. Avaliação das disposições de proteção contra choques elétricos (4.2.18)

O organismo notificado só deve avaliar as etapas da fase de produção indicadas no quadro B.1 se nenhum outro organismo independente o tiver feito.

Neste contexto, entende-se por «organismo independente» qualquer entidade de avaliação (organização ou pessoa) competente nos termos da legislação nacional (por exemplo, nos setores da construção ou ferroviário) para avaliar as disposições de proteção contra choques elétricos.

Esse organismo independente pode ser ou não uma organização que também exerça a função de organismo notificado ou organismo designado, na aceção da Diretiva Interoperabilidade (2008/57/CE).

Para evitar uma repetição desnecessária destes ensaios, o requerente da verificação CE com base na ETI ENE deve informar o organismo notificado da existência dos mesmos e fornecer os respetivos certificados e documentos técnicos.

O organismo notificado deve incluir no processo técnico documentos comprovativos das verificações efetuadas pelo organismo independente e mencioná-los no certificado CE.

2.6.6. Esclarecimento adicional do quadro B.1 – Verificação CE do subsistema «energia»

Para o quadro B.1 ser corretamente interpretado em relação aos parâmetros a seguir referidos, deve entender-se que a indicação N/A significa que, geralmente, a avaliação não é efetuada pelo organismo notificado, exceto nas situações a seguir referidas:

- geometria da catenária (4.2.9), na coluna «Montado, antes da entrada em serviço», quando se utiliza um método de avaliação alternativo, conforme prevê a secção 6.2.4.5. (Avaliação do comportamento dinâmico e da qualidade da captação de corrente (integração no subsistema) da ETI, e,
- comportamento dinâmico e qualidade da captação de corrente (4.2.12), na coluna «Validação em condições reais de exploração», quando a validação da fase «Montagem antes da entrada em serviço» não é possível devido, por exemplo, a uma limitação operacional da velocidade máxima ou da carga, necessária para a estabilidade da linha.

2.7. Aplicação

2.7.1. Generalidades

No subsistema «energia», os dois elementos mais importantes para conseguir o livre acesso são:

- o sistema de alimentação elétrica, e
- a catenária que permite a passagem dos pantógrafos-alvo.

O «equipamento de via do sistema de medição do consumo de eletricidade» está igualmente incluído no subsistema «energia», pelo que também deve dar-se especial atenção à sua aplicação.

2.7.2. Plano de aplicação – tensão e frequência (secção 7.2.2)

A questão do sistema de alimentação deve ser analisada com flexibilidade, tendo em conta a situação a nível local e os outros subsistemas, designadamente o subsistema «controlo-comando e sinalização» (CCS) e o subsistema «infraestrutura», bem como o progresso das tecnologias de veículos multissistemas.

As decisões sobre o sistema de alimentação devem ser tomadas a nível dos Estados-Membros, porque implicam a assunção de compromissos não só no setor ferroviário, mas também noutros setores, designadamente em relação aos investimentos necessários no sistema de (transmissão/distribuição) de energia, ao desenvolvimento regional e aos acordos internacionais.

No caso das linhas de alta velocidade, para as novas linhas com velocidades superiores a 250 km/h a escolha está limitada aos sistemas c.a., tendo em conta a energia solicitada e a redução de perdas nas instalações fixas.

2.7.3. Plano de aplicação – geometria da catenária (secção 7.2.3)

Em termos estratégicos, a geometria da catenária deve incluir toda a rede de cada Estado-Membro, considerando-se que essa rede é um sistema com zonas e corredores que poderão necessitar de diferentes estratégias. Deverão ter-se igualmente em conta as estratégias relativas às zonas e corredores vizinhos.

O plano de aplicação estabelece as seguintes regras:

- a) as novas linhas com velocidade superior a 250 km/h devem acomodar ambos os comprimentos dos pantógrafos (1600 mm + 1950 mm, definidos na ETI LOC/PAS, secções 4.2.8.2.9.2.1 e 4.2.8.2.9.2.2). Se isso não for possível, a catenária deve ser concebida para ser utilizada, pelo menos, pelo pantógrafo de 1600 mm.

- b) as linhas renovadas ou adaptadas com velocidade igual ou superior a 250 km/h devem poder ser utilizadas, pelo menos, pelo pantógrafo de 1600 mm.
- c) outros casos: a catenária deve ser concebida para poder ser utilizada por, pelo menos, um dos tipos de pantógrafos: o de 1600 mm ou o de 1950 mm.

Em relação a outros sistemas que não o de 1435 mm, a catenária deve ser concebida de modo a poder ser utilizada por pelo menos um dos tipos de pantógrafos seguintes:

- pantógrafo de 1600 mm
- pantógrafo de 1950 mm
- pantógrafo de 2000/2260 mm (especificado na ETI LOC/PAS, secção 4.2.8.2.9.2.3).

2.7.4. Sistema de recolha de dados energéticos instalado em terra (secção 7.2.4)

O processo de implementação do sistema de recolha de dados energéticos instalado em terra é complexo e envolve agentes exteriores ao setor ferroviário, devendo ser realizado em estreita cooperação com as entidades reguladoras dos mercados da energia e ferroviário. Importa salientar que esse processo não se refere apenas à adaptação de soluções técnicas, mas que também pode influenciar o atual quadro jurídico nacional no que se refere à aplicação das diretivas relativas ao mercado da energia, às diretivas ferroviárias e a outros atos legislativos nacionais (por exemplo, em matéria fiscal). Também é importante definir o papel e as responsabilidades das entidades ferroviárias (gestores da infraestrutura e empresas ferroviárias) no mercado da energia. A ETI impõe um calendário apertado – dois anos a contar do encerramento do «ponto em aberto» da secção 4.2.17 – para esta tarefa.