

**GrowingCircle – 4.1 Doc/Guideline #1**  
**PDT contributions for the Digital Building Logbook framework**

**13\_CALL#2 – GrowingCircle - Integrated Data for Efficient and Sustainable Construction**

Environment, Climate Change and Low Carbon Economy Programme

*'Environment Programme'*

*European Economic Area (EEA) Financial Mechanism 2014-2021*

## Versões

Versão	Data	Autoria	Alterações
1.0	23-02-2022	GrowingCircle Project	Criação do Documento

## Glossário e Acrónimos

Acrónimo	Definição
<b>BIM</b>	Modelação da Informação na Construção / Building Information Modeling
<b>ISO</b>	Organização Internacional de Normalização / International Standards Organization
<b>DT / DDT</b>	Data Template / Data Template Digitais
<b>DBL</b>	Cadastro Digital das Construções / Digital Building Logbook
<b>MP</b>	Passaporte dos Materiais / Material Passport
<b>IoT / IdC</b>	Internet das Coisas / Internet of Things
<b>DTC</b>	Gémeos Digitais na construção / Digital Twin Construction
<b>EU</b>	União Europeia / European Commission
<b>HVAC / AVAC</b>	Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado / Heating, Ventilation and Air Conditioning

## Documentos Relacionados

Designação	Nome_Ficheiro

## Índice

1. Introdução/Introduction	4
2. Contexto/Background	4
2.1. <i>A ideia da sobreposição/Awareness of the overlap</i>	4
2.2. <i>Visão Incremental/Incremental Vision</i>	6
2.3. <i>DDT, DBL e MP</i>	10
3. Desenvolvimento/Development	12
4. Discussão/Discussion	15
5. Notas para o caso de estudo/Remarks to case study	18
6. Bibliografia/References	19

## 1. Introdução/Introduction

Este documento tem como objetivo demonstrar como o cadastro digital das construções e os Data Templates de acordo com a ISO 23387 estão alinhados em termos de conteúdo e de estrutura.

Na sequência de um trabalho de investigação no âmbito do GrowingCircle que provou como estes dois conceitos alinhados podem impulsionar os Gémeos Digitais na indústria da construção, este relatório apresenta alguns aspectos que merecem destaque pelo seu caráter mais prático. Pretende também contextualizar o posicionamento dos Passaportes dos Materiais neste enquadramento e detalha os objetivos principais a serem alcançados nos casos de estudo, definindo pressupostos e conceitos.

Além disso, destaca a forma como os Data Templates e os Cadastros digitais das construções se relacionam durante um processo de construção.

This document is meant to evidence how Digital Building Logbooks and Data Templates are aligned in terms of structure and in terms of content.

Following a research work that proved how these two concepts aligned can boost Digital Twins in the construction industry, this report presents some highlights from it, pinpoints the positioning of Material Passports regarding this framework and structures the main aim and goals for the case studies by defining the assumptions and concepts to be presented.

In addition, it highlights how Data Templates and Digital Building Logbooks relate during a construction process.

## 2. Contexto/Background

### 2.1. A ideia da sobreposição/Awareness of the overlap

Os Data Template são estruturas de metadados normalizadas e interoperáveis que têm como propósito descrever as características dos produtos de construção. Destinam-se a ser facilitadores da troca de informação ao longo do processo construtivo e também ao longo do ciclo de vida das construções.

De acordo com as práticas atuais, as fichas técnicas dos produtos devem formar uma coletânea de informação que será útil para a fase de gestão da utilização. Nos edifícios residenciais existe um documento, a ficha técnica da habitação, que sistematiza alguns desses dados.

A produção deste documento requer contudo um grande esforço de trabalho manual para passar os dados necessários das fichas em .pdf para um documento word que será entregue aos utilizados em .pdf ou em papel.

Numa visão de integração e digitalização tendo como base os Data Templates, essa informação poderá ser automaticamente relacionada e organizada para a produção dessa informação. Veremos no documento GrowingCircle – 4.3 Doc/Guideline #3 mais detalhadamente como é que este processo pode ocorrer.

De facto, fica patente que, os produtos de construção tendo por base os Data Templates têm de ser mantidos e geridos ao longo do ciclo de vida da construção.

De modo a evitar equívocos entre a lógica mais “tradicional” e uma visão “realmente digital”, os Data Templates de acordo com a norma ISO 23387 são designados de digitais (DDT), onde a utilização do "digital" visa realçar o alinhamento com os requisitos estabelecidos nas normas ISO. Os catálogos de produtos são armazéns digitais de modelos de dados e fichas de dados para um fabricante específico ou atravessando vários.

A Comissão Europeia tem estado a trabalhar na conceptualização do cadastro digital das construções (DBL).

De acordo com a Comissão Europeia, o Cadastro Digital das Construções "é um repositório comum para todos os dados relevantes das construções/edifícios. Tem como objetivo facilitar a transparência, confiança, tomada de decisão informada e partilha de informação dentro do sector da construção, entre proprietários e ocupantes de edifícios, instituições financeiras, e autoridades públicas. Um DBL é uma ferramenta dinâmica que permite registar, aceder, enriquecer e organizar uma variedade de dados, informações e documentos sob categorias específicas. Representa um registo dos principais eventos e mudanças ao longo do ciclo de vida de um edifício, tais como mudança de propriedade, posse ou utilização, manutenção, remodelação e outras intervenções".

Os conceitos DDT e DBL convivem em vários processos do ciclo de vida do ambiente construído e muita da informação que deve ser por eles suportada é comum. Face a estas evidências resulta inequívoca a sua sobreposição e a necessidade de trabalhar sinergias e, se possível, numa visão macro da vida das construções.

Data templates are standardised, and interoperable metadata structures are used to describe the characteristics of the construction products. Data templates are meant to be information exchange enablers across the construction's life cycle.

According to current practices, product data sheets should form a collection of information that will be useful for the use management phase. In residential buildings, there is a document (in Portugal), the housing data sheet, which systematises some of this data.

However, the production of this document requires a great effort (manual work) to pass the necessary data from the pdf sheets to a word document that will be delivered to the users in pdf or paper format.

In a vision of integration and digitalisation based on Data Templates, this information can be automatically related and organised for the production of this information. We will see in the document GrowingCircle - 4.3 Doc/Guideline #3 in more detail how this process can occur.

In fact, it is clear that the construction products based on Data Templates have to be maintained and managed throughout the life cycle of the construction.

In order to avoid misunderstandings between the more "traditional" logic and a "truly digital" vision, Data Templates according to ISO 23387 are called digital (DDT), where the use of "digital" aims to emphasise the alignment with the requirements set out in the ISO standards. Product catalogues are digital stores of data models and data sheets for a specific manufacturer or crossing several.

The European Commission has been working on the conceptualisation of the digital building logbook (DBL).

According to the EU, the digital building logbook "is a common repository for all relevant building data. It facilitates transparency, trust, informed decision-making, and information sharing within the construction sector, among building owners and occupants, financial institutions, and public authorities. A digital building logbook is a dynamic tool that allows a variety of data, information and documents to be recorded, accessed, enriched and organised under specific categories. It represents a record of major events and changes over a building's lifecycle, such as change of ownership, tenure or use, maintenance, refurbishment and other interventions.".

DDT and DBL concepts coexist in several processes of the built environment life cycle and much of the information that should be supported by them is common. In view of this evidence, it is clear that they overlap and that there is a need to work in synergy and, if possible, in a macro vision of the life of the buildings.

## 2.2. Visão Incremental/Incremental Vision

Como referido, este documento destaca partes de um trabalho de investigação realizado no âmbito do projeto mas tendo como propósito uma vertente mais prática e destinada a outro tipo de intervenientes que não a academia. A imagem seguinte apresenta um diagrama de relacionamento de palavras-chave/conceitos que foram extraídas de 34 documentos. Foram identificados 12 conceitos que podem ser agrupados em 3 clusters:

- Cluster 1 (pontos verdes) composto por inteligência artificial (IA), Construção 4.0, apoio à decisão, eficiência, e IFC;
- Cluster 2 (pontos vermelhos), composto por ambiente construído, gémeo digital, IoT, edifício inteligente, e cidade inteligente.
- Modelação da informação na construção (isolada no ponto azul forma *per si* um Cluster) liga com os outros dois.

Este mapeamento de conceitos permitiu compreender como este tema é recente no seio da academia. Face a esta evidência, será pacífico afirmar que o assunto não fará ainda parte das preocupações de todos os que no dia-a-dia têm de lidar com a cadeia de valor da construção.

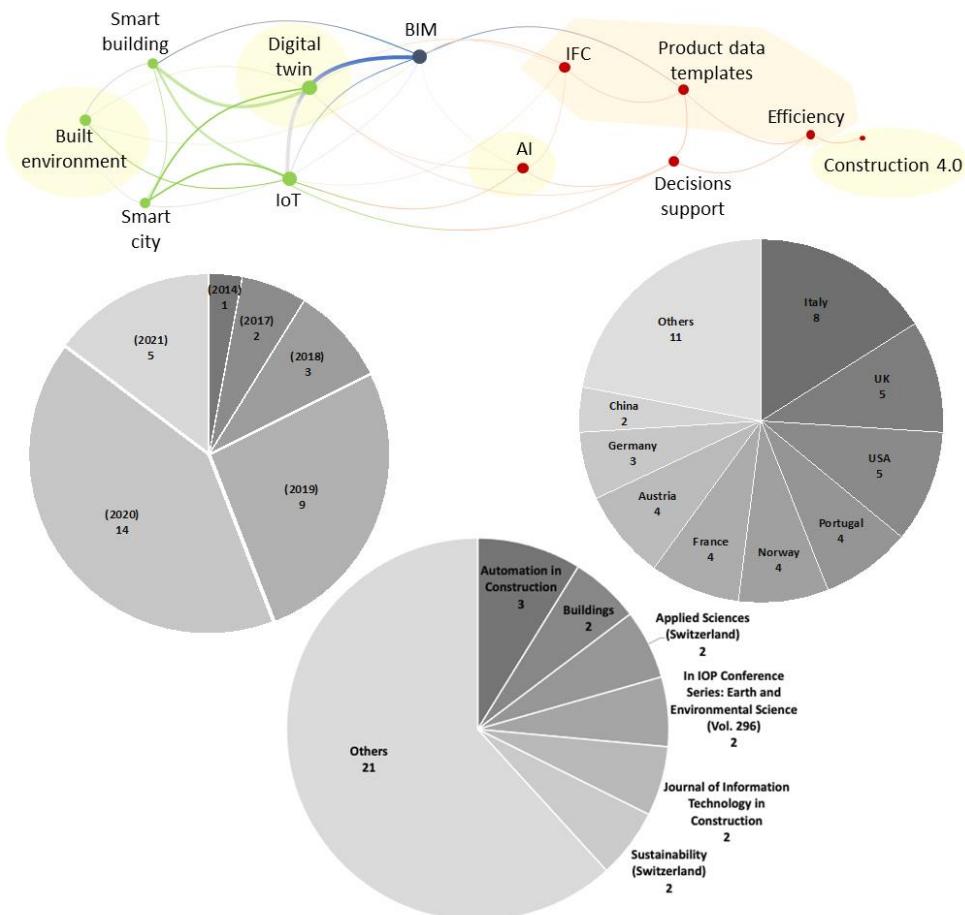
A variação das cores visa evidenciar os hiatos temporais, onde o amarelo claro representa publicações datadas de 2020 e o vermelho claro indica publicações datadas de 2019. Os gráficos abaixo, da esquerda para a direita, pretendem evidenciar a data das publicações, a sua origem em termos de país, e as revistas onde estas foram publicadas.

As mentioned, this document highlights parts of a research work performed but aimed to more practical stakeholders. The following figure presents the keywords connection extracted from 34 documents. A total of 12 items were identified into 3 clusters:

- Cluster 1 (green dots) composed of artificial intelligence (AI), Construction 4.0, decision support, efficiency, and IFC;
- Cluster 2 (red dots), composed of built environment, digital twin, IoT, smart building, and smart city.
- The building information modelling (isolated in cluster 3—blue dot) connects the other two clusters.

The keywords mapping highlights how this is new topic in the academic field. Therefore, it can be stated that it is not yet in the concerns of the stakeholders that day-to-day have to deal with the construction value-chain.

The shadow colours aim to highlight the time sluices, where light yellow represents publications dated from 2020 and light red indicates publications dated from 2019. The pie charts below, from left to right, aim to disclose the date of the publications, their origin in terms of country, and the journals where these were published.



Um dos conceitos que resultou da investigação é o Digital Twin. Dada a afinidade deste conceito com os que foram abordados, tornou-se claro, a partir das definições iniciais, que também iriam existir fortes relações e sobreposições.

O primeiro conceito de gémeo digital evolutivo foi apresentado no Primeiro Congresso Internacional de Gémeos Digitais, a 27 de Maio de 2021. O gémeo digital evolui decorrente

de cinco fases onde existe acréscimo de informação entre as existências física a virtual, como se segue: 0 = tradicional, 1 = transitório, 2 = conceptual, 3 = replicação e, 4 = inovadora.

É comumente aceite a noção de um caminho evolutivo para um gémeo digital totalmente ligado. A forma como os dados fluem (de forma manual ou automática) entre os objetos físicos e digitais pode indicar um nível de evolução do DTC. Neste contexto consideram-se três passos evolutivos:

- Modelo digital (fluxo manual de dados entre objetos físicos e virtuais). Exemplo, existe um modelo 3D concebido de um edifício que corresponde ao elemento físico, e quando é feita alguma alteração no edifício físico, este é atualizado no ambiente digital.
- Sombra digital (com um fluxo automático de dados do físico para o virtual e fluxo manual de dados do digital para os objetos físicos). Como exemplo, um sítio ou edifício sensorizado onde os dados são recolhidos mas o sistema não é capaz de interagir e agir no espaço físico.
- Gémeo digital (com fluxo de dados bidirecional entre objetos físicos e virtuais). Por exemplo, um edifício inteligente com IoT recolhendo dados do ambiente construído (por exemplo, temperatura e quantidade de pessoas em cada sala) e ajustando os sistemas HVAC.

A imagem seguinte apresenta a conceptualização do projecto GrowingCircle de um gémeo digital incremental para a Indústria da Construção.

Com base na investigação desenvolvida, apresenta-se uma proposta de gémeo incremental com sete níveis, com definições e classificações de acordo com aspectos específicos para cada nível. A sequência e sobreposição de DDT, DBL, e DTC são enquadradas como parte da conceptualização.

Esta conceptualização tem uma camada adicional. São duas camadas que surgem a partir de uma única em propostas anteriores mas que na nossa perspetiva representam aspectos muito distintos. Uma diz respeito ao processo "as-built" e a outra à inserção da IdC, compreendendo que, atualmente, a maioria das empresas não tem maturidade para implementar ambas simultaneamente, principalmente a segunda. Além disso, as dimensões e a quantidade de dados aumentam significativamente quando o sensor é trazido para o sistema. É essencial salientar que, sendo um modelo incremental, os níveis mais avançados integram os elementos dos níveis mais baixos, e quando no futuro as empresas alcançarem uma maturidade digital mais elevada, estes níveis serão mais integrados e serão processados em conjunto.

One of the concepts that came out from the research is Digital Twin. Given this concept affinity to the ones that we were approaching, it became clear from the initial definitions that strong relations and overlaps would also occur.

A concept of the digital twin evolution was presented at the First Building Digital Twin International Congress on 27th May 2021. Digital twin is up scaled following five stages regarding the increased information evolution

into a physical to virtual maturity, as follows: 0 = traditional, 1 = transitional, 2 = conceptual, 3 = replication and, 4 = front running.

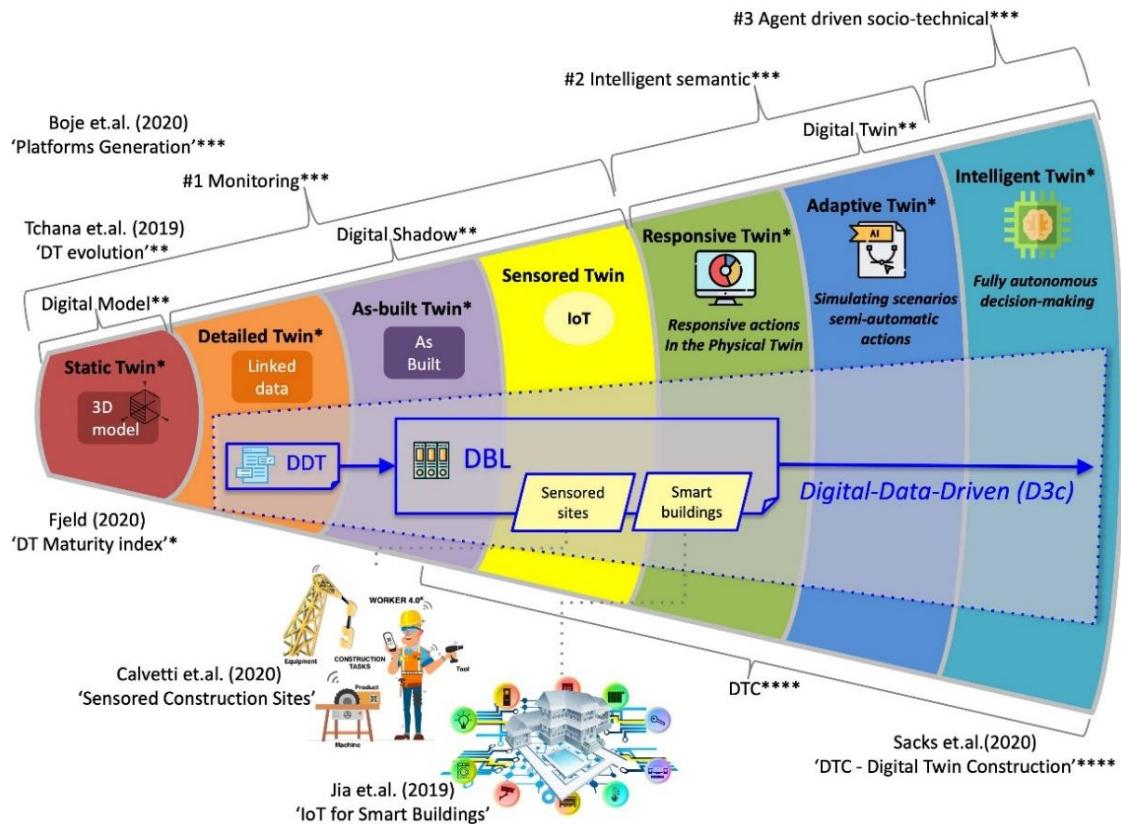
There is a common understanding of an evolutive path to a fully connected digital twin. The way the data flows (manual or automatic) between the physical and digital objects can indicate a level of evolution of the DTC. There are three evolutionary steps:

- Digital model (manual data flow between physical and virtual objects). As an example, there is a designed 3D model of a building that corresponds to the physical element, and when some change is made on the physical building, it is updated in the digital environment.
- Digital shadow (with an automatic data flow from physical to virtual and manual data flow from digital to physical objects). As an example, a sensed site or building where the data is collected but the system is not able to interact and take action into the physical space.
- Digital twin (with bi-directional data flowing between physical and virtual objects). For example, a smart building with IoT collecting data from the built environment (e.g., temperature and amount of people in each room) and adjusting the HVAC systems.

Next image presents the GrowingCircle project conceptualisation of an incremental digital twin for the Construction Industry.

Based on the literature review, a seven-level, incremental twin is set and classified following specific aspects elected to each level. In the context of this research, the sequence and overlapping of DDT, DBL, and DTC are framed as part of the conceptualisation.

This conceptualisation has an additional layer. One concerns the “as-built” process and the other when inserting IoT by understanding that, nowadays, most corporations lack the maturity to implement both simultaneous, mainly IoT. In addition, data dimensions and amount significantly increase when sensoring is brought to the system. It is essential to emphasise that by being an incremental model, the most advanced levels integrate the elements of the lowest levels, and when in the future companies achieve a higher digital maturity, these levels will be more integrated and will be played together.



### 2.3. DDT, DBL e MP

As crescentes preocupações relativas aos impactos ambientais do setor da construção têm levado ao fomento de práticas mais circulares. É neste contexto e no âmbito de diversos projetos Europeus que surge o conceito do Passaporte dos Materiais.

A primeira definição para o Passaporte dos Materiais apresentava-o como *um conjunto de dados digitais (digitais) vocacionados para a descrição de características definidas de materiais e componentes em produtos e sistemas com valor para a sua utilização, recuperação e reutilização*.

Do exposto, fica patente que este conceito incide também sobre os produtos, sistemas e objetos de construção e que pretende dar suporte aos dados/características/propriedades dos mesmos.

Tendo em consideração o conceito Data Templates importa realçar que o seu enquadramento normativo é genérico, ou seja não incide sobre nenhum tipo de propriedade em específico. Quer isto dizer que a norma não faz qualquer distinção entre as características, sejam elas mais relacionadas com o desempenho, com aspectos de manutenção ou ligadas à sustentabilidade. Em resumo, “o esqueleto” que foi definido está preparado para suportar todo o tipo de propriedades.

Os Passaportes dos Materiais pretendem caraterizar sobretudo os aspetos ligados à circularidade mas, neste grupo, poderão estar dados que são comuns a outros requisitos.

A estrutura dos Data Templates tem a capacidade para suportar as propriedades previstas nas secções 1 e 3. Os dados de contexto estão fora do âmbito e deverão estar sistematizados, por exemplo no Cadastro da Construção. Este aspeto vem reforçar a noção de que os Data Templates e o Cadastro Digital das Construções não só se devem articular como devem ser parte integrante do processo construtivo.

Segundo este pressuposto, os Passaportes dos Materiais seriam compostos por características relevantes provenientes das Fichas Técnicas (digitais) dos Produtos seguindo a ISO 23387 e dados de contexto da construção, entre eles as quantidades de materiais, oriundas do Cadastro Digital.

The growing concerns regarding the environmental impacts of the construction sector have led to the promotion of more circular practices. It is in this context and within the scope of several European projects the Materials Passport concept emerges.

The first definition for the Materials Passport presented it as a set of digital data aimed at the description of defined characteristics of materials and components in products and systems with value for their use, recovery and reuse.

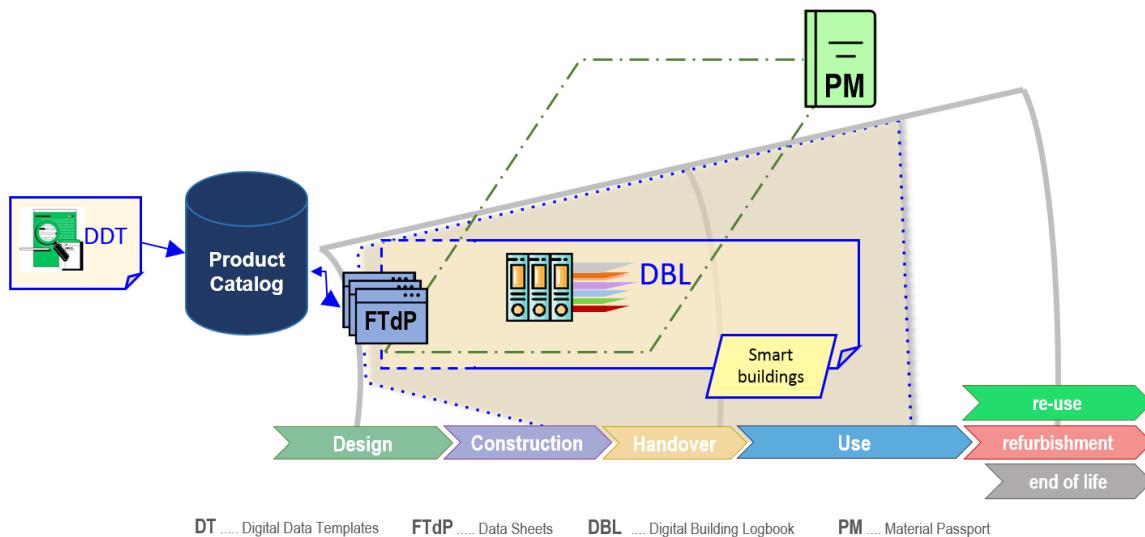
From the above, it is clear that this concept also focuses on products, systems and construction objects and intends to support their data/characteristics/properties.

Taking into account the Data Templates concept, it is important to highlight that its normative framework is generic, i.e. it does not focus on any specific type of property. This means that the standard does not make any distinction between the characteristics, whether they are more related to performance, maintenance aspects or sustainability. In short, the "skeleton" that has been defined is prepared to support all kinds of properties.

The Material Passports intend to characterise mainly the aspects related to circularity but, in this group, there may be data that is common to other requirements.

The Data Templates structure has the capacity to support the properties foreseen in sections 1 and 3. Context data is out of scope and should be systematised, for example in the Construction Cadastre. This comes as an additional contribution on how Data Templates and Digital Building Logbooks must articulate.

According to this assumption, the Material Passports would be composed by relevant characteristics coming from the (digital) Product Data Sheets following the ISO 23387 and construction context data, among them the quantities of materials, coming from the Digital Cadastre.



### 3. Desenvolvimento/Development

O ponto relativo à contextualização teve como propósito enquadrar os conceitos e realçar que os mesmos têm necessariamente de ser parte integrante do processo construtivo. Mais do que isso, e sem prejuízo da sua existência enquanto identidade própria, é inequívoco que uma grande parte da informação que os compõem deve ser partilhada e deverá ser identificada a sua origem.

Este aspeto é fundamental para se compreender as prioridades e os requisitos para alcançar os diferentes objetivos que eles corporizam.

Os Data Templates têm uma existência própria fora de um processo construtivo. Com isto pretende-se realçar que, mesmo antes de existir a ideia para a construção de um determinado edifício/infraestrutura, poderá/deverá já existir um catálogo de produtos que permita consultas por parte dos agentes e que aporte mais-valias ao negócio dos fabricantes de materiais de construção.

Em oposição, o Cadastro das Construções deverá surgir com a ideia da construção e deverá conter na base da sua estruturação toda a informação relevante relativa ao solo e localização, entre outros dados.

De este ponto em diante, os Data Template e o Cadastro Digital das Construções têm, como apresentado anteriormente uma convivência enquanto parte integrante da envolvente de informação do processo construtivo. Esta agregação é particularmente forte na fase de projeto e construção uma vez que é nesta etapa do processo construtivo que são identificadas as soluções a implementar e onde se processa a sua colocação no objeto em construção. Dentro desta envolvente decorrem vários processos que implicam trocas, permutas, alterações, entre outros que vão requerer trocas de informação entre estes conceitos e entre outras plataformas e sistemas.

Foi neste contexto que se avançou para uma investigação que pretende conceptualizar os diferentes passos para a obtenção de um Cadastro Digital das Construções.

A imagem seguinte demonstra a ligação entre os Data Templates e o DBL durante a fase de projeto e construção.

The purpose of the “Contextualization” section was to provide a framework for the concepts and highlight the fact that they must necessarily be linked and part of the construction process. More than that, and without neglecting their existence and own identity, it is unequivocal that a large part of the information that constitutes them should be shared and its origin identified.

This aspect is key to understand the priorities and requirements to achieve the different objectives they embody.

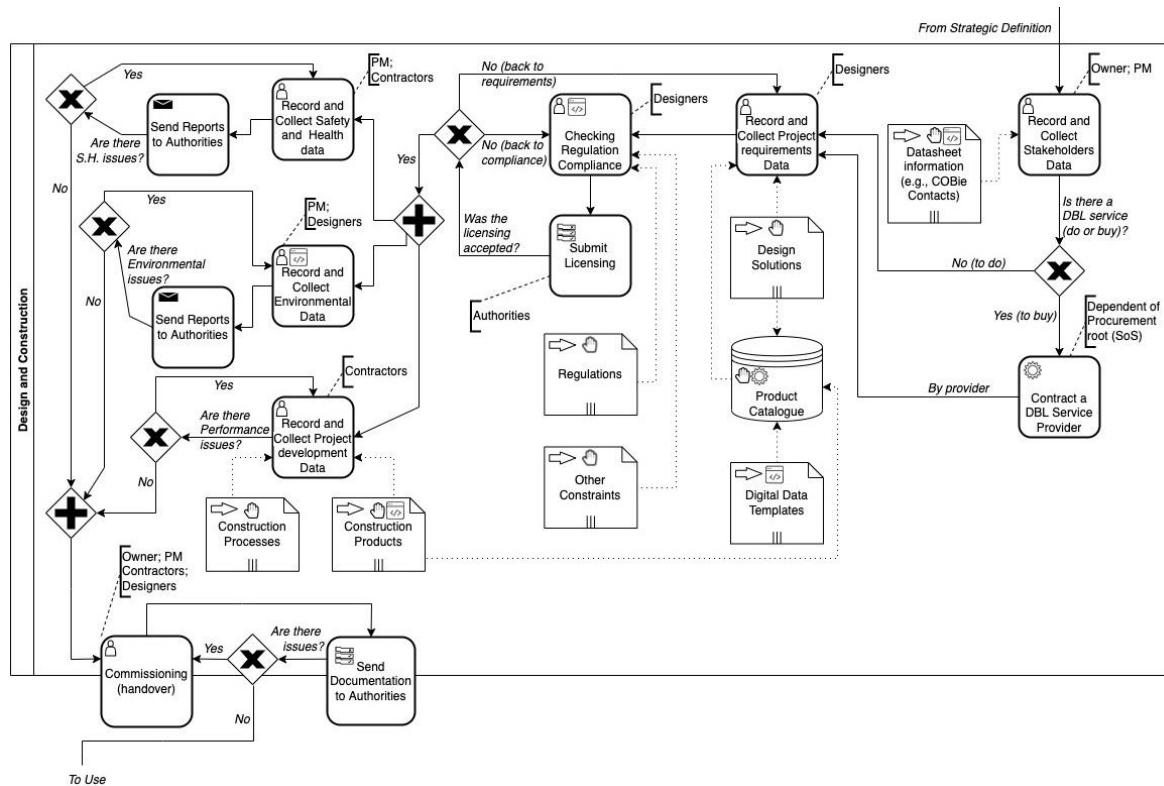
Data Templates have their own existence outside a construction process. With this, it is intended to stress that, even before the idea to build of a certain building/infrastructure, there is already a product catalogue that allows queries by the stakeholders and that bring added value to the business of the construction materials manufacturers.

In opposition, the Digital Building Logbook should born from the idea of the construction and should contain in its background all the relevant information regarding the soil and location, among other data.

From this point on, Data Templates and Digital Building Logbooks have, as previously presented, a coexistence as a common part of the information container of the construction process. This joint-effort is particularly strong in the design and construction phase, once it is during this stage of the construction process that the solutions to be implemented are identified and where they are placed in the object under construction. Within this environment, several processes take place that imply exchanges, swaps, among others, that will require information exchange between these concepts and between other platforms and systems.

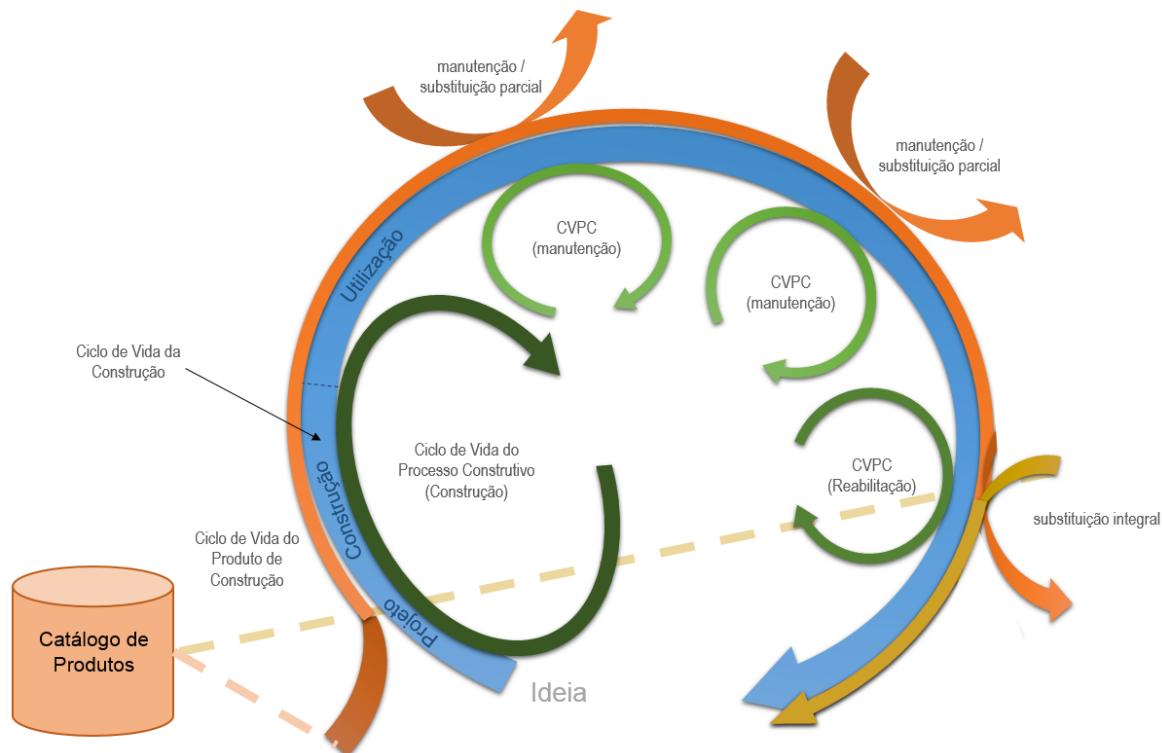
Understanding this context we moved forward with an investigation that aims to conceptualize the different steps to obtain a Digital Building Logbook process map.

The following image shows the connection between the Data Templates and the DBL during the design and construction phase.



Também na fase de utilização esta convivência será de manter, sobretudo no contexto de futuras intervenções. A imagem seguinte pretende demonstrar, para o exemplo de um edifício e para a vida útil de um produto de construção, a relação e os ciclos aplicáveis. A sua compreensão é vital para compreender não só o papel dos Data Templates e Cadastro Digital das Construções no ciclo de vida das construções, mas também os contributos para uma maior sustentabilidade e circularidade dos processos.

This coexistence should also be maintained throughout the use phase, especially in the context of future interventions. The following image intends to demonstrate, for the example of a building and for the life cycle of a building product, the relationship and the applicable cycles. Its understanding is vital to understand not only the role of Data Templates and the Digital Building Registers in the life cycle of buildings, but also the contributions to a greater sustainability and circularity of the processes.



## 4. Discussão/Discussion

O Cadastro Digital das Construções pode ser entendido como um repositório estático de informação. Contudo, neste pressuposto, não irá refletir as alterações ao longo do ciclo de vida de uma construção, designadamente manutenções, substituições, entre outros. Analogamente e numa outra perspetiva, não irá refletir atualizações em termos financeiros, por exemplo atualizações do valor patrimonial tributário.

Havendo interesse em armazenar estas atualizações, o Cadastro Digital poderá assumir-se como um repositório quasi-estático, ou seja, uma estrutura de informação que sofre alterações pontuais no tempo função das alterações que vão ocorrendo no edifício ou em aspectos que têm impacto nas características (neste caso tributárias) desse edifício ou propriedade.

Contudo, para além de estes elementos, poderá haver interesse na atualização do cadastro digital com outros dados, com um caráter mais dinâmico, como por exemplo os consumos de água, luz, os pagamentos do condomínio, entre outros. Nesta perspetiva, o Cadastro Digital assume-se como um repositório de informação dinâmico e com uma atualização periódica/contínua no tempo e em várias temáticas.

Conforme visto, o Digital Twin é um conceito vocacionado para os dados. Permite materializar um sistema de sistemas que comunicam e capacitam, através da utilização cruzada dos dados, uma monitorização constante do gémeo físico a partir do gémeo digital.

Um Digital Twin pode materializar-se num sistema muito simples que “vive” sobretudo de informação dinâmica; por exemplo um sensor que mede o consumo de eletricidade numa habitação e com IoT que permite estabelecer padrões de consumo dessa mesma habitação tendo o(s) utilizados acesso a esses dados através de uma aplicação no telemóvel. Alternativamente pode ser um sistema que, mantendo o mesmo objetivo e simplicidade em termos de recolha de dados, está ligado a um repositório mais alargado de informação que contém dados como a área, as características construtivas da habitação, o desempenho estimado e, com isso permite que numa aplicação semelhante o utilizador possa saber além do padrão de consumo, os desvios entre o desempenho estimado e o real. Este exemplo é apenas um entre um enorme conjunto de outros que podem ser referidos no caso de existir um repositório mais vasto de informação.

Olhando em detalhe para o caso referido, observa-se que um Digital Twin com estas características necessita de um repositório de dados de informação relevante sobre o edifício que permite fazer este tipo de análises e comparações, ou seja de um DBL. Em visões mais avançadas o DBL não é só um instrumento de consulta de dados para a realização de análises mas também um repositório dinâmico de informação que recebe dados de forma contínua a partir dos sensores instalados.

Nesta visão, é inequívoco que o cadastro digital das construções é um elemento basilar para a materialização de um Digital Twin, sobretudo se for pretendido ter uma análise de dados mais abrangente.

Voltando um pouco atrás, foi referido que o cadastro digital das construções deve armazenar toda a informação relevante das construções e que, em certas visões, deverá ser capaz de suportar atualizações nos elementos construtivos que vão sendo mantidos/substituídos.

Independentemente das funcionalidades, o cadastro digital terá de ser constituído em grande parte por dados relativos aos produtos de construção que são aplicados. Se os Data Templates são as estruturas normalizadas que suportam os dados sobre os produtos de construção, na prática um cadastro digital será composto pelo somatório de fichas de produtos e por outros dados que caracterizam a localização do edifício, como as coordenadas.

Na prática, trata-se de migrar para um formato verdadeiramente digital, integrado e interoperável algo que hoje já acontece nos edifícios residenciais, embora de forma pouco integrada e com falhas de coordenação da informação com a Ficha Técnica da Habitação.

Face ao exposto, parece inequívoco que o cadastro digital das construções irá absorver todos os dados que constam das fichas de produtos estruturadas de acordo com a ISO 23387; Data Templates.

Do ponto de vista de arquitetura de sistemas e sem prejuízo de outras funcionalidades, o cadastro digital das construções irá apresentar algumas afinidades com a estrutura dos DT.

The Digital Building Logbook can be understood as a static repository of information. However, under this assumption, it will not reflect the changes throughout the life cycle of a building, namely maintenance, replacements, among others. Similarly, and from another perspective, it will not reflect updates in financial terms, for example updates on the patrimonial tax value.

If there is an interest in storing these updates, the Digital Building Logbook may be assumed as a quasi-static repository, i.e., an information structure that undergoes occasional changes in time depending on the changes that are occurring in the building or in aspects that have an impact on the characteristics (in this case, tax) of that building or property.

However, in addition to these elements, there might be an interest in updating the DBL with other type of data. One with a more dynamic character, such as water and electricity consumption, tenants payments, among others. From this perspective, the DBL is a dynamic information repository with a periodic/continuous update over time and on several subjects/systems/disciplines/layers.

As seen, the Digital Twin is a data-oriented concept. It allows materialising a system of systems that communicate and enable, through the cross-use of data, a constant monitoring of the physical twin from the digital twin. A Digital Twin can materialise in a very simple system that "lives" mainly from dynamic information; for example a sensor that measures the electricity consumption in a house and with IoT that allows establishing consumption patterns of that same house having the user(s) access to that data through a mobile phone application. Alternatively, it can be a system that, keeping the same objective and simplicity in terms of data collection, is connected to a broader repository of information that contains data such as the area, the construction characteristics of the dwelling, the estimated performance and, with this, allows that in a similar application the user can know, in addition to the consumption pattern, the deviations between estimated and real performance. This example is just one among a huge set of others that can be referred to in case there is a larger repository of information.

Looking in detail at the case above, a Digital Twin with these characteristics needs a data repository of relevant information about the building that allows this kind of analysis and comparisons, i.e. a DBL. In more advanced visions, the DBL is not only a data query tool for performing analyses but also a dynamic information repository that continuously receives data from the installed sensors.

In this vision, it is clear that the buildings DBL is a basic element for the materialisation of a Digital Twin, especially if a more comprehensive data analysis is intended.

Going back a bit, it was mentioned that the digital building register should store all the relevant information on the buildings and that, in certain views, it should be able to support updates on the building elements that are being maintained/replaced.

Independent of the functionalities, the DBL will have to consist largely of data related to the construction products that are applied. If the Data Templates are the standard structures that support the data on the construction products, in practice a DBL will be composed by the sum of product sheets and other data that characterise the location of the building, such as coordinates.

In practice, it is a matter of migrating to a truly digital, integrated and interoperable format, something that already happens today in residential buildings, although in a not very integrated way and with failures in the coordination of the information with the Housing Technical Sheet.

In this light, it seems clear that the DBL of constructions will absorb all the data contained in the product sheets structured according to ISO 23387; Data Templates.

From a system architecture point of view and despite other functionalities, the DBL must present some affinities with the DT structure.

## 5. Notas para o caso de estudo/Remarks to case study

Conforme referido, este documento apresenta aspectos que enquadram amplamente o tema que será abordado no Entregável 4.3. Assumindo este documento uma visão mais abrangente, sistematiza-se neste ponto todos os contributos para os casos de estudo, inclusivamente os que estão mais relacionados com a parte dos resíduos – Entregável 5.1.

Numa perspetiva de gestão de ativos:

- A norma COBie sistematiza muita da informação posicionando-se como um cadastro digital estático. Um primeiro teste a ser desenvolvido consiste na verificação da consistência dos fluxos de informação entre várias tecnologias, designadamente o catálogo de produtos GrowingCircle com base na plataforma GoBIM do Cobuilder, o software Revit e o aplicativo para o Revit para fazer um COBie drop;
- Ainda relativamente a este ponto perspetiva-se a análise do ficheiro COBie e a sua importação para o COBie ebook;

Numa perspetiva mais abrangente:

- pretende-se desenvolver análises que identifiquem que dados são necessários para realizar diferentes verificações e onde as mesmas deverão ser armazenadas. Este trabalho permite confirmar a sobreposição entre os Data Templates e o Cadastro Digital das Construções.

Relativamente à sustentabilidade:

- tendo como base as exigências de informação para a concretização de Auditorias de Resíduos, serão identificadas as propriedades a prever nos Data Templates e a sua introdução em alguns dos produtos que fazem parte do caso de estudo, tendo em vista a materialização de uma Auditoria de Resíduos a ser entregue em conjunto com a fase de receção.

Todos os casos de estudo serão acompanhados de análises simples de viabilidade de execução e potenciais economias de esforço/financeiras.

Além dos aspectos referidos serão apresentadas diretrizes para a implementação dos processos de forma transversal no setor, bem como trabalhos de investigação a realizar no seguimento das conclusões obtidas.

As mentioned, this document presents aspects that broadly frame the topic that will be detailed in Deliverable 4.3. Considering a comprehensive view, this document systematises all the contributions to the case studies, including those that are more related to the waste topic; Deliverable 5.1.

From an asset management perspective:

- The COBie standard systematises much of the information positioning itself as a static digital cadastre. A first test to be developed consists in verifying the consistency of the information flows between several technologies, namely the GrowingCircle product catalogue based on Cobuilder's GoBIM platform, the Revit software and the Revit application to make a COBie drop;
- Also in relation to this point it is envisaged to analyse the COBie file and its import into the COBie ebook;

In a broader perspective:

- It is intended to develop analyses that identify what data is needed to perform different checks and where they should be stored. This work allows confirming the overlap between Data Templates and the Digital Building Logbook.

Regarding sustainability:

- based on the information requirements for the realization of Waste Audits, the properties to be foreseen in the Data Templates will be identified and their introduction in some of the products that are part of the case study, in view of the materialization of a Waste Audit to be delivered together with the reception phase.

All case studies will be accompanied by simple analyses of execution viability and potential effort/financial savings.

In addition to the aspects mentioned, guidelines will be presented for the implementation of the processes transversally in the sector, as well as research work to be carried out following the conclusions obtained.

## 6. Bibliografia/References

- Mêda, P., Calvetti, D., Hjelseth, E., & Sousa, H. (2021) Incremental Digital Twin Conceptualisations Targeting Data-Driven Circular Construction. *Buildings*, 11(11), 554.
- GrowingCircle website: <https://growingcircle.netlify.app/pt/>
- ISO/CDIS 23387:2020(E). Building Information Modelling (BIM)—Data Templates for Construction Objects Used in the Life Cycle of Any Built Asset—Concepts and Principles; ISO: 2020, Vernier, Switzerland.
- European Commission. Study on the Development of a European Union Framework for Digital Building Logbooks (Final Report); European Commission: 2020, Brussels, Belgium.
- Grieves, M.W. BDTIC 2021—BDTA; Building Digital Twin International Congress-BDTIC: 2021, Antwerpen, Belgium.
- Tchana, Y.; Ducellier, G.; Remy, S. Designing a unique Digital Twin for linear infrastructures lifecycle management. *Procedia CIRP* 2019, 84, 545–549. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.176>.
- Presidência do Conselho de Ministros. Decreto-Lei n.o 102-D/2020 de 10 de dezembro. Diário da República 3179–3182 (2020).
- Heinrich, M. & Lang, W. Materials Passports - Best Practice. Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment. (Technische Universität München, in association with BAM, 2019).
- Portugal, S. W. Guideline for creating Circular Material Passports. (2021).