

INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL

DIREÇÃO DE GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS

PROGRAMA PRELIMINAR – Parte F

Requisitos BIM S&T

**Empreitada de “LC+LAV S&T 01 - Vários
Troços da RFN, Convencional e de Alta
Velocidade - Sinalização,
Telecomunicações e ETCS - Conceção-
Execução e Manutenção” DESCO nº
10020135**

Março 2026

CONTROLO DE VERSÕES

VERSÃO	DATA	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	Secção
v.00	09/03/2026	Versão Publicada	Todas

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	5
ENQUADRAMENTO E ARTICULAÇÃO DOCUMENTAL	5
CONTEXTOS DE INFORMAÇÃO	6
ORGANIZAÇÃO	7
F1. REQUISITOS BIM PARA OS PROJETOS DA LAV.....	9
F1.1 Documentação Aplicável	10
F2. REQUISITOS BIM PARA GÉMEO DIGITAL DA LC	11
F2.1 Objetivo	12
F2.2 Contexto A – Gémeo Digital da LC Existente	12
F2.2.1 Superfície topográfica e zonas transversais (IfcGeographicElement).....	12
F2.2.2 Eixos de via e escala	12
F2.2.3 Modelação dos carris	13
F2.2.4 Contorno de Referência Cinemático (Kinematic Envelope)	13
F2.2.5 Zona fora do canal ferroviário	13
F2.2.6 Acidentes de traçado e interseções.....	13
F2.3 Entregáveis do Gémeo Digital	14
F3. REQUISITOS BIM S&T ESPECÍFICOS DA SINALIZAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES.....	15
F3.1 Objetivo	16
F3.2 Âmbito	16
F3.3 Instalação Base	17
F3.3.1 Conteúdo mínimo do modelo-piloto	17
F3.3.2 Entregáveis	17
F3.3.3 Avaliação.....	18
F3.4 Gestão de Ativos	18
F3.5 Normas e Diretivas Aplicáveis.....	18
F3.6 Responsabilidade	19
F3.7 Direitos de Propriedade	19
F3.8 Estratégia BIM	19
F3.8.1 Objetivos BIM e Propósito do Modelo	19
F3.8.1.1 Objetivos BIM	19
F3.8.1.2 Propósitos do Modelo	19
F3.8.2 Contextos de Informação S&T	20
F3.8.2.1 Contexto B – Sinalização LAV	20
F3.8.2.2 Contexto C – Sinalização Nova	21

F3.9	Entregáveis BIM e Métodos de Produção da Informação	21
F3.9.1	Requisitos de Informação	21
F3.9.1.1	Princípios de LOIN	21
F3.9.2	Nível de Informação Necessário	21
F3.9.3	Tolerâncias de Modelação	22
F3.9.4	Entregáveis BIM	22
F3.9.4.1	Plano de Execução BIM e Anexos (BEP)	22
F3.9.4.2	Plano Mestre de Entrega de Informação (MIDP)	22
F3.9.4.3	Modelos de Informação	23
F3.9.4.4	Extrações do Modelo	23
F3.10	ORGANIZAÇÃO DOS MODELOS	23
F3.10.1	Estrutura de Dados	23
F3.10.1.1	Decomposição espacial IFC	23
F3.10.1.2	Divisão de Modelos	23
F3.10.1.3	Hierarquia de Dados e Sistema de Classificação	24
F3.10.1.4	Nomeação dos Arquivos	24
F3.10.2	Sistema de Coordenadas	24
F3.10.3	Gestão da Informação Existente	25
F3.11	RECURSOS	25
F3.11.1	Funções e Atribuições	25
F3.11.2	Infraestrutura Tecnológica	25
F3.12	PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO	25
F3.12.1	Ambiente Comum de Dados (CDE)	26
F3.12.2	Gestão de Interferências	26
F3.13	CONTROLO DE QUALIDADE	27
F3.13.1	Controlo de Qualidade Recorrente	27
F3.13.2	Controlo de Qualidade Final	27
F3.13.3	Validação IDS	27
	LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	28
	ANEXOS AO DOCUMENTO	29
	ANEXO 1 – TABELAS DE ESPECIFICAÇÕES LOIN E ÂMBITO DE MODELAÇÃO	30
	ANEXO 2 – MIDP MÍNIMO EXIGIDO	31
	ANEXO 3 – LEVANTAMENTO GEOESPACIAL PARA GÉMEO DIGITAL	32
	ANEXO 4 - EXTENSÃO DO QUADRO 7 DA NORMA GR.IT.GER.024	46
	ANEXO 5 - REFERÊNCIA IFC 4.3 PARA S&T	48

INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o conjunto de requisitos BIM para aplicação específica na empreitada de “LC+LAV S&T 01 - Vários Troços da RFN, Convencional e de Alta Velocidade - Sinalização, Telecomunicações e ETCS - Conceção-Execução e Manutenção” DESCO nº 10020135.

A presente empreitada abrange a instalação de um sistema de sinalização ferroviária e telecomunicações que abrange a nova linha de alta velocidade Porto-Lisboa, bem como a modernização de determinados troços da rede convencional, atualmente em exploração comercial

ENQUADRAMENTO E ARTICULAÇÃO DOCUMENTAL

A NP EN ISO 19650-1 estabelece uma cascata de requisitos de informação que estrutura a gestão da informação ao longo do ciclo de vida dos ativos:

- **OIR** (Requisitos de Informação Organizacional) – objetivos estratégicos de alto nível da IP enquanto gestor de infraestrutura ferroviária;
- **AIR** (Requisitos de Informação do Ativo) – informação necessária para a operação e manutenção dos ativos ferroviários, incluindo a classificação no SGR e na estrutura de ativos IP.MN.055;
- **PIR** (Requisitos de Informação do Projeto) – informação necessária para responder aos objetivos estratégicos da IP em relação ao programa LAV, aplicáveis transversalmente a todas as empreitadas;
- **EIR** (Requisitos de Troca de Informação) – requisitos de gestão, comerciais e técnicos da produção de informação, relacionados com um compromisso contratual específico.

O presente documento constitui o conjunto de requisitos necessários aplicar para a implementação da metodologia BIM na presente empreitada.

CONTEXTOS DE INFORMAÇÃO

Os requisitos BIM específicos envolvem três contextos de informação, com os seguintes requisitos gerais:

- Contexto A – Gémeo digital da LC existente
 - Levantamento geoespacial de alta resolução da infraestrutura ferroviária existente na RFN, para criação de gémeo digital.
 - Necessidade de distinção entre zona do canal ferroviário (superfície) com a zona fora do canal ferroviário (detalhe de entidades, caminhos de cabos, caixas de visita, interferências do tipo deteção de interferências com futuras intervenções).
- Contexto B – Sinalização LAV (Integração do Consórcio)
 - Utilização dos modelos BIM produzidos pelo consórcio de alta velocidade, acrescentando-lhes a informação necessária para o gémeo digital de S&T.
- Contexto C – Sinalização Nova (Modelação Completa)
 - Modelação completa dos novos sistemas de sinalização, telecomunicações e ETCS a instalar.

ORGANIZAÇÃO

O Presente Programa Preliminar está dividido em partes, sendo constituído da seguinte forma:

Parte A – Disposições Gerais e Requisitos de Alto Nível

- A1 – Sinalização
- A2 – ETCS
- A3 – Telecomunicações

Parte B – Documentação Normativa de Referência

- B1 – Sinalização
- B2 – ETCS
- B3 – Telecomunicações

Parte C – Definição de Âmbito Geográfico

- C1 – SIN: Entroncamento (exc.) - Albergaria dos Doze (exc.)
- C2 – SIN: Albergaria dos Doze - Alfarelos (exc.)
- C3 – SIN: Alfarelos - Souselas (exc.)
- C4 – SIN: Quadruplicação Taveiro - Adémia; Coimbra
- C5 – TEL: Riachos - Campanhã
- C6 – TEL: Campanhã - Contumil
- C7 – TEL: Linha de Leixões
- C8 – SIN, TEL e ETCS: LAV - Porto Campanhã (exc.) – Ligação de Oiã
- C9 – ETCS: Ovar - Gaia
- C10 – ETCS: Pampilhosa (exc.) – Ovar (exc.)
- C11 – ETCS: Campanhã
- C12 – ETCS: Contumil - Leixões e Concordância de S. Gemil
- C13 – ETCS: Entroncamento (exc.) - Souselas (exc.)
- C14 – ETCS: Souselas - Pampilhosa
- C15 – ETCS: Mato de Miranda (exc.) - Entroncamento

Parte D - Requisitos Técnicos

- D1.1 – Sinalização RFN
- D1.2 – Sinalização LAV
- D2 – ETCS
- D3 – Alimentação de Energia
- D4 – Sistemas Complementares de Segurança
- D5 – Sistemas de Telecomunicações

D6 – Cibersegurança

D7 – Processos de Validação, Certificação e Aprovações

Parte E - Calendário de Factos Relevantes

E1 – SIN: Entroncamento (exc.) - Albergaria dos Doze (exc.)

E2 – SIN: Albergaria dos Doze - Alfarelos (exc.)

E3 – SIN: Alfarelos - Souselas (exc.)

E4 – SIN: Quadruplicação Taveiro - Adémia; Coimbra

E5 – TEL: Riachos - Campanhã

E6 – TEL: Campanhã - Contumil

E7 – TEL: Linha de Leixões

E8 – SIN, TEL e ETCS: LAV - Porto Campanhã (exc.) – Ligação de Oiã

E9 – ETCS: Ovar - Gaia

E10 – ETCS: Pampilhosa (exc.) – Ovar (exc.)

E11 – ETCS: Campanhã

E12 – ETCS: Contumil - Leixões e Concordância de S. Gemil

E13 – ETCS: Entroncamento (exc.) - Souselas (exc.)

E14 – ETCS: Souselas - Pampilhosa

E15 – ETCS: Mato de Miranda (exc.) - Entroncamento

Parte F – Requisitos BIM S&T

F1 – Requisitos BIM para os Projetos da LAV - GR.IT.GER.024

F2 – Requisitos BIM S&T Específicos

F1. REQUISITOS BIM PARA OS PROJETOS DA LAV

F1.1 DOCUMENTAÇÃO APLICÁVEL

Em matéria de requisitos gerais da metodologia da aplicação de modelos BIM em meio ferroviário, deverá ser tomado em consideração a norma IP GR.IT.GER.024 v.01 - Requisitos BIM para os Projetos da LAV, a qual é de aplicação integral no âmbito da presente empreitada.

Adicionalmente, face à especificidade da empreitada de S&T em apreço no presente Programa Preliminar, devem igualmente ser tomados em consideração o teor dos capítulos F2 e F3. O conteúdo destes capítulos tem carácter complementar, aplicando se como extensão aos requisitos definidos na norma anteriormente referida. Nos casos em que não exista correspondência direta ou correlação entre os dois documentos, deverá prevalecer na íntegra o estabelecido na norma referida.

F2. REQUISITOS BIM PARA GÉMEO DIGITAL DA LC

F2.1 OBJETIVO

O presente capítulo tem como objetivo definir os requisitos de levantamento geoespacial para criação do Gémeo Digital (*Digital Twin*) da LC materializando a realidade do “Contexto A”.

Toda a modelação da Sinalização e Telecomunicações (S&T) a efetuar na LC será realizada com base neste Gémeo Digital, que obedecerá às condições que se apresentam nos capítulos seguintes.

F2.2 CONTEXTO A – GÉMEO DIGITAL DA LC EXISTENTE

O gémeo digital da LC constitui uma infraestrutura de base para a futura digitalização completa da rede ferroviária nacional. A necessidade intrínseca à empreitada de sinalização – conhecer detalhadamente o traçado, a localização de equipamentos existentes e as condicionantes geométricas – justifica o estabelecimento desta infraestrutura, que poderá ser expandida com mais detalhe e mais informação para múltiplas finalidades. Por esta razão, alguns dos requisitos poderão exceder o estritamente necessário para o processo de sinalização.

O levantamento geoespacial destina-se à criação de um gémeo digital ferroviário. Os requisitos detalhados constam do Anexo 3 – Levantamento Geoespacial para Gémeo Digital.

As entidades a modelar no canal ferroviário constam do Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação.

F2.2.1 SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA E ZONAS TRANSVERSAIS (IFCGEOGRAPHICELEMENT)

O canal ferroviário deve ser modelado com base no levantamento geoespacial, decompondo-o em zonas transversais (superestrutura, infraestrutura e demais zonas) conforme a terminologia IP.MN.055. A decomposição exata e os limites entre zonas devem ser propostos no BEP, tendo por referência os perfis transversais tipo da ferrovia (catálogo de perfis IP). O Gestor de Projeto pode solicitar a modelação de zonas adicionais. A implementação em entidades IFC, os requisitos de consistência geométrica e os procedimentos de verificação constam do Anexo 5, secção 2 (Superfície Topográfica e Zonas Transversais).

F2.2.2 EIXOS DE VIA E ESCALA

O modelo deve conter uma entidade geométrica para cada eixo de via: Via Ascendente (VA), Via Descendente (VD), bifurcações, concordâncias e ramais (no caso de via única, as denominações de VA e VD, são substituídas por Via Única). Cada entidade constitui o sistema de referência linear do troço correspondente e serve de base ao posicionamento relativo de todos os elementos

da via e da sinalização, conforme a metodologia de *linear referencing* (ISO 19148) e conforme definido no Anexo 5.

F2.2.3 MODELAÇÃO DOS CARRIS

Os carris devem ser modelados conforme definido no Anexo 5, secção 4 (Modelação dos Carris). A modelação dos carris é obrigatória porque constitui a referência geométrica primária para o posicionamento de equipamentos S&T. Para efeitos desta empreitada, deve ser representada a geometria simplificada do perfil do carril (tipo UIC 60 ou perfil efetivamente instalado), sem detalhe de fixações ou travessas, com modelação contínua ao longo de cada troço.

F2.2.4 CONTORNO DE REFERÊNCIA CINEMÁTICO (KINEMATIC ENVELOPE)

O contorno de referência cinemático (CRC) define o volume livre necessário para a passagem segura do material circulante, conforme EN 15273-2. A sua aplicabilidade no presente contexto serve para deteção de interferências contra equipamentos de todas as especialidades (S&T, energia, telecomunicações e obras civis), com tolerância de 0,0 m. A implementação em IFC consta do Anexo 5, secção 5 (Contorno Cinemático).

F2.2.5 ZONA FORA DO CANAL FERROVIÁRIO

Zona do canal ferroviário a modelação deverá obedecer ao estipulado no capítulo 10 do Anexo 5 - Referência IFC 4.3 para S&T.

F2.2.6 ACIDENTES DE TRAÇADO E INTERSEÇÕES

Ao longo do traçado, o canal ferroviário muda de perfil em função dos acidentes geográficos e infraestruturas de suporte. O modelo deve representar estas transições: (a) passagens hidráulicas, interseção com cursos de água e drenagem transversal; (b) pontes e viadutos, canal em estrutura elevada; (c) túneis, canal em perfil subterrâneo; (d) passagens de nível e atravessamentos; (e) mudanças de secção transversal, transição entre perfis tipo.

Para cada tipo de acidente, o Adjudicatário deve propor no BEP o "Nível de Informação Necessário" (LOIN), tendo por referência o catálogo de perfis transversais tipo da IP. A modelação de infraestruturas de suporte (tabuleiro de ponte, revestimento de túnel) no modelo S&T destina-se exclusivamente a deteção de interferências e contextualização e não substitui o modelo disciplinar de Estruturas.

Na ausência de modelo disciplinar de Estruturas disponível no CDE, as obras de arte (pontes, viadutos, túneis) devem ser representadas como volumes envolventes simplificados para efeitos de deteção de interferências. O Adjudicatário deve verificar junto da Fiscalização a disponibilidade dos modelos de Estruturas antes de iniciar a deteção de interferências S&T vs. Estruturas. A utilização de geometrias simplificadas deve ser declarada no relatório de deteção de interferências e substituída pelos modelos disciplinares assim que estes estejam disponíveis.

F2.3 ENTREGÁVEIS DO GÉMEO DIGITAL

Os entregáveis do levantamento geoespacial constam do Anexo 3 – Levantamento Geoespacial para Gémeo Digital.

F3. REQUISITOS BIM S&T ESPECÍFICOS DA SINALIZAÇÃO E TELECOMUNICAÇÕES

F3.1 OBJETIVO

Acrescem aos requisitos BIM (EIR) indicados em F1, o adjudicatário tem como objetivo no presente âmbito de acrescentar o seguinte:

- Coordenação funcional entre via, sinalização e telecomunicações;
- Definir os requisitos de informação específicos para Sinalização, Telecomunicações e ETCS, densificando o EIR Geral para as entidades IFC 4.3 do domínio ferroviário; as entidades IFC 4.3 a utilizar são definidas no Anexo 5, que constitui a referência das entidades IFC aplicáveis, da decomposição espacial, dos requisitos de georreferenciação e das correspondentes orientações de modelação por contexto.
- Estabelecer o nível de informação necessário (LOIN) e os requisitos de informação do ativo (AIR) para os elementos S&T;
- Definir os entregáveis BIM, verificações de qualidade e tolerâncias específicos para S&T;
- Localização e identificação de equipamentos de campo;
- Apoio à certificação ferroviária e à interoperabilidade;
- Preparação e validação do *Asset Information Model* (AIM).

Adicionalmente, o presente capítulo tem como objetivo definir os requisitos da estratégia BIM para os contextos de informação B e C.

Em caso de divergência terminológica, a classificação de ativos segue o SGR (Sistema Geral de Rubricas) indicado no Anexo 4. Para efeitos de exportação e validação de modelos, prevalecem as definições de mapeamento de entidades do Anexo 5 e os requisitos de informação detalhados no Anexo 1.

F3.2 ÂMBITO

O presente documento tem o seu âmbito definido nos termos da parte C do presente Programa Preliminar.

As fases de aplicação da metodologia BIM no decorrer da empreitada são as seguintes:

- Estudo Prévio – Instalação Base;
- Projeto de Execução;
- Execução;
- Telas Finais;
- Manutenção.

Na fase do estudo prévio, a entregar com a proposta, deverá ser apresentado pelo concorrente a documentação solicitada conforme Anexo XI do Programa de Procedimento.

F3.3 INSTALAÇÃO BASE

O proponente deverá entregar juntamente com a proposta uma demonstração prática de aptidão (modelo-piloto) de uma instalação base, conforme os requisitos definidos neste capítulo.

Para esse efeito, a IP pretende que o troço compreendido entre o Sinal S1 de Tomar e o término das linhas dessa estação, conforme representado no Anexo 1 do Programa Preliminar — Parte D, constitua a instalação base do sistema BIM a avaliar na proposta.

Os requisitos técnicos do capítulo F2 aplicam-se ao modelo-piloto com as seguintes adaptações: o âmbito geográfico limita-se ao troço indicado; admite-se geometria simplificada para elementos de contexto, desde que entidades IFC e atributos obrigatórios sejam demonstrados; valores de atributos podem ser indicativos (e.g. PK estimados), desde que a estrutura de dados esteja completa e conforme.

F3.3.1 CONTEÚDO MÍNIMO DO MODELO-PILOTO

- 1) Modelo de contexto: superfície topográfica (IfcGeographicElement para Superestrutura e Infraestrutura), eixos de via (IfcAlignment com layouts horizontal e vertical) e carris (IfcRail);
- 2) Modelo de sinalização: pelo menos um exemplar de cada tipo de entidade S&T relevante para o troço (IfcSignal, IfcSensor, IfcElementAssembly, IfcCableCarrierSegment), com atributos preenchidos conforme o Anexo 1;
- 3) Contorno cinemático (IfcVirtualElement.CLEARANCE);
- 4) FederationControlPoint no PK de fronteira do troço.

F3.3.2 ENTREGÁVEIS

- 1) Ficheiros IFC 4.3 (esquema IFC4X3_ADD2 ou posterior), um por modelo parcial, legíveis no Open IFC Viewer;
- 2) Ficheiros IDS de validação cobrindo as propriedades das tabelas de atributos por objeto (Anexo 1);
- 3) Memória descritiva identificando: software de autoria (nome, versão, build), software de exportação IFC e MVD utilizada, software de federação, e limitações detetadas;

Tabela de conformidade com justificação fundamentada para cada requisito não cumprido, incluindo causa e plano de mitigação para a fase contratual.

F3.3.3 AVALIAÇÃO

O modelo-piloto é avaliado segundo os critérios B1.14.3 a B1.14.6, que abrangem: utilização de entidades IFC 4.3 nativas vs. proxy objects, completude de atributos e validação IDS, classificação SGR e UniClass 2015 com georreferenciação ETRS89/PT-TM06, e legibilidade e fidedignidade do modelo no Open IFC Viewer.

F3.4 GESTÃO DE ATIVOS

Aplica-se à elaboração dos estudos e projetos, e respetivas telas finais, para a Linha de Alta Velocidade (LAV) e Linha Convencional, no que respeita à Sinalização e Telecomunicações, com metodologia BIM. Para efeitos de aplicação deste documento, os ativos do âmbito da presente empreitada são do tipo **Ativos A**, conforme definido na norma identificada em F1, que serão entregues à IP após a construção.

Toda a informação gerada durante a conceção, projeto e construção do empreendimento, incluindo modelos, estudos e cálculos, serão propriedade da IP. Os autores dos elementos e/ou de qualquer parte do modelo só poderão utilizar ou modificar a informação BIM no contexto do contrato celebrado, não tendo qualquer direito para utilizar o modelo com outro propósito.

A transferência de propriedade para a IP ocorre com a transferência do ativo.

Com a transferência, o adjudicatário perde o direito de utilizar o modelo e a IP fica autorizada a alterar qualquer dos elementos, que entender conveniente, com vista a uma melhor adequação do mesmo aos seus interesses, sem que o adjudicatário se possa opor às referidas alterações e/ou tenha direito a qualquer compensação adicional.

F3.5 NORMAS E DIRETIVAS APLICÁVEIS

De uma forma geral, mantêm-se aplicáveis os níveis LOD e LOI definidos nos Quadros 1 e 2 da GR.IT.GER.024, indicada em F1. A esta regra acrescem as especificações constantes do presente documento, as quais prevalecem em caso de divergência, em virtude do seu caráter especial e específico para o presente procedimento.

Os elementos que não sejam possíveis detalhar no presente documento, terão de ser fornecidos, no âmbito da presente empreitada, todos os elementos adicionais necessários à colmatação da insuficiente caracterização que possa existir no Quadro 7 da GR.IT.GER.024. Para esse efeito, o referido quadro deve ser utilizado como referência para a identificação dos objetos cuja modelação e informação são consideradas relevantes e obrigatórias.

Para além das normas e diretivas identificadas em F1, aplicam-se os seguintes documentos de referência:

- Especificações técnicas de interoperabilidade ferroviária;
- IFC 4.3 (ISO 16739-1:2024) — *IfcRailDomain*, com *Property Sets* específicos
- ISO 19115 — Metadados geoespaciais;
- LAS 1.4 / E57 (ASTM E2807) — Formatos para nuvens de pontos;
- Normas IMT e PNCF aplicáveis.
- ISO 19148:2021 Geographic information — Linear referencing

Nota: Sempre que exista conflito entre normas externas e instruções técnicas IP, prevalecem as instruções técnicas IP.

F3.6 RESPONSABILIDADE

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 5 da norma identificada em F1, aplicadas ao âmbito do presente contrato.

A organização interna das equipas de modelação e coordenação BIM é da inteira responsabilidade do adjudicatário.

F3.7 DIREITOS DE PROPRIEDADE

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 6 da norma identificada em F1.

F3.8 ESTRATÉGIA BIM

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 7 da norma identificada em F1. O presente capítulo densifica a estratégia BIM para os contextos de informação B e C definidos no capítulo introdutório.

F3.8.1 OBJETIVOS BIM E PROPÓSITO DO MODELO

F3.8.1.1 OBJETIVOS BIM

Aos objetivos definidos no capítulo 7.1.1 da norma identificada em F1 acrescem os objetivos específicos S&T identificados em F3.1.

F3.8.1.2 PROPÓSITOS DO MODELO

Aos objetivos definidos no capítulo 7.1.2 da norma identificada em F1 acrescem:

- Coordenação funcional entre via, sinalização e telecomunicações – incluindo validação de distâncias de visibilidade, cobertura GSM-R e caminho de cabos.

- Interfaces funcionais.
- Localização inequívoca de equipamentos de campo com coordenadas georreferenciadas e PK.
- Preparação e validação do AIM.

F3.8.2 CONTEXTOS DE INFORMAÇÃO S&T

No âmbito da modelação de sinalização e telecomunicações, estão definidos dois contextos de informação para a respetiva modelação. O “Contexto B” está relacionado com os modelos BIM da LAV, que serão fornecidos pelo concessionário do troço da PPP1 necessários para integrar os modelos BIM de S&T, e o “Contexto C” fará a modelação BIM de S&T nova com base no Gémeo Digital da LC obtido em F2.

F3.8.2.1 CONTEXTO B – SINALIZAÇÃO LAV

Os modelos BIM provenientes de consórcios anteriores poderão ser disponibilizados ao Adjudicatário como informação de referência. A IP não garante a qualidade, conformidade normativa ou adequação destes modelos aos requisitos do presente documento. O Adjudicatário é integralmente responsável pela verificação, complemento e adequação da informação recebida. Sendo assim o Adjudicatário utilizará os modelos BIM disponibilizados como base, nas seguintes condições:

- Os modelos provenientes do consórcio não tiveram, necessariamente, encargos BIM semelhantes aos do presente documento. O Adjudicatário deve avaliar a conformidade e propor estratégia de complemento no BEP.
- A avaliação deve incluir, no mínimo:
 - Conformidade do CRS;
 - Completude de entidades;
 - Consistência de classificação;
 - Ausência de objetos proxy não justificados.
- A aceitação dos modelos está condicionada à verificação de qualidade geométrica e informacional.
- Aplica-se a cláusula geral de abrangência: considera-se incluído nesta empreitada o complemento de todos os elementos adicionais necessários.

F3.8.2.2 CONTEXTO C – SINALIZAÇÃO NOVA

A modelação da nova sinalização deve recorrer exclusivamente a entidades nativas IFC 4.3 nativas. As entidades obrigatórias e respetivos *Property Sets* constam do Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação, no qual são disponibilizados os ficheiros base a tomar em consideração.

Os *Property Sets* customizados devem ser limitados ao estritamente necessário e propostos no BEP, sujeitos a aprovação IP.

A IP reserva-se o direito de introduzir, durante a execução do contrato, novas necessidades relativas à modelação de entidades IFC 4.3 e aos seus correspondentes *Property Sets*.

F3.9 ENTREGÁVEIS BIM E MÉTODOS DE PRODUÇÃO DA INFORMAÇÃO

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 8 da norma identificada em F1. O presente documento densifica os seguintes aspetos:

F3.9.1 REQUISITOS DE INFORMAÇÃO

Os requisitos de informação específicos S&T – incluindo o *Level of Information Need* (LOIN), os *Asset Information Requirements* (AIR), atributos globais obrigatórios e *Property Sets* IFC 4.3 – constam do Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação.

F3.9.1.1 PRINCÍPIOS DE LOIN

O LOI prevalece sobre o LOD geométrico. A informação deve ser rastreável, verificável e interoperável. Os identificadores dos ativos devem ser únicos e consistentes ao longo de todo o ciclo de vida.

O Adjudicatário deverá entregar modelos IFC 4.3 nos quais todos os objetos S&T contêm os atributos definidos no Quadro C antes de qualquer LOD geométrico. A conformidade é verificada por inspeção IDS no CDE. Objetos sem os atributos obrigatórios são considerados não conformes independentemente do LOD geométrico alcançado.

F3.9.2 NÍVEL DE INFORMAÇÃO NECESSÁRIO

Os níveis de informação a conter nas rubricas S&T, densificando o Quadro 7 da GR.IT.GER.024 constam do Anexo 4 - Extensão do Quadro 7 da norma GR.IT.GER.024.

Para os elementos S&T existentes (Contexto GD), aplicam-se LOD/LOI reduzidos conforme definido no Anexo 4 - Extensão do Quadro 7 da norma GR.IT.GER.024, dado destinarem-se a contextualização, deteção de interferências e identificação para interface.

F3.9.3 TOLERÂNCIAS DE MODELAÇÃO

As tolerâncias de modelação específicas S&T constam do Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação.

F3.9.4 ENTREGÁVEIS BIM

F3.9.4.1 PLANO DE EXECUÇÃO BIM E ANEXOS (BEP)

Os entregáveis seguem o teor do capítulo 8.4.1 da norma identificada em F1. O BEP do Adjudicatário deve conter, como mínimo, um Anexo específico para S&T abrangendo: Tabelas de especificações de atributos de objetos atualizadas para todos os tipos de ativo S&T, com indicação de fase. Anexos 1.1–1.3 materializam a referência a tomar em consideração para a elaboração das tabelas.

- Tolerâncias de modelação e deteção de interferências (proposta fundamentada, não inferior aos mínimos deste documento).
- Sistema de coordenadas: confirmação ETRS89/PT-TM06, zeros locais por troço, procedimento de georreferenciação.
- Princípios de partição dos modelos: estratégia de segmentação por troço de referência, interfaces com outros modelos.
- Ficheiros IDS de validação S&T.
- Plano de colaboração e QC: *workflow* interno, procedimentos de *clash check*, frequência de coordenação.
- Soluções IT: software, versões, formatos de troca, configuração CDE.
- Estratégia de integração dos três Contextos.

F3.9.4.2 PLANO MESTRE DE ENTREGA DE INFORMAÇÃO (MIDP)

O MIDP segue o teor do capítulo 8.4.2 da norma identificada em F1. O MIDP mínimo exigido para S&T consta do Anexo 2 – MIDP Mínimo Exigido.

F3.9.4.3 MODELOS DE INFORMAÇÃO

O modelo de informação segue o teor do capítulo 8.4.3 da norma identificada em F1. O Adjudicatário deve entregar, no mínimo:

- Modelos BIM disciplinares: Sinalização e ETCS; Telecomunicações e GSM-R.
- Modelo BIM S&T integrado com restantes disciplinas.
- Modelos IFC 4.3 por disciplina S&T.
- Modelo de Informação do Ativo (AIM) para S&T.

F3.9.4.4 EXTRAÇÕES DO MODELO

As extrações do modelo seguem o teor do capítulo 8.4.4 da norma identificada em F1, às quais acrescem:

- Entregas periódicas mensais (XLSX) – extrações tabelares de todos os atributos dos objetos BIM, nos marcos definidos no MIDP.

Os relatórios seguem o teor do capítulo 8.4.5 da norma identificada em F1, aos quais acrescem:

- Relatórios de coordenação (BCF).
- Ficheiros IDS de validação S&T.

F3.10 ORGANIZAÇÃO DOS MODELOS

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 9 da norma identificada em F1. O presente documento densifica os seguintes aspetos:

F3.10.1 ESTRUTURA DE DADOS

F3.10.1.1 DECOMPOSIÇÃO ESPACIAL IFC

Os modelos IFC 4.3 devem adotar a decomposição espacial detalhada no Anexo 5.

F3.10.1.2 DIVISÃO DE MODELOS

Conforme capítulo 9.1.1 da norma identificada em F1. Dado o comprimento do traçado (71 km para LAV PPP1 e múltiplos troços LC), acrescem as seguintes regras:

- Os modelos devem ser segmentados por troço de referência, à consideração do adjudicatário a propor à IP, evitando dificuldades de análise e gestão dos modelos BIM.
- Cada segmento deve utilizar um zero local definido como ponto notável do traçado. O BEP deve definir e mapear todos os zeros locais, incluindo as transformações para

ETRS89/PT-TM06. Cada modelo deve conter um elemento de controlo geométrico posicionado no PK de fronteira com o tramo adjacente, coincidente com o ponto homólogo do modelo vizinho. Este elemento serve de verificação visual e automática da continuidade da federação entre modelos parciais. O BEP deve documentar a localização e as coordenadas ETRS89/PT-TM06 de cada ponto de controlo.

- Nenhum objeto do modelo deve ser colocado a mais de 33 km da origem interna do software. Complementarmente, recomenda-se que cada modelo BIM parcial (ficheiro IFC correspondente a um troço de referência) não exceda 2,5 km de comprimento, para garantir a navegabilidade nos *viewers* IFC correntes e evitar erros de arredondamento gráfico em coordenadas distantes da origem local. Este valor é indicativo e deve ser justificado pelo Adjudicatário no BEP, podendo ser ajustado em função da complexidade geométrica do troço (e.g., troços com estações ou aparelhos de mudança de via poderão requerer segmentação mais fina). Esta recomendação é consistente com as boas práticas internacionais em projetos ferroviários BIM.
- Todos os modelos devem adotar o sistema de *shared coordinates* do projeto.

F3.10.1.3 HIERARQUIA DE DADOS E SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Conforme capítulo 9.1.2 da norma identificada em F1.

A lista de atributos base que os elementos devem incorporar consta do Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação.

A classificação SGR transporta-se para IFC via *IfcClassification* e *IfcClassificationReference*, conforme detalhado no Anexo 5, secção 8. O Adjudicatário completa e detalha no BEP, incluindo códigos de estrutura de ativos IP.MN.055.

F3.10.1.4 NOMEAÇÃO DOS ARQUIVOS

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 9.1.3 da norma identificada em F1 e da norma GR.MN.GER.006.

F3.10.2 SISTEMA DE COORDENADAS

Conforme capítulo 9.2 da norma identificada em F1:

- Planimetria: ETRS89 / PT-TM06 (EPSG:3763).
- Altimetria: Datum Altimétrico de Cascais EPSG:5780.

F3.10.3 GESTÃO DA INFORMAÇÃO EXISTENTE

Conforme capítulo 9.5 da norma identificada em F1. Para o contexto LAV, o Adjudicatário utilizará os modelos BIM do consórcio LAV como base. O BEP deve definir a estratégia de federação integrando os três contextos.

O BEP deve especificar a estrutura disciplinar dos modelos do existente (Contexto A), garantindo a continuidade organizativa com os modelos de projeto (Contextos B e C). Sugere-se a adoção de uma organização por corredores (Plataforma + Superestrutura, subdivisíveis) e por estações (Arquitetura + Estruturas + Instalações). A estrutura disciplinar proposta deve manter-se consistente desde o levantamento até ao As-Built.

Integração BIM-GIS: O modelo federado dos três contextos deve ser integrável num ambiente GIS para contextualização territorial, coordenação interdisciplinar e suporte à fase de operação e manutenção. O ambiente GIS de referência deve ser o utilizado pela IP, nomeadamente o “SIG Empresarial”. O BEP deve definir:

- os formatos de entrega para GIS (GeoTIFF para raster, GeoJSON ou Shapefile para vetorial, CityJSON LOD1 para volumetria envolvente);
- o workflow de integração BIM para GIS (ferramenta de conversão, e.g. FME, ou método equivalente documentado);
- o papel do GIS (ortofotos, MDT, cadastro) na coordenação com os modelos disciplinares dos consórcios de infraestrutura.

F3.11 RECURSOS

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 10 da norma identificada em F1.

F3.11.1 FUNÇÕES E ATRIBUIÇÕES

Conforme capítulo 10.1 da norma identificada em F1. O Adjudicatário designa um BIM Manager como ponto de contacto único com a IP.

F3.11.2 INFRAESTRUTURA TECNOLÓGICA

Conforme capítulo 10.2 da norma identificada em F1.

F3.12 PROCEDIMENTOS DE COLABORAÇÃO

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 11 da norma identificada em F1. O presente documento acrescenta disposições sobre gestão de interferências S&T.

F3.12.1 AMBIENTE COMUM DE DADOS (CDE)

Conforme capítulo 11.1 da norma identificada em F1. Toda a informação deverá ser gerida num CDE conforme ISO 19650, com os estados *Em Curso*, *Compartilhado*, *Publicado*, *Arquivado*.

F3.12.2 GESTÃO DE INTERFERÊNCIAS

Conforme capítulo 11.1.4 da norma identificada em F1. Para S&T, a gestão de interferências deve incluir:

- *Clash check* interdisciplinar: S&T vs. Via, S&T vs. Estruturas, S&T vs. Catenária. Para cada par de disciplinas, aplica-se a tolerância mais restritiva das duas.
- Tolerâncias de deteção de interferências: conforme Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação
- Contorno de referência cinemático com equipamentos: tolerância zero.

O Adjudicatário deve, no BEP, apresentar a sua Matriz de Interferências, que não pode ser menos restritiva do que a presente tabela de referência. Cruzamentos adicionais ou tolerâncias mais apertadas são admissíveis e valorizados.

Tabela 1 - Template de Matriz de Interferências

MATRIZ DE INTERFERÊNCIAS			Descrição	Via / Superestrutura	Obras de arte	Catenária	S&T — ETCS	S&T — Sinais/Balizas	S&T — Condutas/Cabos	Telecomunicações	Drenagem	Energia	Contorno cinemático
			Gravidade	A	A	A	A	A	B	B	B	B	A
Descrição	Gravidade	Tolerância (m)	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00
Via / Superestrutura	A	0.05	SIM										
Obras de arte	A	0.02	SIM	SIM									
Catenária	A	0.05	SIM	SIM	SIM								
S&T ETCS	A	0.05	SIM	SIM	SIM	SIM							
S&T Sinais/Balizas	A	0.05	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM						
S&T Condutas/Cabos	B	0.05	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM					
Telecomunicações	B	0.05	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM				
Drenagem	B	0.05	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM			
Energia	B	0.05	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM		
Contorno cinemático	A	0.00	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

F3.13 CONTROLO DE QUALIDADE

Aplicam-se integralmente as disposições do capítulo 12 da norma identificada em F1. O presente documento densifica os seguintes aspetos:

F3.13.1 CONTROLO DE QUALIDADE RECORRENTE

Conforme capítulo 12 da norma identificada em F1. O Adjudicatário deve implementar os seguintes controlos adicionais para S&T:

Tabela 2 - Verificações obrigatórias S&T

Verificação	Definição	Frequência
Autoverificação	Consistência, completude e coerência do modelo com o projeto funcional	Contínua
Verificação visual	Ausência de componentes indesejados e conformidade com intenção do projeto	Contínua
Clash check	Colisões geométricas entre modelos disciplinares (S&T vs. via, estruturas, catenária, energia)	Semanal
Integridade de dados	Ausência de elementos indefinidos, duplicados ou com propriedades em falta (IDS)	A cada entrega
Conformidade normas	Cumprimento do EIR, nomenclatura e classificação	A cada entrega
Rastreabilidade funcional	Cruzamento de IDs entre modelo BIM e tabelas ETCS	A cada marco

F3.13.2 CONTROLO DE QUALIDADE FINAL

Conforme capítulo 12.2 da norma identificada em F1.

F3.13.3 VALIDAÇÃO IDS

Ficheiros IDS (*Information Delivery Specification*) para S&T devem ser entregues com o BEP, cobrindo: entidades IFC obrigatórias, propriedades obrigatórias conforme Anexo 1 – Tabelas de Especificações LOIN e Âmbito de Modelação, sistemas de classificação e *Property Sets* específicos.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ATV	–	Atravessamento de Via
BEP	–	Plano de Execução BIM
CCS	–	Comando e Controlo de Sinalização
CRS	–	Coordinate Reference System (Sistema de Referência de Coordenadas)
EPSG	–	European Petroleum Survey Group (código normalizado de sistemas de referência espacial)
ETCS	–	European Train Control System
ETI / TSI	–	Especificação Técnica de Interoperabilidade
GPR	–	Ground Penetrating Radar (Georadar)
GSMR	–	Global System for Mobile Communications – Railway
LAV	–	Linha de Alta Velocidade
LC	–	Linha Convencional
LEU	–	Lineside Electronic Unit
MMS	–	Mobile Mapping System
NID_BG	–	National Identity – Balise Group (identificador ETCS)
PK	–	Ponto Quilométrico
RBC	–	Radio Block Centre
RFN	–	Rede Ferroviária Nacional
RMSE	–	Root Mean Square Error (Erro médio quadrático)
SGR	–	Sistema Geral de Rubricas Ferrovia
S&T	–	Sinalização e Telecomunicações
VA	–	Via Ascendente
VD	–	Via Descendente

ANEXOS AO DOCUMENTO

ANEXO 1 – TABELAS DE ESPECIFICAÇÕES LOIN E ÂMBITO DE MODELAÇÃO

O presente anexo define os atributos alfanuméricos que devem ser obrigatoriamente preenchidos em cada entidade. Os mesmos deverão ser tomados como a estrutura base para a criação dos modelos de sinalização nova.

A IP reserva-se o direito de introduzir, durante a execução do contrato, novas necessidades relativas aos atributos alfanuméricos apresentados nem cada sub-anexo.

ANEXO 1.1 – Atributos de Sinalização	Tabelas de Especificações LOIN SIN.xlsx
ANEXO 1.2 – Atributos de Caminho de Cabos	Tabelas de Especificações LOIN Caminho de Cabos.xlsx
ANEXO 1.3 – Atributos de GSM-R	Tabelas de Especificações LOIN GSM-R.xlsx

Nota: As referências a “TBD” constantes dos ficheiros em anexo, terão de ser desenvolvidas pelo concorrente, indo de encontro ao disposto em F3.9.4.1.

ANEXO 2 – MIDP MÍNIMO EXIGIDO

Documento contratual para controlo de entrega, validação e aceitação da informação.

Tabela 3 - MIDP mínimo S&T

#	Entregável	Prazo / Marco	Formato
1	BEP (incl. Anexo S&T)	Mobilização	DOCX+XLSX
2	Ficheiros IDS validação S&T	Com o BEP	IDS (XML)
3	Modelo BIM Sinalização	30% projeto (EP)	IFC 4.3
4	Modelo BIM Telecomunicações	30% projeto (EP)	IFC 4.3
5	Entrega 1	30% projeto (EP)	XLSX
6	Modelo BIM Federado	Antes início obra	IFC 4.3
7	Relatórios Coordenação BCF	Mensal	BCF+PDF
8	Tabela rastreab. BIM↔encrav.	PE + atualizações	XLSX
9	Modelo BIM As-Built	Conclusão obra	IFC 4.3
10	AIR – Informação de Ativos	Conclusão obra	XLSX+IFC
11	Modelo AIM	Antes entrada serviço	IFC 4.3

ANEXO 3 – LEVANTAMENTO GEOESPACIAL PARA GÉMEO DIGITAL

1) Objeto

- a) O objeto do fornecimento descrito nesta parte do programa preliminar refere-se exclusivamente à componente de levantamento geoespacial de alta resolução (nuvem de pontos e imagem) que permita desenvolver um gémeo digital ferroviário da área geográfica da linha convencional da RFN. Resumidamente, esta componente compreende seguintes itens:
- i. Elaboração de um levantamento geoespacial de alta resolução (nuvem de pontos e imagem) da área geográfica da rede convencional definida na Parte C – Definição de Âmbito Geográfico;
 - ii. Elaboração de um levantamento geoespacial de alta resolução (nuvem de pontos e imagem) da área geográfica da rede convencional do troço adicional Lisboa Santa Apolónia – Mato Miranda
 - iii. Extração automática e modelação inteligente de informação geoespacial de elementos essenciais à ferrovia possibilitando a sobreposição em tempo real da nuvem de pontos recolhida sobre a cartografia de fundo.
 - iv. Tratamento da nuvem de pontos e imagens para permitir obter a seguinte informação:
 - Topografia da via e superestrutura;
 - Imagens georreferenciadas e imagens panorâmicas coloridas (RGB), panorâmicas 360º com indicação de data e hora;
 - Sinalização ferroviária existente;
 - Catenária existente;
 - Marcos quilométricos e hectométricos;
 - Caixas de visita de caminhos de cabos;
 - Marcos de caminhos de cabos;
 - Passagem de nível e atravessamentos de via (ATV);
 - Linhas de drenagem superficial longitudinal (valetas, etc.);
 - Taludes, áreas de vegetação e árvores;

- Muros/vedações/barreiras acústicas/contenção/delimitação;
 - Cais de passageiros;
 - Edifícios;
 - Torres de telecomunicações;
 - Obras de arte (túneis, pontes, viadutos e pontões).
- v. Desenvolvimento de gémeo digital (*Digital Twin*) ferroviário da área geográfica nas alíneas i. e ii. anteriores, que permita:
- a. Conhecer detalhadamente todas as distâncias, declives e curvas do traçado de via, necessárias para o projeto do ETCS;
 - b. Avaliar soluções específicas a prever no estudo de radiação e localização de antenas GSM-R em zonas de túnel e com grande densidade de construção ou de vegetação;
 - c. Uma grande redução do tempo de trabalho de campo;
 - d. Uma melhor coordenação entre especialidades e gestão de projeto.
- vi. Disponibilização do gémeo digital (*Digital Twin*) ferroviário à IP em plataforma adequada (hardware, software, respetivas licenças de utilização, gestão e manutenção e armazenamento Cloud).
- vii. Formação dos técnicos da IP na utilização, gestão e manutenção desta plataforma e no que toca a padrões técnicos e procedimentos operacionais padrão.

2) Normas e referenciais aplicáveis

a. Gestão de informação e BIM

- a) ISO 19650 (NP EN ISO 196501/2/3) – gestão da informação baseada em BIM.
- b) IFC 4.3 (buildingSMART) – entidades e alinhamento para ferrovia; utilização de exportação em Alignment Based View.
- c) EN 174121 (LOIN) – Nível de Necessidade de Informação.

b. Formatos de dados e metadados

- a) LAS 1.4 para nuvens de pontos; E57 (ASTM E2807) como formato de intercâmbio;
- b) ISO 19115 para metadados geoespaciais.
- c) Nota: Sempre que exista conflito entre normas externas e normativos IP, prevalecem os normativos internos da IP explicitamente indicados nas peças do procedimento.

c. Objetivo técnico do levantamento

Obter uma base geométrica e visual que suporte a criação de um gémeo digital interoperável da infraestrutura ferroviária da área indicada no objeto, possibilitando: coordenação multidisciplinar, planeamento e fiscalização de obras, modelação BIM/IFC, análise de ativos e suporte ao ERTMS/ETCS, Sinalização e Telecomunicações/GSM-R.

3) Métodos de aquisição

- a) Levantamento Mobile Mapping em via ferroviária com sensores LiDAR e câmaras sincronizadas com GNSS/IMU (*Global Navigation Satellite System/Inertial Measurement Unit*);
- b) Levantamento terrestre estático (TLS - *Terrestrial Laser Scanning*) em locais críticos;
- c) Levantamento aéreo (UAS - *Unmanned Aircraft System* / aeronaves) para complementação de áreas não acessíveis/ortofoto de contexto;
- d) Videografia ferroviária para apoio a inspeção visual.

Todas as atividades na via devem cumprir as regras de segurança e planeamento de interdições da IP (IET 12) e, para veículos especiais, as condições da ICS 203/14.

4) Sistema de referência geodésico

- a) Planimetria: ETRS89 / PTM06 (EPSG:3763).
- b) Altimetria: datum vertical oficial em vigor (geóide DGT), a identificar no Plano de Controlo Metrológico do adjudicatário e a validar pela Fiscalização.
- c) Materialização de rede de apoio GNSS e alvos para controlo independente (relatório de ajustamento/incerteza).
- d) Ficheiros com CRS (*Coordinate Reference System*) definido (WKT/PROJ - *WellKnown Text/ biblioteca/projeção usada por software SIG/BIM*) e geotags (LAS VLR/E57 CRS).

5) Precisão e densidade

Os valores de precisão e densidade devem ser propostos pelo Adjudicatário no BEP e aprovados pela IP.

- a) Precisão posicional (RMSE): [$\pm XX$ mm planimetria, $\pm XX$ mm altimetria – a definir]
- b) Densidade mínima no canal ferroviário: [$\geq XX$ pts/m² – a definir]
- c) Densidade mínima fora do canal: [$\geq XX$ pts/m² – a definir]

Deverá ser apresentado o relatório técnico do equipamento utilizado.

6) Cobertura do levantamento

- a) Faixa mínima: eixo de via(s) e zonas associadas; incluir plataformas, edifícios operacionais, salas técnicas e acessos, caminhos de cabos, passagens de nível, passagens inferiores e superiores, obras de arte e zonas adjacentes necessárias ao contexto.
- b) Ambiente confinado: túneis/galerias com densificação TLS e imagem adequada.
- c) Interfaces relevantes para a sinalização e telecomunicações.

7) Entregáveis mínimos

d. Nuvem de pontos

- a) LAS 1.4 (ou E57) com classes (terreno, balastro, carril/travessas, catenária e apoios, elementos de Sinalização e telecomunicações, edificações, vegetação, mobiliário, vedações, etc.) e intensidade; tiles com sobreposição e índice de catálogo.
- b) Relatório de densidade efetiva e uniformidade por troço e por classe.

e. Imagem

- a) Panoramas 360° com calibração e pose; fotogramas e/ou ortofotos georreferenciadas (GeoTIFF) quando aplicável;
- b) Videografia ferroviária georreferenciada com timecode e tracklog.

f. Modelos e alinhamentos de referência

Eixos de via/alinhamentos e elementos lineares em IFC, conforme definido no Anexo 5, para posicionamento relativo de objetos, quando aplicável.

g. Metadados e documentação

- a) Ficha de metadados por tile/produto segundo ISO 19115;
- b) Relatório técnico com metodologia, equipamentos, rede de apoio, MDE/MDT derivados, parâmetros de processamento, estimativas de incerteza e resultados de QA/QC;
- c) Plano de Controlo Metrológico e Plano de Segurança alinhados com IET 12 e ICS 203/14.

h. Organização e entrega

- a) Todos os dados e documentos a entregar deverão ser organizados e disponibilizados em Ambiente Comum de Dados (CDE) definido pela IP, respeitando obrigatoriamente a estrutura de pastas, convenções de nomenclatura, codificação documental e regras de versionamento estabelecidas nos normativos internos aplicáveis e nas peças do procedimento.
- b) A entrega deverá incluir, de forma obrigatória:

- i. Metadados em formato JSON, estruturados e mapeados para a norma ISO 19115, descrevendo cada ficheiro ou conjunto de ficheiros (identificação, localização relativa na estrutura de pastas, formato, sistema de referência espacial, versão, datas, responsável e relações com outros entregáveis), e
 - ii. Um índice global em formato CSV, constituindo o inventário completo da entrega, com referência inequívoca a todos os ficheiros entregues, respetivos caminhos relativos, formatos, versões e mecanismos de verificação de integridade.
- c) Os ficheiros CSV e JSON não substituem nem alteram as regras de organização definidas, devendo refletir fielmente a estrutura de pastas e as convenções de nomes adotadas, sendo utilizados para validação, controlo de qualidade, ingestão automática em sistemas da IP e auditoria da entrega.
- d) A não conformidade da estrutura de pastas, nomenclatura ou metadados constitui fundamento para a rejeição da entrega, sem prejuízo das demais consequências contratuais aplicáveis.

8) Qualidade e verificação (QA/QC - Quality Assurance/ Quality Control)

- a) O adjudicatário deverá implementar um sistema formal de Garantia e Controlo da Qualidade (QA/QC), em conformidade com a NP EN ISO 19650 e com os EIR e MIDP aprovados pela IP.
- b) O QA deverá assegurar a definição, documentação e aplicação de processos, responsabilidades, workflows e métricas de qualidade, garantindo a produção da informação de acordo com os requisitos funcionais e o nível de necessidade de informação estabelecidos.
- c) O QC deverá incluir, obrigatoriamente, verificações técnicas independentes sobre os dados produzidos, nomeadamente controlo com pontos de verificação não utilizados no ajustamento, avaliação de erros residuais e incertezas planimétricas e altimétricas, verificação de cobertura, densidade, oclusões e integridade dos dados, bem como a coerência temporal da captação.
- d) Os resultados do QA/QC deverão ser documentados em relatórios técnicos auditáveis, entregues no CDE, constituindo condição necessária para a aceitação da informação pela IP.
- e) Checklist QA/QC mínima (para aceitação da entrega):

A. QA – Garantia da Qualidade (antes e durante a produção)

A1. Governação da informação

- EIR e MIDP aprovados e em vigor
- CDE definido, acessos configurados e estados ISO 19650 aplicados
- Responsáveis QA/QC identificados (nomes e funções)

A2. Planeamento técnico

- Sistema de referência confirmado (ETRS89 / PTM06; geóide DGT)
- Métodos de aquisição definidos por tipo de zona (MM, TLS, UAS)
- Métricas de qualidade e classes de exatidão definidas por uso
- LOIN aplicável identificado (EN 174121)

A3. Rastreabilidade e reprodutibilidade

- Workflows documentados (aquisição → processamento → QA/QC)
- Parâmetros críticos registados (GNSS/IMU, TLS, filtros, classificações)
- Versionamento e changelog ativos no CDE

B. QC – Controlo da Qualidade (sobre os dados produzidos)

B1. Controlo geométrico independente

- Check points independentes (não usados no ajustamento)
- Erros residuais planimétricos e altimétricos calculados
- Incertezas reportadas por troço/segmento

B2. Integridade e completude

- Cobertura verificada (sem lacunas críticas)
- Oclusões identificadas e justificadas
- Blunders/ruído identificados e removidos
- Heatmaps de densidade (quando aplicável)

B3. Coerência temporal

- Datas/horas de captação declaradas por segmento
- Impactos sazonais identificados (vegetação/ocupação)
- Consistência temporal entre dados correlacionados

B4. Conformidade de formatos e referência

- CRS correto e embebido (WKT/PROJ; LAS VLR / E57 CRS)
- Altimetria referida ao datum vertical oficial
- Formatos exigidos entregues (LAS/E57/GeoTIFF/IFC, conforme aplicável)

C. Metadados, índices e entrega

C1. Metadados

- JSON completo (ISO 19115): identificação, CRS, versão, datas, responsável
- Relações entre ficheiros e localização relativa no CDE

C2. Índice global

- CSV com inventário completo (caminho, formato, versão, checksum)
- Coerência entre CSV, JSON e estrutura de pastas

C3. Relatórios

- Relatório QA/QC auditável entregue no CDE
- Evidências anexas (tabelas de erros, mapas, screenshots)

D. Critério de aceitação

- Todos os itens acima conformes
- Não conformidades corrigidas e revalidadas
- Aprovação formal da Fiscalização / IP

- f) O adjudicatário deve propôr as métricas de desempenho e as classes de exatidão alvo, a comprovar em QA/QC. A IP pode exigir densificação local quando necessário.
- g) A não conformidade com os requisitos de QA/QC constitui fundamento para a rejeição da entrega e para a exigência de correções ou densificações adicionais, sem encargos para a IP.

9) Elementos S&T a identificar no levantamento

Sinalização ferroviária existente

Catenária existente

Caixas de visita e marcos de caminhos de cabos

Torres de telecomunicações

Obras de arte (túneis, pontes, viadutos)

Passagens de nível e atravessamentos de via (ATV)

Marcos quilométricos

Linhas de drenagem superficial longitudinal

10) Requisitos de segurança, privacidade e confidencialidade

- a) Cumprimento integral dos planos de segurança, procedimentos de circulação e interdições (IET 12) e regras para veículos especiais (ICS 203/14).

- b) Anonimização de dados de imagem quando aplicável e classificação de informação conforme políticas da IP.
- c) Entrega em Ambiente Comum de Dados (CDE) definido pela IP, com perfis de acesso e histórico de versões conforme ISO 19650.

11) Interoperabilidade e integração

- a) Entregáveis openformat (LAS/E57/GeoTIFF/IFC 4.3) e metadados ISO 19115 permitem ingestão em SIG/BIM e integração com sistemas/projetos S&T LC+LAV.
- b) Ligações funcionais e geográficas conforme peças do presente procedimento.

12) Plano de trabalhos e coordenação

- a) Plano de Captação faseado por troços de via, com contingências meteorológicas e restrições operacionais.
- b) Coordenação com atividades correlacionadas (Sinalização, Telecomunicações, GSM-R e ETCS), em alinhamento com as demais peças do presente procedimento.

13) Critérios de aceitação

- a) Entrega completa e conforme a estrutura e formatos definidos no capítulo 6 (Entregáveis mínimos).
- b) Conformidade de CRS e consistência geométrica com rede de apoio validada (capítulo 4) - Sistema de referência geodésico).
- c) Relatório QA/QC com resultados dentro das classes de exatidão propostas e aprovadas.
- d) Metadados ISO 19115 completos e readme por produto;
- e) Reprocessamento amostral realizado com sucesso pela IP, para efeitos de auditoria técnica e verificação da reprodutibilidade dos resultados.

14) Garantias e suporte pós-entrega

Suporte técnico durante as fases de conceção e construção do contrato, para esclarecimentos, reemissão de tiles com erros identificados e migração de versões de formatos, sem custos adicionais.

15) Matriz de conformidade – Lista de verificação de aceitação por troço/produto

Utilização: duplicar esta matriz para cada troço/ramal e manter como registo de QA/QC e aceitação contratual. Preenchimento pelo Adjudicatário e validação pela Fiscalização / IP.

i. Troços de referência

- a) Ovar – Gaia;
- b) Entroncamento (exc.) – Albergaria dos Doze (exc.);
- c) Lamarosa (exc.) – Tomar;
- d) Albergaria dos Doze – Alfarelos (exc.);
- e) Alfarelos – Souselas (exc.);
- f) Alfarelos (exc.) – Figueira da Foz;
- g) Concordância de Verride e Bifurcação da Lares;
- h) Souselas – Pampilhosa;
- i) Pampilhosa (exc.) – Ovar (exc.);
- j) Cacia – Porto de Aveiro;
- k) Campanhã – São Bento;
- l) Contumil – Leixões;
- m) Concordância de São Gemil;
- n) Mato de Miranda (exc.) – Entroncamento;
- o) Santa Apolónia – Mato de Miranda.

j. Matriz (exemplo por troço)

Produto / Critério	Especificação/Referência	Método de verificação	Conforme (sim/não)	Ref. (ficheiro/pasta)	Observações

16) Exemplos de Modelos – Fichas, README por tile e Índices

k. Ficha de Metadados (ISO 19115) – modelo de formulário

Campo	Descrição	Obrigatório

Campos: Identificador; Título; Data de criação; Responsável (organização/pessoa); Resumo; Palavras-chave; Categoria temática; Extensão geográfica; Sistema de referência; Datum vertical; Qualidade dos dados; Linhagem; Restrições de uso; Formato; Tamanho; Versão; Rel. associados.

l. Exemplo de metadados (JSON mapeado a ISO 19115)

```
{
```

```
"fileIdentifier": "LC-LN-Troco-OVAR-GAIA-Segmento-IET50-03-Tile-0123",
"title": "Nuvem de pontos – Troço Ovar–Gaia – Segmento IET 50 03 – Tile 0123",
"dateStamp": "2026-05-12T14:22:00Z",
"responsibleParty": {
  "organisationName": "Adjudicatário X",
  "contactInfo": {
    "email": "contacto@exemplo.pt",
    "phone": "+351000000000"
  }
},
"abstract": "Tile LAS 1.4 com classes codificadas, relativo ao Troço de Referência Ovar–Gaia, Segmento IET 50,
referenciado ao sistema ETRS89/PT-TM06.",
"keywords": ["LiDAR", "nuvem de pontos", "ferrovia", "IET 50", "Ovar–Gaia"],
"topicCategory": ["imageryBaseMapsEarthCover"],
"extent": {
  "bbox": {
    "minx": 0,
    "miny": 0,
    "maxx": 0,
    "maxy": 0,
    "crs": "EPSG:3763"
  }
},
"referenceSystemInfo": { "code": "EPSG:3763" },
"verticalDatum": "Geóide oficial em vigor (DGT)",
"dataQualityInfo": {
  "positionalAccuracy": {
    "rmse_plan": null,
    "rmse_alt": null
  }
},
"lineage": "Captura MM + TLS; processamento conforme relatório técnico.",
"useConstraints": "Classificação interna IP; ver Política de Informação",
"format": "LAS 1.4",
"sizeMB": 0,
"version": "v1.0.0",
"trocoReferencia": {
  "nome": "Ovar – Gaia",
  "pk_inicial": "299+800",
  "pk_final": "332+800"
},
"segmentoIET50": "Segmento IET 50 03",
"associatedReports": [
  "Relatorio_Tecnico.pdf",
```

```
"QAQC_SegmentoIET50_03.pdf"
]
}
```

m. Modelo de README por tile

TROCO_DE_REFERENCIA: Ovar – Gaia

PK_INICIAL: 299+800

PK_FINAL: 332+800

SEGMENTO_IET_50: Segmento IET 50 03

TILE_ID: LC-LN-Troco-OVAR-GAIA-Segmento-IET50-03-Tile-0123

PRODUTO: Nuvem de pontos (LAS 1.4)

CRS: ETRS89 / PT-TM06 (EPSG:3763)

DATUM_VERTICAL: Geóide oficial em vigor (DGT)

CAPTACAO: 2026-05-10 (janela 07:00–11:00)

METODOLOGIA: Mobile Mapping + TLS complementar em PN/PO

REDE_APOIO: 5 marcos GNSS; ajuste WLS; incerteza 1σ

PROCESSAMENTO: Filtro de ruído X; classificação automática + revisão manual

QUALIDADE: RMSE_plan=... ; RMSE_alt=... ; cobertura=... %

ARTEFACTOS_CONHECIDOS: oclusões sob pórticos; reflexos em túneis

FICHEIROS:

./tiles/ovar_gaia/segmento_iet50_03/tile0123/

LC-LN-OVGA-SIET50-03-T0123.las (15.3 GB)

RELACIONADOS:

Relatorio_Tecnico.pdf

QAQC_SegmentoIET50_03.pdf

Metadados.json

RESPONSÁVEL:

Nome; contacto@exemplo.pt; +351 ...

n. Índice CSV (inventário global)

troco_referencia, pk_inicial, pk_final, segmento_iet50, produto, tile_id, ficheiro, formato, crs, data_captacao, data_processamento, versao, tamanho_mb, checksum_sha256

"Ovar – Gaia", "299+800", "332+800", "Segmento IET 50 03", "LAS", "LC-LN-OVGA-SIET50-03-T0123", ".tiles/ovar_gaia/segmento_iet50_03/tile0123/LC-LN-OVGA-SIET50-03-T0123.las", "LAS"

1.4","EPSG:3763","2026-05-10","2026-05-12","v1.0.0",15300,"<sha256>"

Índice JSON (inventário global)

```
{
  "projeto": "LC+LAV S&T 01 – Gémeo Digital",
  "trocos": [
    {
      "nome": "Ovar – Gaia",
      "pk_inicial": "299+800",
      "pk_final": "332+800",
      "segmentosIET50": [
        {
          "nome": "Segmento IET 50 03",
          "produtos": [
            {
              "tipo": "LAS",
              "tile_id": "LC-LN-OVGA-SIET50-03-T0123",
              "ficheiro": "./tiles/ovar_gaia/segmento_iet50_03/tile0123/LC-LN-OVGA-SIET50-03-T0123.las",
              "formato": "LAS 1.4",
              "crs": "EPSG:3763",
              "captacao": "2026-05-10",
              "processamento": "2026-05-12",
              "versao": "v1.0.0",
              "tamanho_mb": 15300,
              "checksum_sha256": "<sha256>"
            }
          ]
        }
      ]
    }
  ]
}
```

17) Mapa de produtos vs. prazos

Objetivo: tabelar o quê (produto), onde (Troço de Referência / Segmento IET50) e quando (início/fim), garantindo compatibilidade com o Programa Preliminar (Parte D). As datas são campos a preencher pelo adjudicatário e validados pela Fiscalização / IP.

o. Estrutura de planeamento (modelo)

Troço de	Segmento IET 50	Produto /	Preparação	Captação (AAAA-MM-DD)	Processamento	QA/QC (AAAA-MM-DD)	Entrega CDE	Dependências	Observações
----------	-----------------	-----------	------------	-----------------------	---------------	--------------------	-------------	--------------	-------------

Referência		Critério	(AAAA-M M-DD)		(AAAA-M M-DD)		(AAAA-M M-DD)		

p. Regras de coerência do plano

- a. Sequência recomendada: Preparação → Captação → Processamento → QA/QC → Entrega CDE.
- b. Vinculação ao troço de referência: cada linha do plano deve referir um troço de referência e condições de segurança correspondentes.
- c. Integração com outras atividades: identificar dependências (ex.: fases de Sinalização/Telecomunicações/GSM-R/ETCS).
- d. Versões e revisões: cada entrega deve indicar versão e changelog; alterações de datas devem ser comunicadas e aprovadas pela Fiscalização / IP.

ANEXO 4 - EXTENSÃO DO QUADRO 7 DA NORMA GR.IT.GER.024

As linhas seguintes acrescem ou detalham as correspondentes no Quadro 7 do GR.IT.GER.024.

Tabela 4 - Extensão do Quadro 7 para rubricas S&T.

Rubrica	Designação	LOD PE	LOD TF	LOI PE	LOI TF	Obs.
F.05	Sist. sinaliz. e segurança	200	300	100	300	
F.05.02	Sinalização	200	300	100	300	
F.05.02.04	Sinais	200	300	200	300	
F.05.03	Sistemas ATP/ERTMS/ETCS	200	300	200	300	
F.05.03.01	Balizas / eurobalises	200	300	200	300	
F.05.03.02	LEU	—	300	—	300	
F.05.03.03	RBC	200	300	200	300	
F.05.04	Telecomunicações / GSM-R	200	300	100	300	
F.05.05	Contadores de eixos	200	300	200	300	

Legenda: PE – Projeto de execução (projeto detalhado, antes da construção) / TF – Telas finais (As-Built, após construção)

LOD/LOI para elementos existentes - Contexto A

Para os elementos S&T existentes (Contexto A), aplicam-se LOD/LOI reduzidos, destinados a contextualização, deteção de interferências e identificação para interface. A implementação em entidades IFC consta do Anexo 5, **Quadro A Entidades IFC 4.3 para o Canal Ferroviário (Contexto A)**.

Para os elementos de infraestrutura de via, estruturas e eletrificação modelados no Contexto A para fins de contextualização e deteção de interferências, aplicam-se LOD/LOI reduzidos. O mapeamento para entidades IFC consta do Anexo 5, Secção 11.

Tabela 5 - Extensão do Quadro 7 para rubricas S&T.

Rubrica	Designação	LOD PE	LOD TF	LOI PE	LOI TF	Justificação
F.01	Infraestrutura de via	200	200	100	100	Contextualização + ref. geométrica
F.01.01	Plataforma	200	200	100	100	Superfície para clash
F.01.02	Superestrutura (carris)	200	200	200	200	Ref. posicional para S&T
F.02	Pontes / viadutos	200	200	100	100	Clash envelope

F.03	Túneis	200	200	100	100	Clash envelope
F.04	Eletrificação (postes)	200	200	100	100	Deteção de interferências

Legenda: PE – Projeto de execução (projeto detalhado, antes da construção) / TF – Telas finais (As-Built, após construção)

Nota: A relação entre câmaras e condutas afluentes, a distinção entre tipos de câmaras, e a regra para câmaras não localizadas constam do Anexo 5, Secção 11 (notas ao Quadro A).

ANEXO 5 - REFERÊNCIA IFC 4.3 PARA S&T

O presente Anexo define a estrutura técnica de suporte à informação, estabelecendo o mapeamento sugerido entre os objetos ferroviários e o esquema **IFC 4.3**. Este deve ser lido em articulação estreita com os ficheiros Excel do **Anexo 1**, que constituem o dicionário de dados (LOIN/AIR). Enquanto o Anexo 5 define **onde** e **como** a informação deve ser estruturada geometricamente, o Anexo 1 define **que** atributos alfanuméricos devem ser obrigatoriamente preenchidos em cada entidade.

Para garantir a integridade do modelo de dados, todos os atributos listados nas tabelas de **LOIN (Anexo 1)** devem ser obrigatoriamente mapeados para os respetivos *Property Sets* (Psets) do esquema **IFC 4.3**, em conformidade com a norma **ISO 16739-1:2024**. O Anexo 1 prevalece sobre qualquer predefinição de software no que respeita à nomenclatura dos parâmetros.

1) Decomposição Espacial IFC 4.3

Os modelos IFC 4.3 devem adotar a seguinte decomposição espacial, conforme o esquema de dados IFC para infraestruturas ferroviárias:

- **IfcProject**: nível raiz, único por ficheiro IFC. Contém os metadados do projeto (nome, descrição, sistema de unidades SI, sistema de coordenadas) e o contexto geométrico (IfcGeometricRepresentationContext com TrueNorth e WorldCoordinateSystem).
- **IfcSite**: representa a implantação geográfica. Deve conter a georreferenciação ETRS89/PT-TM06 através de IfcMapConversion e IfcProjectedCRS (EPSG:3763). Cada ficheiro IFC contém um único IfcSite.
- **IfcRailway** (IfcFacility, PredefinedType=RAILWAY): representa a infraestrutura ferroviária como instalação. Um por ficheiro IFC, subordinado ao IfcSite. A designação deve seguir a codificação do troço conforme GR.MN.GER.006.
- **IfcFacilityPart** (PartitioningType=LONGITUDINAL): representa cada troço de referência, definido pelos limites indicados na IET 50 (AMV limítrofes das estações). Os IfcFacilityPart devem ter designação coerente com a segmentação definida no BEP e com a codificação SGR. Cada troço pode conter um ou mais IfcFacilityPart quando a complexidade justifique subdivisão (e.g., separação estação/plena via).
- **IfcDistributionSystem**: agrupa elementos por sistema funcional (e.g., sistema de sinalização lateral, sistema ETCS, rede de telecomunicações, rede de cabos de energia). Cada sistema deve ter Name e Description identificando inequivocamente a sua função. A utilização de IfcDistributionSystem é obrigatória para permitir a extração de vistas por sistema funcional.

- **IfcElementAssembly:** agrupa conjuntos físicos indissociáveis (e.g., sinal = cabeça + mastro + maciço de fundação; contador de eixos = sensor + suporte + cablagem de ligação). Cada IfcElementAssembly deve ter PredefinedType adequado e os componentes relacionados via IfcRelAggregates. A classificação SGR deve ser atribuída ao assembly, não aos componentes individuais.

2) Superfície Topográfica e Zonas Transversais (IfcGeographicElement)

A superfície topográfica do canal ferroviário deve ser modelada em IfcGeographicElement tendo como base o levantamento (nuvem de pontos ou topografia clássica). A modelação representa exclusivamente a face superior do terreno atual, sem camadas geológicas inferiores nem sub-base. Não inclui a camada de balastro, que constitui elemento da superestrutura de via e é tratada separadamente quando aplicável (cf. Quadro A).

O canal ferroviário deve ser decomposto em zonas transversais, cada uma representada como IfcGeographicElement distinto:

- **Superestrutura (zona 1):** zona onde assentam carris, travessas e balastro, correspondente à faixa de assentamento da via. A geometria desta zona deve ser consistente com os IfcAlignment e com a modelação dos carris (IfcRail), permitindo verificação automática de distâncias entre equipamentos S&T e o eixo de via.
- **Infraestrutura (zona 2):** zona que compreende a plataforma de suporte, os taludes (de escavação ou de aterro), as bermas, as vedações e os elementos de drenagem longitudinal. Esta zona corresponde às rubricas F.01.01 (Plataforma da via) e F.01.02 (Drenagem) da Estrutura SGR.

A consistência geométrica entre os IfcGeographicElement (zonas transversais), os IfcAlignment (eixos de via) e a modelação dos carris (IfcRail) é requisito de qualidade fundamental. O Adjudicatário deve garantir que:

- A superfície da superestrutura (zona 1) acompanha o perfil vertical e a escala do IfcAlignment correspondente, sem descontinuidades geométricas superiores a 10 mm nos pontos de controlo;
- Os limites laterais dos IfcGeographicElement coincidem com a posição dos carris derivada do IfcAlignmentCant;
- O BEP deve descrever o procedimento de verificação automática (regras de deteção de interferências, scripts de validação ou ferramentas equivalentes). Os resultados da verificação devem ser documentados no relatório de controlo de qualidade recorrente (cf. F2.11.1).

3) Eixos de Via (IfcAlignment)

Cada IfcAlignment deve agregar, por IfcRelNests, os seguintes layouts obrigatórios:

- **IfcAlignmentHorizontal:** diretriz em planta, definida por sequência de segmentos (retas, arcos circulares e curvas de transição). Os tipos de segmento devem corresponder aos valores de IfcAlignmentHorizontalSegmentTypeEnum (LINE, CIRCULARARC, CLOTHOID, CUBICSPIRAL, COSINECURVE, SINECURVE, VIENNESEBEND ou outros conforme o traçado).
- **IfcAlignmentVertical:** perfil longitudinal, definido ao longo do layout horizontal no espaço distância/cota. Os segmentos devem corresponder aos valores de IfcAlignmentVerticalSegmentTypeEnum.
- **IfcAlignmentCant:** inclinação transversal (escala), definida ao longo do layout horizontal. O cant é parâmetro obrigatório em contexto ferroviário porque determina a posição relativa dos carris (carril alto e carril baixo) e, conseqüentemente, a posição exacta dos equipamentos S&T em relação ao eixo de via. Os segmentos de cant devem indicar o valor de escala aplicada e de escala em falta (cant deficiency), conforme EN 138

A representação geométrica do IfcAlignment deve seguir a hierarquia definida no IFC 4.3: IfcCompositeCurve para o layout horizontal isolado, IfcGradientCurve para a combinação horizontal e vertical, e IfcSegmentedReferenceCurve para a incorporação do cant sobre a curva de gradiente. Esta última representação é obrigatória quando existir escala aplicada.

A correspondência entre quilometragem ferroviária (PK) e o parâmetro DistanceAlong do IfcAlignment deve ser documentada no BEP. Caso existam discontinuidades quilométricas (sobreposições ou lacunas de PK), o BEP deve indicar a convenção adotada.

Caso o Adjudicatário demonstre no BEP, com evidência de testes de exportação/importação, que as ferramentas que utiliza não suportam plenamente a exportação de IfcAlignment, poderá ser aceite a entrega complementar do eixo em formato LandXML, desde que:

- o modelo IFC contenha o IfcAlignment com os layouts horizontal e vertical;
- o ficheiro LandXML inclua a informação de cant/escala;
- o BEP documente o procedimento de federação BIM+LandXML.

A IP reserva-se o direito de exigir IfcAlignment completo em futuras fases, quando a maturidade das ferramentas o permita. O teste de exportação e importação deve ser realizado no período de mobilização e os resultados documentados num anexo ao BEP.

4) Modelação dos Carris (IfcRail)

Os carris devem ser modelados como IfcRail, posicionados em relação ao IfcAlignment com o desvio transversal e vertical correspondentes à escala (cant) definida no IfcAlignmentCant. A modelação deve utilizar o posicionamento linear (IfcLinearPlacement) referenciado ao IfcAlignment, garantindo que a posição dos carris reflete fielmente a geometria do traçado incluindo a inclinação transversal.

A modelação dos carris é obrigatória porque constitui a referência geométrica primária para o posicionamento de equipamentos S&T: a posição dos sinais é definida em relação ao carril mais próximo; os contadores de eixo e sensores de via são posicionados relativamente ao carril; o contorno cinemático (IfcVirtualElement.CLEARANCE) é calculado a partir da posição dos carris.

5) Contorno Cinemático (IfcVirtualElement.CLEARANCE)

O contorno cinemático deve ser modelado como IfcVirtualElement com PredefinedType = CLEARANCE (IFC 4.3, §5.4.3.81). A geometria deve ser representada como swept solid ao longo do IfcAlignment, utilizando o RepresentationIdentifier "Clearance" no IfcShapeRepresentation.

6) Envelopes de Detecção de interferências (IfcBuildingElementProxy)

Na ausência de modelo disciplinar de Estruturas, as obras de arte (pontes, viadutos, túneis) devem ser representadas como volumes envolventes simplificados. A utilização destes envelopes deve ser declarada no relatório de deteção de interferências e substituída pelos modelos disciplinares assim que estes estejam disponíveis.

7) Pontos de Controlo de Federação

Cada modelo deve conter um elemento de controlo geométrico: IfcBuildingElementProxy, Description='FederationControlPoint', posicionado no PK de fronteira com o tramo adjacente, coincidente com o ponto homólogo do modelo vizinho. Este elemento serve de verificação visual e automática da continuidade da federação entre modelos parciais. O BEP deve documentar a localização e as coordenadas ETRS89/PT-TM06 de cada ponto de controlo.

8) Classificação IFC (IfcClassification / IfcClassificationReference)

A classificação SGR transporta-se para IFC via IfcClassification e IfcClassificationReference. O mapeamento entre entidades IFC 4.3, códigos SGR e UniClass 2015 consta dos Quadros A e B deste anexo.

9) Georreferenciação IFC (IfcMapConversion / IfcProjectedCRS)

A georreferenciação deve ser implementada em cada ficheiro IFC através de IfcMapConversion e IfcProjectedCRS (EPSG:3763), associados ao IfcSite. Todos os zeros locais e transformações para ETRS89/PT-TM06 devem ser documentados no BEP.

10) Zona Fora do Canal Ferroviário

A contextualização fora do canal ferroviário não é modelada em IFC. Deve basear-se no MDT nacional (<https://cdd.dgterritorio.gov.pt>), complementado com ortofoto DGT, com resolução mínima sugerida de 0,5 m.

A federação no CDE deve ser gerida cuidadosamente para evitar conflitos de coordenadas e peso excessivo do modelo federado. Recomenda-se entrega como ficheiro de referência externo, não incorporado no modelo IFC principal. A integração com os modelos BIM faz-se no ambiente GIS (cf. F3.10.3).

Para além da decomposição hierárquica acima descrita, os modelos devem adotar uma organização espacial longitudinal e vertical, conforme as boas práticas definidas na documentação buildingSMART para o IfcRailwayPartTypeEnum (ISO 16739-1:2024). As Tabela 6 e Tabela 7 seguintes detalham os princípios de organização e a hierarquia IFC 4.3 de referência.

Tabela 6 - Princípios de organização espacial IFC 4.3 para S&T

Organização	Entidade / Mecanismo	Critério de divisão	Exemplo IP-LAV
Longitudinal	IfcRailwayPart PredefinedType=TRACKPART UsageType=LONGITUDINAL	Segmentos por troço de referência (≤ 2,5 km); FederationControlPoint no PK de fronteira	LC_PK000+000_PK002+500
Vertical (lateral)	IfcRailwayPart PredefinedType=TRACK LINESIDE SUBSTRUCTURE UsageType=LATERAL	TRACK: superestrutura (carris, alignment, CRC) LINESIDE: elementos S&T fora da via SUBSTRUCTURE: plataforma, taludes, drenagem	Ver distribuição na Tabela 6
Funcional (sistemas)	IfcDistributionSystem sob IfcProject via IfcRelServicesBuildings	Agrupamento lógico por sistema funcional; transversal à hierarquia espacial. Um elemento pertence a UM contentor espacial e a UM OU MAIS sistemas.	SIS_Sinalização SIS_ETCS SIS_GSM-R
Obras de arte	IfcBridge / IfcTunnel sob IfcSite (mesmo nível que IfcRailway)	Interferência com IfcRailwayPart via IfcRelInterferesElements. Partilháveis entre LC e LAV.	Ponte_PK012+300 Túnel_PK025+100

Edifícios técnicos	IfcBuilding / IfcBuildingStorey	Salas de equipamento com bastidores S&T. Decomposição em pisos conforme GR.IT.GER.024.	Edifício Técnico S&T
---------------------------	---------------------------------	--	----------------------

A Tabela 7 apresenta a hierarquia de referência completa, com indicação do nível hierárquico, da entidade IFC 4.3, dos PredefinedType e UsageType aplicáveis, da rubrica SGR correspondente, e do contexto de informação. Os nomes indicados são exemplificativos e devem ser adaptados no BEP.

Todas as entidades IFC indicadas na Tabela 7 correspondem às entidades obrigatórias dos **Quadros A** (Contexto A Canal Ferroviário Existente) e **B** (Contexto C Sinalização Nova (Linha Convencional e LAV), posicionadas na hierarquia espacial em que devem ser inseridas.

Tabela 7 - Hierarquia IFC 4.3 de referência para modelos S&T IP-LAV

Nív.	Entidade IFC 4.3	Nome Elemento /	PredefinedType / UsageType	Notas	Contexto
0	IfcProject	S&T LC+LAV	—	Raiz; unidades SI, CRS, contexto geométrico	—
1	IfcSite	Porto-Oiã (Troço 1)	Georreferenciado	ETRS89/PT-TM06 (EPSG:3763)	—
2	IfcRailway	LC_Existente	USERDEFINED	ObjectType='LinhaConvencional' — Contexto A	A
3	IfcRailwayPart	LC_PK000+000_PK002+500	TRACKPART / LONGITUDINAL	Segmento ≤ 2,5 km; FederationControlPoint	A
4	IfcRailwayPart	TRACK	TRACK / LATERAL	Superestrutura de via	A
5	IfcAlignment	VA (Via Ascendente)	—	Horiz + Vert + Cant; Recomendado	A
5	IfcAlignment	VD (Via Descendente)	—	Sistema de referência linear (ISO 19148)	A
5	IfcRail	Carris	—	IfcLinearPlacement ref. Alignment	A
5	IfcGeographicElement	Superestrutura (zona 1)	—	Face superior; fidelidade total	A
5	IfcVirtualElement	Contorno cinemático	CLEARANCE	Swept solid; EN 15273-2;	A
5	IfcCourse	Balastro	—	Dispensável	A

5	IfcTrackElement	Travessas	—	Dispensável	A
4	IfcRailwayPart	LINESIDE	LINESIDE / LATERAL	Elementos S&T fora da via	A
5	IfcSignal	Sinais existentes	—	Deteção de interferências	A
5	IfcSign	Sinais de figura	—	Deteção de interferências	A
5	IfcSensor	Contadores de eixo	USERDEFINED	Name=AxeCounter/Treadle	A
5	IfcSensor	Circuitos de via	USERDEFINED	Name=TrackCircuit	A
5	IfcCommunicationsAppliance	Balizas ATPN/ETCS	—	Posição, PK, NID_BG	A
5	IfcActuator	Agulhas	—	Deteção de interferências	A
5	IfcTrackElement	Calços Descarriladores	—	Deteção de interferências	A
5	IfcFacilityPartCommon	Passagens de Nível	—	Deteção de interferências	A
5	IfcElementAssembly	Pórticos / Consolas	—	Deteção de interferências	A
5	IfcCableCarrierSegment	Caminhos de cabos	—	Incl. atravessamentos; geom. 3D oblig.	A
5	IfcCableSegment	Cabos	—	Geom. 3D opcional em conduta	A
5	IfcDistributionChamberElement	Caixas de visita	—	Não confundir c/ IfcJunctionBox	A
5	IfcElementAssembly / IfcColumn	Postes de catenária	—	Deteção de interferências	A
5	IfcColumn	Torres GSM-R	—	Deteção de interferências	A
5	IfcCommunicationsAppliance	BTS	—	Associado à torre via IfcRelConnectsElements	A
4	IfcRailwayPart	SUBSTRUCT URE	SUBSTRUCTU RE / LATERAL	Plataforma, taludes, drenagem	A
5	IfcGeographicElement	Infraestrutura (zona 2)	—	Taludes, bermas, vedações, drenagem	A
3	IfcRailwayPart	LC_PK002+50 0_PK005+000	TRACKPART / LONGITUDINAL	Mesma estrutura TRACK/LINESIDE/SUBSTRUCT URE	A

3	...	(restantes segmentos)	...	...	A
2	IfcRailway	LAV_Porto-Oiã	USERDEFINED	ObjectType='LAV' — Contextos B + C	B+C
3	IfcRailwayPart	LAV_PK000+000_PK002+500	TRACKPART / LONGITUDINAL	Segmento ≤ 2,5 km	B+C
4	IfcRailwayPart	TRACK	TRACK LATERAL /	Superestrutura de via LAV	B+C
5	IfcAlignment	Eixo LAV	—	Horiz + Vert + Cant; IfcSegmentedReferenceCurve	B+C
5	IfcRail	Carris LAV	—	IfcLinearPlacement ref. Alignment	B+C
5	IfcVirtualElement	CRC LAV	CLEARANCE	Swept solid; tol. 0,0 m	B+C
4	IfcRailwayPart	LINESIDE	LINESIDE LATERAL /	Sinalização nova (Contexto C)	C
5	IfcSignal	Sinais	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcSign	Sinais de figura	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcElementAssembly	Conjunto sinal (cabeça+mastr o+maciço)	USERDEFINED	Agrupa IfcSignal + suporte	C
5	IfcController	Encravamento	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcController	RBC	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcDistributionBoard	Armários / bastidores	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2	C
5	IfcDistributionBoard	Quadros elétricos S&T	—	Psets IFC 4.3	C
5	IfcSensor	Contadores de eixo	USERDEFINED	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcSensor	Circuitos de via	USERDEFINED	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcCommunicationsAppliance	Balizas ETCS	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C

5	IfcCommunicationsAppliance	Antenas GSMR	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.3	C
5	IfcCommunicationsAppliance	BTS	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.3	C
5	IfcActuator	Agulhas	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcTrackElement	Calços Descarrilador	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcFacilityPartCommon	Passagens de Nível	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1	C
5	IfcElementAssembly	Pórticos / Consolas	USERDEFINED	ObjectType='Pórtico de Sinal'	C
5	IfcCableSegment	Cabos S&T	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2	C
5	IfcCableCarrierSegment	Caminhos de cabos (novos)	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2	C
5	IfcDistributionChamberElement	Caixas de visita (novas)	—	LOD 300 / LOI 300; Psets IFC 4.3 + Anexo 1.2	C
5	IfcTransformer	Transformadores S&T	—	Psets IFC 4.3	C
5	IfcUnitaryEquipment	UPS / baterias	—	Psets IFC 4.3	C
5	IfcColumn	Torres GSM-R	—	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.3	C
2	IfcBridge	Ponte_PK012+300	—	IfcRelInterferesElements IfcRailwayPart	A/B/ C
3	IfcBridgePart	Tabuleiro	DECK	Deteção de interferências	A/B/ C
2	IfcTunnel	Túnel_PK025+100	—	Gabarit em curva = gravidade A	A/B/ C
2	IfcBuilding	Edifício Técnico S&T	—	Salas de equipamento, bastidores	C
3	IfcBuildingStorey	Piso 0 / Piso 1	—	Contém armários, quadros elétricos	C
1	IfcDistributionSystem	SIS_Sinalização	—	Agrupamento lógico; liga sinais, encravamento, sensores	A/C
1	IfcDistributionSystem	SIS_ETCS	—	Agrupa RBC, balizas, LEU	A/C

1	IfcDistributionSystem	SIS_GSM-R	—	Agrupa torres, BTS, antenas	A/C
---	-----------------------	-----------	---	-----------------------------	-----

Notas:

- **Dupla pertença:** Um elemento físico pertence a um contentor espacial (p.ex. LINESIDE do troço PK 0+000–2+500) via [IfcRelContainedInSpatialStructure](#) e, simultaneamente, a um sistema funcional (p.ex. SIS_ETCS) via [IfcRelAssignsToGroup](#). Esta dupla pertença é aconselhável para todos os elementos S&T.
- **Fusão de modelos:** Cada IfcRailwayPart longitudinal contém um FederationControlPoint (p.ex. IfcBuildingElementProxy, Description "FederationControlPoint") no PK de fronteira, coincidente com o ponto homólogo do modelo vizinho.
- **Obras de arte:** IfcBridge e IfcTunnel ficam ao nível do IfcSite e ligam-se ao troço que atravessam via [IfcRelInterferesElements](#) ou [IfcRelReferencedInSpatialStructure](#).
- **Edifícios técnicos:** IfcBuilding com IfcBuildingStorey para salas de equipamento. Decomposição em pisos conforme GR.IT.GER.024 v.01.
- **Consistência com Quadros A e B:** Cada entidade dos Quadros A e B está representada na hierarquia, distribuída entre TRACK (elementos de via), LINESIDE (sinalização, telecomunicações, infraestrutura de cabos) e SUBSTRUCTURE (plataforma e envolvente). As entidades não requeridas (balastro, travessas) são apresentadas em TRACK mas permanecem dispensáveis.

A decomposição vertical apresentada (TRACK / LINESIDE / SUBSTRUCTURE) constitui uma **recomendação** alinhada com as boas práticas documentadas pela buildingSMART para o domínio ferroviário do IFC 4.3 (IfcRailwayPartTypeEnum, ISO 16739-1:2024). A sua adoção tem como objetivo preparar os modelos para futura integração no AIM e facilitar consultas por zona funcional.

Reconhece-se que, à data de redação deste documento, as ferramentas de autoria correntes não exportam nativamente esta subdivisão, sendo necessário pós-processamento do ficheiro IFC. Consequentemente:

- O adjudicatário **deve** implementar a decomposição longitudinal por troço (IfcRailwayPart com PredefinedType=TRACKPART), que é exportável nativamente;
- O adjudicatário **deve** propor no BEP o método para obter a decomposição vertical (TRACK / LINESIDE / SUBSTRUCTURE), podendo esta ser obtida por pós-processamento automatizado do modelo exportado;
- Caso o adjudicatário demonstre, de forma fundamentada no BEP, que a decomposição vertical não é exequível com a sua cadeia de ferramentas, será aceite uma decomposição plana (elementos diretamente sob o IfcRailwayPart longitudinal), desde que cada

elemento contenha um atributo de classificação (p.ex. propriedade "ZonaFerroviaria" com valores TRACK / LINESIDE / SUBSTRUCTURE) que permita a filtragem equivalente.

11) Quadro A Entidades IFC 4.3 para o Canal Ferroviário (Contexto A)

Tabela 8 - Entidades IFC 4.3 obrigatórias para modelação do canal ferroviário existente. Os LOD/LOI aplicáveis constam do Anexo 4

Entidade IFC 4.3	Elemento	SGR	Obrigatoriedade	Notas
IfcAlignment	Eixos de via (múltiplos)	F.03	Recomendado	Horiz + Vert + Cant
IfcRail	Carris	F.03	Obrigatório	Posição rel. alignment + escala
IfcGeographicElement	Superestrutura de via	F.03	Obrigatório	Face superior; fidelidade total
IfcGeographicElement	Infraestrutura (talude/escav.)	F.01	Obrigatório	Zona inclinada lateral
IfcGeographicElement	Zona lateral / envolvente	F.01	Recomendado	Berma, vedação, drenagem
IfcSignal	Sinais existentes	F.05	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcCableCarrierSegment	Caminhos de cabos	F.06	Obrigatório	Incl. atravessamentos. Geom. 3D obrigatória
IfcDistributionChamberElement	Caixas de visita	F.06	Obrigatório	Ref. de traçado
IfcCableSegment	Cabos	F.06	Obrigatório	Geometria 3D opcional quando inserido em conduta
IfcElementAssembly / IfcColumn	Postes de catenária	F.07	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcVirtualElement	Contorno cinemático	F.01	Obrigatório	Volume; EN 15273-2
IfcBridge / IfcTunnel	Obras de arte	F.02/F.03	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcCourse	Balastro	F.03	Dispensável	
IfcTrackElement	Travessas	F.03	Dispensável	
IfcSensor	Contadores de eixo / Pedais (existentes)	F.05	Obrigatório	PredefinedType=USERDEFINED, Name=AxleCounter/Treadle

IfcSensor	Circuitos de via (existentes)	F.05	Obrigatório	PredefinedType=USERDEFINED, Name=TrackCircuit
IfcCommunicationsAppliance	Balizas ATPN/ETCS (existentes)	F.05	Obrigatório	Posição, PK, NID_BG
IfcActuator	Agulhas	F.05	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcTrackElement	Calços Descarriladores	F.05	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcFacilityPartCommon	Passagens de Nível	F.04	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcElementAssembly	Pórticos/Consolas	F.05	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcColumn	Torres GSM-R	F.06	Obrigatório	Deteção de interferências
IfcCommunicationsAppliance	BTS	F.06	Obrigatório	Associado à torre
IfcSign	sinais de figura	F.05	Obrigatório	Deteção de interferências

Nota: Modelação de cabos (*IfcCableSegment*): Para cabos de baixa tensão, sinalização, RCT+TP e telecomunicações no interior de condutas (*IfcCableCarrierSegment*), o Adjudicatário poderá optar pela representação **nula** com atributos alfanuméricos, desde que o BEP justifique a escolha. Para cabos de alta tensão ou com percurso exterior, aplica-se modelação geométrica individual.

Nota: Caixas de visita (*IfcDistributionChamberElement*): Utilizar *IfcDistributionChamberElement* (câmara acessível de infraestrutura) e não *IfcJunctionBox* (caixa de derivação elétrica interior). A relação entre câmaras e condutas afluentes deve ser estabelecida via *IfcRelConnectsElements*. Câmaras existentes não localizadas devem ser registadas como issues BCF e não omitidas do modelo.

12) Quadro B Entidades IFC 4.3 para Sinalização Nova (Contexto C)

Tabela 9 - Entidades IFC 4.3 obrigatórias para sinalização nova. Os LOD/LOI aplicáveis constam do Anexo 4

Entidade IFC 4.3	Elemento	SGR	Property Sets
IfcSignal	Sinais (alto/baixo)	F.05.02.04	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcSign	sinais de figura	F.05.02.04	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcElementAssembly	Conjunto sinal (cabeça+mastro+maciço)	F.05.02.04	Proposta no BEP
IfcController	Encravamento	F.05.02.01	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcDistributionBoard	Armários / bastidores	F.05.02.03	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2

IfcSensor	Contadores de eixos/Pedais	F.05.02.06.02	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcDistributionSystem	Sistema sinalização (agrup. lógico)	F.05	—
IfcCommunicationsAppliance	Balizas ETCS	F.05.03.02.06	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcController	RBC	F.05.03	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcCommunicationsAppliance	Antenas GSM-R	F.06.01.07.03.01	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.3
IfcCableSegment	Cabos S&T	F.05.02.07	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2
IfcCableCarrierSegment	Caminhos de cabos	F.06.02.01	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2
IfcDistributionChamberElement	Caixas de visita	F.06.02.01.03	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.2
IfcTransformer	Transformadores S&T	F.05.02.02	Psets IFC 4.3
IfcUnitaryEquipment	UPS / baterias	F.05.02.02	Psets IFC 4.3
IfcDistributionBoard	Quadros elétricos S&T	F.05.02.02	Psets IFC 4.3
IfcSensor	Circuitos de via (novos)	F.05.02.06.01	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcActuator	Agulhas	F.05.02.05	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcTrackElement	Calços Descarriladores	F.05.02.05	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcFacilityPartCommon	Passagens de Nível	F.04	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcElementAssembly	Pórticos/Consolas	F.05.02.04	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1
IfcColumn	Torres GSM-R	F.06.01.07.03.01	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.3
IfcCommunicationsAppliance	BTS	F.06.01.07	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.3
IfcSign	sinais de figura	F.05.02.04	Psets IFC 4.3 + Atributos Anexo 1.1

Nota: Caixas de visita novas (*IfcDistributionChamberElement*, LOD 300 / LOI 300): Acrescem aos atributos do Contexto A os seguintes: tipo, fabricante, referência de produto, capacidade de cabos, acessibilidade (tampão removível, dimensão de acesso). A relação com condutas afluentes mantém-se via *IfcRelConnectsElements*.

Nota: Pórticos e consolas de sinalização: Quando os sinais estão montados em pórticos ou consolas, estas estruturas de suporte devem ser modeladas como entidades geométricas independentes (*IfcElementAssembly* com *PredefinedType*=USERDEFINED, *ObjectType*='Pórtico de Sinal' ou 'Consola de

Sinal’). A associação entre sinais e suporte faz-se por IfcRelConnectsElements. A classificação SGR do pórtico/consola é distinta da classificação dos sinais.