

TÉRMINOS DE REFERENCIA BIM PARA CONTRATOS PÚBLICOS.

Noviembre de 2019

Contenido

1.	Introducción	3
1.1.	Descripción del TDR.....	3
1.2.	Contexto	3
1.3.	Descripción del marco referencial y proceso de desarrollo.....	4
2.	Qué es BIM	5
3.	Objetivos de la utilización de BIM.....	6
3.1.	Objetivo general.....	6
3.2.	Objetivos específicos.....	6
3.3.	Beneficios esperados.....	6
4.	Etapas del ciclo de vida del proyecto	7
5.	Conceptos bases BIM	8
5.1.	Usos de BIM.....	8
5.2.	Nivel de Información (NDI):.....	11
5.3.	Estados del avance de la Información del Proyecto	12
5.4.	Tipo de Información (TDI):	13
6.	Entregables BIM	16
6.1.	Plan de Ejecución BIM (PEB)	16
6.1.1.	Plan de Ejecución BIM de Oferta.....	17
6.1.2.	Plan de Ejecución BIM de Contrato.....	17
6.2.	Modelo BIM.....	19
6.2.1.	Lista de Modelos Requeridos	19
6.2.2.	Organización de los Modelos	20
6.2.3.	Entidades de los modelos.....	20
7.	Definiciones.....	22
8.	Bibliografía	24

1. Introducción

El presente término de referencia BIM para contratos públicos, tiene por finalidad realizar definiciones sobre el alcance de BIM para los contratos de CND y permitir establecer un lenguaje común que regule la implementación de la metodología BIM. Este documento tiene un carácter genérico por lo cual puede ser utilizado por otros actores del sector público o privado, para servir de guía conceptual sobre la implementación de metodología BIM en la gestión de contratos independiente de la etapa del ciclo de vida en la cual se encuentre o los instrumentos contractuales que utilice.

1.1. Descripción del TDR

Este documento fija el ámbito de acción, los términos y alcances generales para la implementación de BIM en un contrato. Se constituye en un marco para la metodología BIM y es un complemento del Pliego Y debe ser necesariamente complementado por medio del Anexo Criterios de gestión BIM para el contrato en específico para el cual se ese aplicando. Dicho anexo fijará las condiciones particulares de los conceptos, usos, parámetros, entre otros a aplicar en cada uno de los contratos en particular.

Por lo tanto, el presente documento, en conjunto y de forma complementaria con el anexo mencionado en el párrafo precedente y el Pliego constituirán lo que se denomina EIR¹ (Employer Information Requirements) o también indicado como RIE (requerimiento de información del empleador) o SDI² (Solicitud de información).

Para la definición de la metodología BIM y sus entregables vinculados se utilizan, dentro de este documento, precisaremos cuatro conceptos bases: **Usos BIM, Estados del Avance de la Información de Proyecto, Nivel de Información (NDI) y Tipo de Información (TDI) y sus entregables**. A través de estos elementos, los cuales son descritos en el presente documento, se define de manera acotada como se llevará adelante la gestión de la información por parte de la empresa contratista a lo largo del contrato.

Se describen además los objetivos generales para los cuales se solicita la implementación de BIM. Con esto se busca delimitar claramente los requerimientos vinculados a BIM y la utilización que se espera de éste por parte de la empresa contratista. Esto permitirá que la información necesaria llegue a tiempo al proyecto, facilitando una correcta comunicación en el desarrollo del contrato.

1.2. Contexto

El Banco Interamericano de Desarrollo a través de la Cooperación Técnica RG-T3252. Mejorando la competitividad del sector construcción mediante la transformación digital, busca contribuir a la adopción de BIM en los países de la región. Con tres objetivos específicos: (i) elaborar planes de acción para implementar estrategias BIM a nivel país o a nivel sub-nacional; (ii) generar capacidades en actores públicos y privados para el uso de BIM a través de la formación de talento, el desarrollo de pilotos de licitaciones de obra con requerimientos BIM, así como la elaboración de normativas y estándares que faciliten su aplicación; y (iii) sensibilizar y articular a los actores del sector público, privado y académico sobre las oportunidades que brinda el BIM y otras nuevas tecnologías.

Asimismo, Uruguay está impulsando la implementación de BIM, por medio de Transforma Uruguay y la Corporación Nacional de Desarrollo, esta iniciativa está siendo apoyada por medio de la Cooperación Técnica antes mencionada, con el fin de generar aprendizajes y mediciones de desempeño del uso de metodología BIM, lo que permitirán sentar las bases para la implementación de la metodología BIM a nivel país.

¹ PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling,

² Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, Planbim de Corfo, (2019), Santiago de Chile

Junto con ello la Cámara de la Construcción del Uruguay y el BIMForum del Uruguay se encuentran colaborando y complementando capacidades de forma estrecha con CND y Transforma Uruguay, para poder establecer las condiciones necesarias para que BIM se incorpore a la gestión que desarrolla el sector construcción, organizando seminarios, análisis de mercado y adopción, grupos de trabajo, entre otras iniciativas.

1.3. Descripción del marco referencial y proceso de desarrollo.

Este proceso se inició en abril del año 2019, el trabajo se ha realizado por medio de un proceso participativo con equipos multidisciplinarios que están involucrados en el desarrollo y gestión de proyectos de edificación e infraestructura en Uruguay, especialistas del BID y el apoyo de consultores internacionales. Este proceso ha involucrado una serie de reuniones de coordinación y talleres de trabajo.

Este documento se desarrolló en base al análisis y estudio de normativa y estándares internacionales y la experiencia aplicada en procesos de implementación BIM:

- Estrategia de implementación de BIM en Uruguay, Transforma Uruguay 2019
- Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, Planbim³ de Corfo, (2019), Santiago de Chile
- Guías y estándares del Reino Unido.⁴
- Guías de la Universidad de Pensilvania⁵.
- Guías U.S. Department of Veterans Affairs⁶.
- Guías y protocolos de BIMForum US⁷.
- Estándares y protocolos de BuildingSMART⁸.
- Metodología aplicada por el BIM Task Group⁹ en Reino Unido.
- Experiencia de implementación de BIM en infraestructura Hospitalaria en Bolivia pilotos BID.
- Proceso de implementación BIM en Ministerio de Obras Públicas¹⁰ de Chile realizada en conjunto con Planbim¹¹ de Corfo.

³ www.planbim.cl

⁴ <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy-2016-2020>

⁵ <https://www.bim.psu.edu/>

⁶ <https://www.cfm.va.gov/til/bim/BIMguide/lifecycle.htm>

⁷ <https://bimforum.org/about/>

⁸ <https://www.buildingsmart.org/>

⁹ <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy-2016-2020>

¹⁰ www.mop.cl

¹¹ www.planbim.cl

2. Qué es BIM¹²

BIM es el acrónimo utilizado para dos conceptos:

BIM (Building Information Model) es la representación digital paramétrica del producto de construcción que incluye su geometría e información.

BIM (Building Information Modeling) es una metodología/proceso para el desarrollo y la utilización de modelos BIM para apoyar decisiones de diseño, construcción y operación durante el ciclo de vida de un proyecto.

En esencia, y a los efectos que nos ocupa, BIM es una metodología de trabajo colaborativo asociada a la industria de la construcción para desarrollar y utilizar modelos inteligentes que contienen información de apoyo a decisiones y procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento, durante todo el ciclo de vida de un proyecto. La aplicación de esta metodología permite, a través de una mejor planificación de todo el ciclo de vida de una obra y una mejor coordinación entre las partes, reducir los imprevistos, reducir plazos y costos, minimizar desperdicios y mejorar el rendimiento de los proyectos durante su operación, entre otros.

BIM se caracteriza por:

- Trabajo colaborativo viabilizado por plataformas en la nube e Industria 4.0.
- Intervención de diversos actores en todas las etapas, aportando información para objetivos comunes.
- Reglas de juego que priorizan la regulación basada en incentivos.

La industria de la construcción tiene una participación importante en los diferentes países en términos de contribución al PBI y generación de empleo, en Uruguay emplea cerca del 8% de la población ocupada y explica cerca del 10% del PIB, pero muestra niveles de digitalización y productividad menores al resto de los sectores de la economía. En este contexto, BIM es una metodología que se ha impulsado a nivel global para viabilizar o contribuir a la mejora de la productividad, reducción de costos y tiempos.

¹² Estrategia de implementación de BIM en Uruguay, Transforma Uruguay 2019

3. Objetivos de la utilización de BIM¹³

3.1. Objetivo general

Incrementar la digitalización, productividad, competitividad y transparencia de los mercados en la industria de la construcción, mejorar la gestión de la obra pública en todas sus fases y promover las exportaciones de servicios asociados a BIM (Building Information Modeling).

3.2. Objetivos específicos

- Aumentar el nivel de calidad y eficiencia económica de los proyectos de construcción por medio del uso de sistemas integrados de información BIM que faciliten la toma de decisiones.
- Aumentar el nivel de integración y colaboración entre disciplinas por medio del fomento de procesos de trabajo comunes, a nivel tecnológico y operacional
- Aumentar el nivel de desempeño y sustentabilidad de los edificios por medio del uso de sistemas avanzados de simulación y evaluación.
- Mejorar la respuesta a las necesidades de los clientes por medio de mejores canales de comunicación con mayor y mejor calidad de información de proyecto.
- Aumentar la internacionalización y competitividad de la industria de la construcción uruguaya y de los servicios asociados, por medio del desarrollo de capacidades tecnológicas BIM utilizadas globalmente.

3.3. Beneficios esperados

- Aumento de productividad y reducción de costos de construcción y costos operativos.
- Mejora de la gestión de los proyectos.
- Aumento de la capacidad exportadora.
- Mayor visualización de proyectos y participación ciudadana.
- Mejora de la eficiencia energética de los proyectos.

¹³ Estrategia de implementación de BIM en Uruguay, Transforma Uruguay 2019

4. Etapas del ciclo de vida del proyecto

Para la inversión pública en el Uruguay se entiende por ciclo de vida del proyecto según el Artículo 6 (Ciclo de vida de un proyecto) del decreto N° 231/015,

“A los efectos del Sistema Nacional de Inversión Pública, se entenderá por ciclo de vida de un proyecto de inversión pública al curso que sigue todo proyecto de inversión.

Comprende las siguientes fases:

a) Preinversión: es la fase en que se realizan todos los estudios relevantes para obtener la información necesaria que permite realizar la evaluación previa para la toma de decisión en relación al proyecto. Incluye las siguientes etapas: idea o iniciativa, perfil, prefactibilidad y factibilidad

b) Inversión: refiere a la concreción de los proyectos evaluados positivamente en la fase de preinversión y comprende las etapas correspondientes a la adquisición y ejecución;

c) Operación: es la fase que comienza con la puesta en marcha del proyecto de inversión, y durante la cual se materializan los beneficios previstos a través de la producción de bienes y servicios.”¹⁴

Además de ello, durante el proceso de implementación de BIM en proyectos pilotos como parte del apoyo y cooperación técnica del BID a CND y reparticiones públicas se pudo determinar y definir las fases y subfases para la gestión de proyectos. En este proceso se determinaron 4 fases y 12 subfases, (ver cuadro N° 1) estas últimas varían según la tipología del proyecto y los instrumentos de contratación que se utilizan.

Cuadro N° 2: Fases y Sub fases del Ciclo de Proyecto.

FASE	INICIATIVA		PRE INVERSIÓN			INVERSIÓN				POST INVERSIÓN		
SUBFASE	IDENTIFICACIÓN DE LA INICIATIVA	FORMULACIÓN DE LA INICIATIVA	DESARROLLO DE PERFIL	DESARROLLO DE PRE FACTIBILIDAD	DESARROLLO DE FACTIBILIDAD	REALIZAR LLAMADO Y ADJUDICAR	DISEÑAR	REALIZAR LLAMADO Y ADJUDICAR	EJECUTAR	HABILITACIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO

Fuente: Talleres Cooperación técnica BID para implementación BIM en proyectos CND INAU de Uruguay

¹⁴ Decreto N° 231/015, Reglamentación de los arts. 23, 24 y 25 de la ley 18.996 relativos los procedimientos que deberán cumplir las instituciones que se incorporen al sistema nacional de inversión pública (snip)

5. Conceptos bases BIM

Para un adecuado entendimiento durante el proceso de implementación BIM en los proyectos se utilizará la definición de cuatro conceptos bases:

- Usos BIM
- Estados del Avance de la Información del Proyecto
- Nivel de Información (NDI)
- Tipo de Información (TDI)

Estos nos permitirán definir con precisión lo que se busca con involucrar BIM y facilitar a los Oferentes y, posteriormente al Contratista o Consultor seleccionado, la entrega de datos e información precisa y oportuna sobre el proyecto, para el cumplimiento de los objetivos de este.

5.1. Usos de BIM

Los Usos BIM son un sistema de clasificación que proporciona un lenguaje común para el uso de la información de los proyectos a través de modelos y usos BIM que se puede aprovechar para comunicar el propósito preciso y el contexto de la implementación de BIM en un proyecto específico.

Un uso BIM se define como un método para aplicar el modelado de información de construcción durante el ciclo de vida de un proyecto para lograr uno o más objetivos específicos¹⁵. La definición que utilizaremos en este documento es una revisión sobre la base del documento “Building Information Modeling Project Execution Planning Guide”, de la Universidad del Estado de Pennsylvania, de Estados Unidos.

Cuadro N° 1: Usos BIM.

	PLANIFICACIÓN	DISEÑO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
1	Levantamiento de Condiciones Existentes			
2	Estimación de Cantidades y Costos			
3	Planificación de Fases			
4	Análisis del Programa Espacial (Zonificación)			
5	Análisis de Ubicación			
6	Evaluación del Diseño			
7		Diseño de Especialidades		
8		Análisis Estructural		
9		Análisis Lumínico		
10		Análisis Energético		
11		Análisis Mecánico		
12		Otros análisis de ingeniería		
13		Evaluación de Sustentabilidad		
14		Validación de Normativa		
15	Coordinación 3D			
16			Planificación de Obra	
17			Diseño sistemas constructivos	
18			Fabricación Digital	
19			Control de Obra	
20			Modelación As-Built	
21				Mantenimiento Preventivo
22				Análisis de Sistemas
23				Gestión de activos
24				Gestión y seguimiento de espacios
25				Plan y gestión de emergencias

Revisión basada en “BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1.” May 2011, The Pennsylvania State University

¹⁵ Kreider, Ralph G. and Messner, John I. (2013). “The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses”. Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. <http://bim.psu.edu>.

Los usos de BIM fueron diseñados por la Universidad de Pensilvania para comunicar un sistema de clasificación y de propósitos en la aplicación de BIM en un proyecto. En esta sección se verá la descripción de cada uno de los 25 usos generales de BIM.

Las siguientes traducciones de los Usos BIM definidos por la Universidad de Pensilvania ha sido realizadas por el equipo de Planbim de Corfo de Chile¹⁶.

USO 01, Levantamiento de condiciones existentes

Proceso de desarrollo de uno o más modelos BIM considerando las condiciones actuales de un sitio y/o sus instalaciones y/o un área específica dentro de una edificación o infraestructura. Este modelo se puede desarrollar de múltiples maneras dependiendo de la necesidad del proyecto. Esto incluye el escaneo láser y las técnicas de topografía convencionales. Una vez que se construye el modelo, se puede consultar para obtener información, ya sea para una nueva construcción o un proyecto de modernización.

USO 02, Estimación de cantidades y costos

Proceso de utilización de la información de uno o más modelos BIM para extraer cantidades de componentes y materiales del proyecto y, en base a esta información, el costo de un proyecto en sus distintas etapas, siendo más eficiente desarrollarlo desde las etapas tempranas. Esto permite prevenir posibles costos y tiempos adicionales por errores y/o modificaciones al proyecto.

USO 03, Planificación de fases

Proceso de utilización de uno o más modelos 4D (3D + tiempo) para planear la secuencia constructiva de un proyecto y/o las etapas de ocupación en una remodelación, renovación o adición de una edificación o infraestructura.

USO 04, Análisis del programa espacial (zonificación)

Proceso de utilización de uno o más modelos BIM para evaluar si el diseño cumple de manera eficiente y exacta con las áreas incluidas en los requerimientos del proyecto, tomando en cuenta las regulaciones y normas establecidas.

USO 05, Análisis de ubicación

Proceso de utilización de uno o más modelos BIM y/o GIS para evaluar las propiedades de un área y determinar la mejor localización y orientación de un futuro proyecto.

USO 06, Revisión del diseño

Proceso de revisión de las posibles respuestas a los requerimientos del proyecto respecto de áreas, diseño espacial, iluminación, seguridad, confort, acústica, materialidad, colores, etc., mediante la creación de uno más modelos BIM que pueden contener múltiples alternativas de diseño.

USO 07, Diseño de especialidades

Proceso de creación de uno o más modelos BIM de las distintas disciplinas de un proyecto. El Diseño de especialidades es un paso clave para incorporar la información a una base de datos inteligente de donde se pueden extraer propiedades, cantidades, costos, programación, etc.

USO 08, Análisis Estructural

Proceso de análisis para determinar el comportamiento de un sistema estructural a través de uno o más modelos BIM. En base a este análisis, se desarrolla y ajusta el diseño estructural para crear sistemas estructurales eficientes para cumplir con la normativa vigente. Esta información se utilizará en las fases de diseño y construcción.

USO 09, Análisis Lumínico

Proceso para determinar el comportamiento de un sistema de iluminación a través de uno o más modelos BIM. Esto puede incluir iluminación artificial (interior y exterior) y natural (iluminación solar y sombra). En base a este análisis, se desarrolla y ajusta el diseño lumínico para crear sistemas de

¹⁶ Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, Planbim de Corfo, (2019), Santiago de Chile

iluminación eficientes. Este análisis, permite simulaciones que pueden mejorar significativamente el diseño y el rendimiento de la iluminación a lo largo de su ciclo de vida.

USO 10, Análisis Mecánico

Proceso de análisis y evaluación de ingeniería de los cálculos asociados a los sistemas mecánicos, basado en las especificaciones de diseño para los sistemas del proyecto, a través de uno o más modelos BIM. El desarrollo de esta información es la base de lo que se transmitirá al propietario y, u operador para su uso en la definición de los sistemas del edificio o infraestructura.

USO 11, Análisis energético

Proceso de evaluación de un proyecto a través de uno o más modelos BIM, en base a criterios energéticos, que pueden incluir materiales, desempeños y/o procesos. Esta evaluación energética puede ser realizada en todas las etapas del ciclo de vida, sin embargo, es más efectiva cuando se realiza en la fase de diseño conceptual (anteproyecto) y diseño (proyecto) para luego ser aplicada en la etapa de construcción y operación del proyecto.

USO 12, Otros análisis de ingeniería

Proceso para determinar el método de ingeniería no tradicional más pertinente basado en las especificaciones de diseño, a través de uno o más modelos BIM. Las herramientas de análisis y simulaciones de rendimiento pueden mejorar significativamente el diseño de las instalaciones y su consumo de energía durante todo el ciclo de vida.

USO 13, Evaluación de Sustentabilidad

Proceso en el que un proyecto se evalúa en base a criterios de sustentabilidad a través de uno o más modelos BIM. Este proceso debe ocurrir durante todas las etapas de la vida de una instalación, incluida la planificación, el diseño, la construcción y la operación. La aplicación de criterios sustentables a un proyecto en las fases de planificación y diseño temprano mejoran la capacidad de impactar en la eficiencia del diseño y la planificación.

USO 14, Validación de normativa

Proceso de revisión del cumplimiento de códigos y normas que aplican al proyecto a través de uno o más modelos BIM.

USO 15, Coordinación 3D

Proceso de planificación entre las distintas disciplinas previo al diseño para evitar posibles interferencias. El proceso incluye además la detección de interferencias una vez generados los diseños de las disciplinas a través de uno o más modelos BIM.

USO 16, Planificación de obra

Proceso de planificación a través de uno o más modelos BIM para representar de manera gráfica los elementos existentes, temporales y propuestos de un proyecto durante su construcción. Esto puede incluir el costo de mano de obra y de los materiales, entre otros puntos. Estos modelos BIM se pueden vincular con el cronograma de obra para representar el proceso constructivo y los requerimientos de la secuencia constructiva del proyecto.

USO 17, Diseño de sistemas constructivos

Proceso de diseño y análisis de la ejecución de sistemas de construcción complementarios (por ejemplo, soportes temporales, acristalamientos, etc.) para optimizar la planificación a través de uno o más modelos BIM.

USO 18, Fabricación digital

Proceso que utiliza información de uno o más modelos BIM para facilitar la fabricación de componentes de construcción o ensamblajes. Algunos usos de la fabricación digital se pueden ver, por ejemplo, en la fabricación de chapas metálicas, fabricación de acero estructural, corte de tuberías, creación de prototipos para revisiones de intención de diseño, etc. La información de los modelos ayuda a asegurar la precisión y la reducción de desperdicios en la fase de fabricación.

USO 19, Control de obra

Proceso de diseño, análisis y administración del método constructivo a través de uno o más modelos BIM para optimizarlo durante la etapa de construcción. El objetivo es asegurar que la construcción se realice según las especificaciones técnicas, de acuerdo con las regulaciones, seguridad y requerimientos del propietario, así como para respaldar los estados de pago de los avances logrados en cada hito de entrega parcial.

USO 20, Modelación As-Built

Proceso de modelación en el que se representa de manera exacta las condiciones físicas de todos los elementos que son parte de una edificación o infraestructura. Los elementos de estos modelos contienen toda la información solicitada para los modelos, tal como códigos de barras, números de serie, garantías, historial de mantenimiento, entre otros.

USO 21, Mantenimiento preventivo

Proceso en el cual se utiliza uno o más modelos BIM para desarrollar la mantención funcional de la estructura de una edificación o infraestructura (muros, columnas, pisos, techo, etc.) y su equipamiento (mecánico, sanitario, eléctrico, etc.) durante su operación. Un programa de mantenimiento exitoso puede mejorar de manera significativa el desempeño del activo, reduciendo reparaciones y costos generales.

USO 22, Análisis de sistemas

Proceso en el cual se utiliza uno o más modelos BIM para el análisis del desempeño de un edificio o infraestructura de acuerdo con el planteamiento de las especialidades en el diseño original. Esto incluye cómo funcionan los diferentes sistemas mecánicos y cuánta energía utilizan. Otros análisis que se pueden hacer incluyen incidencia solar en las fachadas, análisis lumínico y de radiación, cálculo de flujo de aire, entre otros.

USO 23, Gestión de activos

Proceso en el que un sistema de gestión organizado está vinculado bidireccionalmente a un modelo BIM as-built, que puede estar conformado por uno o más modelos BIM, para ayudar de manera eficiente en el mantenimiento y operación de un activo. Estos modelos BIM contienen información de la construcción física, los sistemas, el entorno circundante y los equipos, que se deben mantener, actualizar y operar con una eficiencia que satisfaga tanto al propietario como a los usuarios, de la manera más sustentable.

USO 24, Gestión y seguimiento de espacios

Proceso de administración de los espacios y recursos relacionados a éstos dentro de una edificación o infraestructura, a través de uno o más modelos BIM. Un modelo de gestión del activo permite al equipo de administración analizar el uso del espacio y planificar posibles cambios. Esto es particularmente útil en la renovación de un proyecto durante la cual los espacios e instalaciones deben permanecer ocupados y en funcionamiento.

USO 25, Planificación y gestión de emergencias

Proceso en el cual los prevenciónistas de riesgos tendrán acceso, a través de uno o más modelos BIM, a la información crítica de la edificación o infraestructura con el propósito de mejorar la eficiencia de la respuesta ante una emergencia y minimizar los riesgos de seguridad. La información dinámica del activo es proporcionada por un BAS (building automation system), y la información de la edificación estática, como planos de planta y esquemas de equipos, reside en el o los modelos BIM. El BIM junto con el BAS pueden mostrar claramente dónde se localiza la emergencia dentro del edificio, las posibles rutas hacia el área y cualquier otro lugar en riesgo dentro del activo.

5.2. Nivel de Información (NDI):

Los niveles de información se refieren a los datos e información que pueden ser contenidos en la entidades o elementos que pueden estar contenidos en los modelos BIM, esta puede ser de carácter geométricos y no geométricos.

Con el objeto de ser precisos respecto a la gradualidad, se establece una escala de los niveles de profundidad o certeza de la información (geométrica y no geométrica) aplicables a las distintas entidades que podría contener los modelos, definiendo que para una fase o subfase en particular del proyecto las diferentes entidades en cada uno de los distintos modelos pueden encontrarse en distintos niveles de información (profundidad, certeza o madurez), además esta variará según la etapa en la que se encuentre el proyecto, por lo que la información contenida también variará, pudiendo incrementarse o modificarse, dependiendo de la lógica del proyecto y los requerimientos solicitados.

Para la definición de estos niveles de avance de los datos e información contenida en las entidades de los modelos, existen internacionalmente distintas definiciones, por un parte Reino Unido utiliza el termino LOD para Level of Detail (Nivel de Detalle) o Level of Definition (Nivel de Definición); en Estados Unidos se utiliza el termino LOD (level of development o Nivel de desarrollo) de la AIA (American Institute of Architects); en Chile el “*Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores*”¹⁷ se utiliza el termino NDI o Nivel de información, el cual está basado en el estándar de la AIA¹⁸, realizado en conjunto con el BIMForum USA¹⁹

En este Términos de referencia para contratos públicos se utilizará la escala definida en el Estándar BIM para proyectos públicos de Chile²⁰, elaborado por PlanBIM de Corfo, 2019. Los Niveles de información se resumen en la siguiente escala:

Fuente: *Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores*, Planbim de Corfo, (2019), Santiago de Chile

NDI 1	Información inicial general Información inicial, que puede ser estimativa, acerca de área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos generales.
NDI 2	Información básica aproximada Información básica del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación de los sistemas y elementos generales y su ensamblaje.
NDI 3	Información detallada Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos.
NDI 4	Información detallada y coordinada Información detallada y coordinada respecto del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de montaje específico.
NDI 5	Información detallada de la fabricación y montaje Información detallada de la fabricación y montaje, considerando el tamaño, localización, cantidad, orientación e interacción entre los elementos.
NDI 6	Información detallada de lo construido y su puesta en marcha Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación y de la puesta en marcha de los elementos construidos. ²¹

5.3. Estados del avance de la Información del Proyecto

El proceso de gestión de proyectos está asociado a la ejecución de acciones organizadas en el tiempo que permiten el desarrollo de entregables específicos para alcanzar objetivos y obtener beneficios dentro de rango dado, para poder hacer esto, durante las distintas etapas o fases del ciclo de vida del proyecto se gestionan, organizan y analizan datos e información, al objeto de tomar decisiones y desenvolver las acciones planificadas.

¹⁷ “Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores”, PlanBim de Corfo, 2019

¹⁸ The American Institute of Architects. G202-2013 - Project Building Information Modeling Protocol Form. AIA, 2013.

¹⁹ BIM Forum USA. Level of Development Specification. 2015.

²⁰ www.planbim.cl

²¹ Basado en la revisión realizada por Planbim, de G202-2013 - Project Building Information Modeling Protocol Form de AIA y en el Level of Development Specification de BIMForum USA

En este sentido, en los procesos de gestión de proyectos en el sector construcción se gestiona información para la toma de decisiones, y la metodología BIM se constituye en una gran oportunidad para esto, es por ello que durante la realización de los talleres para la implementación de BIM en proyectos y contratos públicos, se pudo definir las fases y subfases de los proyectos y como evoluciona la certeza de la información durante el transcurso de ellas (fases y subfases).

Lo anterior permitió construir matrices que definen los datos e información que es necesaria que este contenida en las entidades de los modelos BIM encada una de estas fases, no es una matriz general, sino un especifica según la tipología de proyecto a llevar adelante. Por lo cual esto se encuentra definido en el documento “Criterios de Gestión BIM” anexo a los documentos del contrato específico.

A modo de ejemplo y solo como ejemplo, a continuación, se presenta una tabla tipo que define dicha evolución:

ESTADOS DE LA INFORMACIÓN			GRUPO DE ENTIDADES											
FASE	SUBFASE	ESTADOS DE LA INFORMACIÓN	ENTIDADES O GRUPOS DE ENTIDADES LÓGICAS QUE CONFORMAN LOS MODELOS											
			NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1
INICIATIVA	IDENTIFICACIÓN DE LA INICIATIVA	IDENTIFICACIÓN DE LA INICIATIVA	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1
	FORMULACIÓN DE LA INICIATIVA	LEVANTAMIENTO DE PREEXISTENCIAS	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1	NDI 1
PRE INVERSIÓN	DESARROLLO PERFIL	ANTEPROYECTO	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2
	DESARROLLO DE FACTIBILIDAD - ANTEPROYECTO	FACHADA INTERIOR	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2
		REVISIÓN COORDINACIÓN	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2
			NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2	NDI 2
FASES O SUBFASES DE AVANCE DEL PROYECTO			NIVEL DE AVANCE EN LA CERTEZA DE LOS DATOS E INFORMACIÓN (GEOMETRICA Y NO GEOMETRICA) CONTENIDA EN LAS ENTIDADES QUE CONFORMAN LOS MODELOS											
INVERSIÓN	REALIZAR ADJUDICAR	ADJUDICAR	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3
		CONTRATO	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3
	DISEÑAR	PROYECTO EJECUTIVO / COORD.ESP. - DET.CONST.	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 3	NDI 2	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3
		REVISIÓN / PRE ENTREGA - ENTREGA	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 3	NDI 2	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3
		INICIO INSCRIPCIÓN / PERMISO CONSTRUCCIÓN	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 3	NDI 2	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3	NDI 3
	EJECUTAR	CONSTRUCCIÓN	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 4	NDI 2	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4
		FIN DE OBRA	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 5	NDI 2	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5
			NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 5	NDI 2	NDI 5	NDI 5	NDI 6	NDI 6	NDI 5	NDI 5
POST INVERSIÓN	HABILITACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OPERACIÓN	NDI 3	NDI 3	NDI 1	NDI 1	NDI 5	NDI 2	NDI 5	NDI 5	NDI 6	NDI 6	NDI 5	NDI 5

Fuente: Talleres Cooperación técnica BID para implementación BIM en proyectos CND Uruguay

5.4. Tipo de Información (TDI):

Los tipos de Información, o TDI, son quince grupos de datos que pueden estar contenidos en las entidades o elementos de los modelos. Estos datos están organizados según la utilización que se le puede dar a la información durante las fases y subfases del ciclo de vida de los proyectos.

Los tipos de información fueron definidos en la Matriz de Elementos/Objetos²² desarrollada por el US Department of Veterans Affairs²³ ordenando las entidades a través del sistema de clasificación de Omniclass. Esta organización ha sido ampliamente utilizada por países como Australia y Chile entre otros.

Se clasifican quince (15) conjuntos de datos que pueden estar contenidos en las entidades de los modelos y por lo tanto pueden ser extraídos de estos según la necesidad de las fases y subfases del ciclo de vida del proyecto, que van desde la información general del proyecto, hasta datos específicos de las distintas entidades que lo conforman.

²² <https://www.cfm.va.gov/til/bim/bimguide/downloads/oemf.xls>

²³ <https://www.cfm.va.gov/til/bim/BIMguide/lifecycle.htm>

Los distintos tipos de información o TDI²⁴, fueron traducidos por Planbim de Corfo para el Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, Planbim de Corfo, (2019), Santiago de Chile y se describen a continuación:

TDI A, Información general del proyecto

Información básica de identificación del proyecto como el tipo de edificio o infraestructura, nombre del proyecto, dirección, requerimientos espaciales y programáticos, entre otros.

TDI B, Propiedades físicas y geométricas

Información de las características y propiedades físicas de las Entidades tales como anchos, largos, altos, área, volumen, masa, etc.

TDI C, Propiedades Geográficas y de localización espacial

Información de las propiedades de ubicación espacial y geográficas de las Entidades, tal como la latitud y longitud para la georreferencia del proyecto, el número y nombre de piso, el número y nombre del espacio o zona y otra información necesaria para el posicionamiento de las Entidades.

TDI D, Requerimientos específicos de información para el fabricante y/o constructor

Información específica para la fabricación y/o construcción, como el tipo de Entidad (muro, pilar, puerta, etc.), su materialidad, nombre de sus componentes - en caso de existir -, identificación del producto, entre otros.

TDI E, Especificaciones técnicas

Información de la especificación técnica de la entidad, como peso de transporte, nivel de ruido, etc. Cualquier Entidad que sea fabricada industrialmente tales como: equipos de aire mobiliario, entre otros.

TDI F, Requerimientos y estimación de costos

Información básica para la estimación del costo total del activo, como, por ejemplo, el costo unitario referencial, costo base de ensamblaje, costo de transporte, entre otros.

TDI G, Requerimientos energéticos

Información de características energéticas de las Entidades, como requerimientos de humedad, valor U, consumo de servicios, low E glazing, entre otros.

TDI H, Estándar sostenible

Información sobre condiciones de sustentabilidad, requerimientos de calidad de iluminación, especificaciones de materiales sustentables y contenido reciclado, entre otros.

TDI I, Condiciones del sitio y Medioambientales

Es información de las características generales del sitio y su entorno tales como, condiciones sísmicas, uso del terreno, de suelo y niveles de riesgo a las personas, entre otras.

TDI J, Validación de cumplimiento de programa

Información clave para realizar una validación del cumplimiento del programa funcional del proyecto, como áreas planificadas, requisitos de áreas vidriadas, volumetría espacial y servicios requeridos, entre otros.

TDI K, Cumplimiento normativo

Información que permita revisar el cumplimiento normativo y los requerimientos de seguridad de los ocupantes del proyecto, como requerimientos de control de fuego, requerimientos de ventilación, anchos de accesos, carga de uso y carga de ocupación, entre otros.

²⁴ Traducción en Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, Planbim de Corfo, (2019), Santiago de Chile, desde Matriz de elemento/objetos US Department of Veterans Affairs

TDI L, Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización

Información que permita revisar fases, secuencias de tiempo y calendarización de áreas o partes de un proyecto, como, fases contempladas, orden de hitos del proyecto y orden de construcción, entre otros.

TDI M, Logística y secuencia de construcción

Información clave para revisar la logística de la construcción y su secuencia, como, por ejemplo, ID del material e ID de instalación, número de serie del componente instalado, entre otros.

TDI N, Entrega para la operación

Información clave para apoyar el funcionamiento de la entrega de la construcción como, por ejemplo, nombre de las empresas o compañías participantes del proyecto, sus contactos, nombre de la disciplina y áreas de trabajo, entre otras

TDI O, Gestión de activos

Información para la gestión del activo como, tipos de productos, tipos de repuestos, fechas de inicio y fin de garantías, entre otros.

6. Entregables BIM

Los entregables de cada contrato serán fijados en los antecedentes del mismo, este documento busca fijar criterios comunes para el desarrollo de los entregables BIM en los contratos públicos.

Para efectos de este TdR se entenderán por “Entregables BIM”, a los documentos, grupos de datos, información, modelos BIM y cualquier otro producto desarrollado, en forma parcial o total con base a la metodología y herramientas BIM, o aquellos necesarios para su desarrollo, y los protocolos y procesos de trabajo BIM establecidos, dentro de los que se entenderán en los siguientes grupos:

- Plan de Ejecución BIM.
- Modelos BIM.
- Documentos.

6.1. Plan de Ejecución BIM (PEB)²⁵

Existe más de una definición sobre la estructura, desarrollo y componentes de los cuales debe hacerse cargo un Plan de Ejecución BIM, es por este motivo y para evitar conflictos e interpretaciones, se ha definido que para efectos de este documento la definición que se utilizará es la desarrollada en el *“Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre Solicitante y proveedores”, realizado por PlanBIM Corfo, publicado en junio 2019, en Santiago de Chile*²⁶.

Para la realización del Plan de Ejecución BIM de Oferta se sugiere utilizar como guía las plantillas encontradas en el Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, PlanBIM de Corfo, 2019. En www.planbim.cl en los anexos del mismo estándar.

Por lo que se entenderá que el Plan de Ejecución BIM, será desarrollado por el Oferente y deberá incorporar los aspectos señalados en el presente documento, y el cual dará cuenta del cómo se realizará la gestión en torno a las temáticas de modelado, manejo de datos e información, definición de roles y responsabilidades para las distintas tareas y actividades del proyecto, indicación de protocolos y estándares a utilizar, el desarrollo de los procesos y procedimientos mediante los cuales se llevará adelante el trabajo, las capacidades de los equipos de trabajo y la infraestructura tecnológica mediante la cual se soportará el desarrollo.

Este plan deberá al menos abordar las siguientes temáticas:

- Definición del proceso de ejecución de los modelos.
- Definición del modelo de gestión de la información del proyecto.
- Detallar los procedimientos de intercambio de información, y sus responsables.
- Detallar la infraestructura tecnológica con la cual se hará cargo para realizar la gestión encomendada.
- Definición de las competencias con que cuenta el personal involucrado, en la cadena de servicios, para el desarrollo del modelado y gestión de la información en las distintas fases del proyecto.

Por tratarse de un plan que esta vinculado a un proceso de contratación existirán dos PEB, uno de Oferta el cual se presentará como parte de los antecedentes de oferta del proveedor a la licitación (en cualquiera de sus modalidades), y deberá ser presentado por todos los oferentes, y otro de Contrato o Definitivo, el cual será desarrollado por el oferente adjudicado.

A continuación, se detallan los alcances de cada uno de ellos.

²⁵ Basado en la definición de BIM Dictionary <https://bimdictionary.com/en/bim-execution-plan/1/>

²⁶ www.planbim.cl

6.1.1. Plan de Ejecución BIM de Oferta²⁷

Para aquellas empresas que oferten, deberán entregar dentro de la Oferta Técnica (sobre A) un **Plan de Ejecución BIM de Oferta** que aborde como mínimo los siguientes puntos:

- *Los objetivos BIM del proyecto.*
- *Usos de BIM a desarrollar.*
- *Métodos de colaboración e información a modelar.*
- *Hitos del contrato, en relación con el programa del proyecto solicitado.*
- *Estrategia y planificación de entrega de modelos BIM y documentos a entregar relacionados.*
- *Empresas y subcontratos participantes del proyecto, identificando sus responsable y actividades en las que participan.*
- *Asignación de roles BIM, juntos con sus responsabilidades con relación a cada uno de los entregables.*
- *Competencias del equipo a cargo de la implementación de BIM, el desarrollo de usos a realizar, su gestión y entregables BIM.*
- *Definición de la infraestructura tecnológica propuesta, definiendo software, hardware y redes a utilizar.*

El **Plan de Ejecución BIM de Oferta** indicará de qué forma se dará cumplimiento a lo solicitado en los documentos del contrato, debiendo asumir además las siguientes consideraciones:

- *El o los Modelos BIM de cada especialidad, son parte integral de la misma, por lo cual el responsable de dicho Modelo será el mismo profesional que está a cargo de la especialidad respectiva, pudiendo este ser asesorado y apoyado por otros profesionales y especialistas, para el desarrollo de la modelación, su actualización y, o mantenimiento de estos y la gestión de información correspondiente.*
- *Las entidades que conforman los modelos deben ser desarrolladas para cada etapa o entregable, como mínimo con el Nivel de Información (NDI, esto debe estar claramente indicado en el **Plan de Ejecución BIM de Oferta**.*
- *Se requerirá que los desarrolladores de los modelos hayan comprobado la calidad y precisión de éstos, antes de compartirlos con los demás usuarios del proyecto.*
- *Aquellos técnicos o profesionales que sean usuarios de modelos deben estar expresamente autorizados para ello. El uso de estos modelos es sólo como referencia, la verificación y confirmación de la información es de responsabilidad de los profesionales a cargo de las especialidades respectivas.*
- *En caso de hallar inconsistencias, falta de información o problema de calidad en los modelos, el usuario deberá notificar de forma inmediata, mediante el canal de comunicación establecido para ello en el **Plan de Ejecución**, al responsable del modelo para que este realice las actualización y adecuaciones necesarias sobre el mismo.*
- *Todos los modelos BIM deberán ser entregados y administrados a través IFC (formato abierto e interoperable) y los archivos nativos de la herramienta BIM utilizada para su desarrollo.*

Para la realización del Plan de Ejecución BIM de Oferta se sugiere utilizar como guía las plantillas encontradas en el Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, PlanBIM de Corfo, 2019. En www.planbim.cl en los anexos del mismo estándar.

6.1.2. Plan de Ejecución BIM de Contrato²⁸

El **Plan de Ejecución BIM (PEB) de Contrato**, basándose en el PEB anterior, si corresponde, este dará más detalles sobre los contenidos desarrollados. El PEB de contrato deberá ser presentado por la contratista en un plazo máximo de 10 días calendario, contados a partir de la firma o perfeccionamiento del contrato y validado por la contratante. Será entregado junto con el Programa de Ejecución de los Trabajos abordando de forma detallada los siguientes aspectos:

a) General:

- Información básica del proyecto

²⁷ Basado en revisión del Estándar BIM para Proyectos Públicos de Chile, sobre el PAS 1192-2:2013, UK.

²⁸ Basado en revisión del Estándar BIM para Proyectos Públicos de Chile, sobre el PAS 1192-2:2013, UK.

- Objetivos de la utilización de BIM en el proyecto
- Usos BIM y su relación con los objetivos del proyecto.
- Descripción de la infraestructura tecnológica y competencias del equipo.
- Empresas, subcontratos y personas involucradas en el proyecto, identificando sus Roles BIM.
- Entregables detallados, indicando sus formatos y su relación con el programa de trabajo del proyecto.
- Propuesta de estrategia de colaboración y la definición de la o las plataformas de colaboración a utilizar.
- Estándares y protocolos para manejar en el proyecto, sobre aspectos tales como, nomenclatura, clasificación, unidades de medidas, coordenadas, estructuración de modelos (niveles, volúmenes, etc.) y otros

b) Administración BIM:

- Roles BIM en términos de capacidades y responsabilidades necesarias para la ejecución del proyecto.
- Hitos referentes al desarrollo del proyecto en términos de BIM y en general relacionados al programa de este.
- Plan de entrega, definiendo qué y cuándo será entregando lo definido en el PEB.
- Plan de usos de la información y datos.
- Sistema de aprobación de la información y los modelos BIM del proyecto.

c) Planificación y documentación:

- Procesos de colaboración e información a incluir en los modelos BIM.
- Definición del proceso de trabajo, determinando el flujo de desarrollo, colaboración, coordinación y gestión del proceso BIM del proyecto para cada fase.
- Matriz de responsabilidades acordada para todos los participantes del proyecto que desarrollen información relacionada a los modelos BIM a entregar.

d) Definición del proceso y estandarización:

- Definición del Origen y orientación del proyecto. (Definición de coordenadas locales o georreferenciadas del proyecto en general)
- Estándar de nomenclatura de nombres de archivos, capas, códigos de disciplinas y códigos para tipologías de documentos, etc.
- Definición de sistema de clasificación de elementos a utilizar.
- Tolerancias de construcción para las distintas disciplinas.
- Definición de bloque de títulos para la entrega de documentación planimétrica.
- Estándar de anotaciones, dimensiones, abreviaturas y símbolos.
- Listado de parámetros de las entidades respetando mínimos definidos en el Anexo Criterios BIM del contrato.

e) Infraestructura de tecnologías de la información a utilizar:

- Softwares a utilizar con sus respectivas versiones.
- Formatos de intercambio de información BIM (IFC, BCF, etc.)
- Ambiente común de datos (CDE)
- Definición de los procesos y sistemas para la gestión de datos e información.
- Sistemas de seguridad de la información.

El **Plan de Ejecución BIM de Contrato** mostrará cómo se dará cumplimiento a aquellos requerimientos en los antecedentes del contrato, teniendo las siguientes consideraciones mínimas:

- *El o los Modelos BIM de cada especialidad, son parte integral de la misma, por lo cual el responsable de dicho Modelo será el mismo profesional que está a cargo de la especialidad respectiva, pudiendo este ser asesorado y apoyado por otros profesionales y especialistas, para el desarrollo de la modelación, su actualización y, o mantenimiento de estos y la gestión de información correspondiente.*

- Las entidades que conforman los modelos deben ser desarrolladas para cada etapa o entregable, como mínimo con el Nivel de Información (NDI, esto debe estar claramente indicado en el **Plan de Ejecución BIM de Oferta**.
- Se requerirá que los desarrolladores de los modelos hayan comprobado la calidad y precisión de éstos, antes de compartirlos con los demás usuarios del proyecto.
- Aquellos técnicos o profesionales que sean usuarios de modelos deben estar expresamente autorizados para ello. El uso de estos modelos es sólo como referencia, la verificación y confirmación de la información es de responsabilidad de los profesionales a cargo de las especialidades respectivas.
- En caso de hallar inconsistencias, falta de información o problema de calidad en los modelos, el usuario deberá notificar de forma inmediata, mediante el canal de comunicación establecido para ello en el **Plan de Ejecución**, al responsable del modelo para que este realice las actualizaciones y adecuaciones necesarias sobre el mismo.
- Todos los modelos BIM deberán ser entregados y administrados a través IFC (formato abierto e interoperable) y los archivos nativos de la herramienta BIM utilizada para su desarrollo.

Para la realización del Plan de Ejecución BIM de Contrato se sugiere utilizar como guía las plantillas encontradas en el Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, PlanBIM de Corfo, 2019. En www.planbim.cl en los anexos del mismo estándar.

6.2. Modelo BIM

“Un Modelo BIM es una representación digital tridimensional (3D) basada en entidades, rica en datos, creada por un participante del proyecto utilizando una herramienta de software BIM”²⁹ en término del siguiente requerimiento, se entenderá que un modelo BIM puede producirse y/o gestionarse durante cualquier etapa de ciclo de vida del proyecto, entendidas desde la fase de iniciativa hasta la operación y mantenimiento.

Para asegurar el correcto modelado se deberá cumplir las consideraciones del **Manual de Entrega de Información BIM o MEI**³⁰ como estándar mínimo de entrega de modelos.

Para garantizar la factibilidad de uso de la información de los modelos BIM solicitados en todo el ciclo de vida del proyecto, estos deben ser entregados en un formato que permita la reutilización de la información incluso fuera del software BIM utilizado para su creación. Por esto se requerirá que los modelos BIM sean entregados en:

- Formato IFC 2x3 (mínimo) el Model View Definition (MVD) correspondiente a la etapa de entrega del proyecto.
- Formato nativo de los softwares BIM de autoría en la versión acordada.
- Esto debe ser explícitamente reforzado como parte del proceso y de los entregables en ambos Planes de Ejecución a entregar.

A continuación, se detallan los Modelos BIM mínimos a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos y los entregables indicados anteriormente. Estos modelos, deberán contar con las entidades, parámetros e información mínima esperados para cada uno de ellos, que se indicarán en los puntos respectivos del Anexo Criterios BIM del contrato respectivo.

6.2.1. Lista de Modelos Requeridos

En un proyecto desarrollado bajo la metodología BIM existen distintos modelos, que pueden ser generados por distintos autores, con distintos objetivos o usos, en diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto. Debido a esto el anexo Criterios Bim define los modelos que se solicitarán en el contrato.

²⁹ Billal Succar. BIM Dictionary, <https://bimdictionary.com/es/bimmodel/1/>

³⁰ Link de descarga, <https://www.bimloket.nl/upload/documents/downloads/BIMbasisILS/BIM%20basis%20ILS%20ESP.pdf>

Los modelos solicitados harán referencia a las especialidades involucradas en los proyectos específicos, a continuación, se muestra un ejemplo de la tala a utilizar:

MODELOS	FASES DE ESTADO DE PROYECTO						
	ANTE PROYECTO	PRE-ENTREGA	ENTREGA DEFINITIVA	INICIO DE OBRA	OBRA	TERMINO DE OBRA	ENTREGA
1. DE SITIO							
2. ARQUITECTURA							
3. ESTRUCTURA							
4. INSTALACIÓN HIDRO-SANITARIA							
5. COORDINACIÓN							
6. AS-BUILT							

Fuente: Talleres Cooperación técnica BID para implementación BIM en proyectos CND Uruguay

6.2.2. Organización de los Modelos

Para lograr el correcto flujo de información en el desarrollo del proyecto es necesario compartir información de forma estructurada. Los modelos son un elemento clave para que esto ocurra, por lo que deben cumplir con una serie de requisitos y estándares mínimos para asegurar que la información esté disponible de forma más certera y eficiente posible y con ello disminuir o evitar las pérdidas de tiempo y de retrabajo en el proceso.

Para lo cual los modelos deberán cumplir lo indicado en el Manual de Entrega de Información BIM o MEI³¹, este Manual es una guía básica para la entrega de la información y datos vinculados a un modelo, mediante 8 puntos enfocados en la estructuración y otros 4 enfocados en compartir y extraer información, el manual o MEI, permite asegurar la calidad de la información.

Junto con ello la Empresa Adjudicada deberá presentar dentro de su plan de ejecución lo siguiente:

- Cómo se llevará adelante la estructuración de modelos.
- Definición del sistema de Codificación, nomenclaturas y Colores.
- Definir sistemas de Clasificación internacional a utilizar.

Para ello se sugiere utilizar como guía lo indicado en el Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores, PlanBIM de Corfo, 2019. En www.planbim.cl/documents.

6.2.3. Entidades de los modelos

Los modelos BIM se conforman a través de diferentes componentes y/o Entidades. Para lograr dar claridad cuáles son las Entidades necesarias por contener en los modelos, por lo que se desarrolló una tabla para definir dicho requerimiento.

31 Link de descarga, <https://www.bimloket.nl/upload/documents/downloads/BIMbasisILS/BIM%20basis%20ILS%20ESP.pdf>

A modo de ejemplo y solo como ejemplo se muestra el **siguiente cuadro** cuales serían los componentes mínimos que se esperan dentro de cada modelo BIM:

ENTIDADES	MODELOS					
	01 SITIO	02 ARQ	03 ELEC	04 MECA	05 COORD	06 AS-BUILT
PROYECTO						
EDIFICIO						
TERRENO						
E. CIVILES						
E. GEOGRAFICOS						
FUNDACIONES						
ZONAS						
ESPACIOS						
COLUMNAS						
VIGAS						
LOSAS - CONTRAPISO						
MUROS						
MUROS CURVILINEALES						
VENTANAS						
PUERTAS						
CUBIERTA-TECHUMBRE						
CIELO FALSOS ACABADOS						
SISTEMAS DE CIRCULACIÓN						
ESCALERAS						
RAMPAS						
EQUIPO O INSTALACIÓN SANITARIA						
EQUIPOS DE ILUMINACIÓN						
MUEBLE						
SISTEMA DE MUEBLES						
EQUIPOS MEP						
CONTROLADORES						
DISTRIBUCIÓN Y TUBERIAS MEP						

Fuente: Talleres Cooperación técnica BID para implementación BIM en proyectos CND Uruguay

7. Definiciones

Para los propósitos del presente documento, se aplican las siguientes definiciones:

Activo

Edificación o infraestructura una vez construida.

Actor

Organización, unidad organizacional o persona involucrada en uno o más procesos del ciclo de vida del Proyecto.³²

Building Information Modelling (BIM)

Conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual.³³

Ciclo de vida

Conjunto de etapas o fases que por las que atraviesa una edificación o infraestructura desde la idea y definición de sus requerimientos hasta el fin de su uso.³⁴

COBie (Construction Operations Building information Exchange)

Estándar internacional que “define las expectativas para el intercambio de información a lo largo del ciclo de vida de una edificación o infraestructura.”

Estados de Avance de la Información de los Modelos (EAIM)

Distintos grados consecutivos de desarrollo del proyecto.

Entidad

“Entidad virtual que representa un objeto físico o abstracto de construcción”³⁵.

Entorno de Datos Compartidos (CDE, por sus siglas en inglés)

Fuente única de información para recopilar, gestionar y difundir documentos y modelos para equipos multidisciplinares, a través de un proceso estandarizado. Un CDE generalmente contiene un sistema de gestión documental que facilita la transferencia de información entre los participantes de un proyecto.³⁶

Entregable BIM

Documentos e información necesaria para la obtención de Modelos BIM, así como todos los productos resultantes del uso de herramientas y flujos de trabajo BIM.

IFC (Industry Foundation Class)

Esquema de base de datos ampliable que representa información de la construcción para el intercambio entre distintos softwares para arquitectura, ingeniería y construcción.

Interoperabilidad

Capacidad de un producto o sistema para trabajar con otros productos o sistemas, [...] existentes o futuros, sin restricción de acceso o implementación”³⁷.

Manual de entrega de información BIM (MEI)

Guía de doce pasos a realizar en los modelos BIM, que permiten compartir e intercambiar información de manera estructurada durante todo el ciclo de vida de la edificaciones e infraestructuras, considerando la utilización de estándares openBIM.³⁸

³² Basado en ISO19650-1:2018; 3.2, modificada.

³³ Basado en la definición de Billal Succar, <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1/>

³⁴ Basado en ISO19650-1.2:2018; 3.2.29, modificada.

³⁵ BS 1192-4:2014. Collaborative production of information - Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie - Code of practice (The British Standard Institution, 2014),

³⁶ Basado en la definición de Billal Succar, <https://bimdictionary.com/en/common-data-environment/1/>

³⁷ Asociación Francófona de Usuarios de Software Libre AFUL <https://aful.org/gdt/interop>

³⁸ BIM Locket. <https://www.bimloket.nl/BIMbasicIDM>

Nivel de Información (NDI)

Grados de profundidad que puede tener tanto la geometría como la información no geométrica contenida en las entidades de los modelos BIM, según el Estado de Avance de la Información de los Modelos en que se requiera.

Oferente

Proveedor de trabajos, bienes o servicios.³⁹ El oferente puede ser un contratista o consultor. Según el tipo de proyecto puede existir más de un oferente.

openBIM

"Enfoque universal para el diseño, la ejecución y la operación de edificios basados en estándares y flujos de trabajo abiertos. openBIM es una iniciativa de buildingSMART y de varios proveedores de software líderes que utilizan el modelo de datos abierto de buildingSMART"⁴⁰

Plan de ejecución BIM (PEB)

Documento que define cómo se llevarán a cabo los aspectos de modelado de información de un proyecto, aclarando los roles y responsabilidades, estándares a aplicar y los procedimientos a seguir.

Rol BIM

Función que se ejerce en alguna etapa del desarrollo y operación de un proyecto de edificación o infraestructura, en base a capacidades BIM que se suman a las capacidades no referidas a BIM.

Solicitante

Actor responsable de iniciar un proyecto y/o aprobar las entregas.⁴¹

Solicitud de Información BIM (SDI)

Documento que define por qué y para qué se utilizará BIM en un proyecto. Una Solicitud de Información BIM puede ser denominada de diversas formas según la organización, por ejemplo, Término de Referencia BIM, bases administrativas, anexo, entre otras.

Tipo de Información BIM (TDI)

Grupo de datos que pueden estar contenidos en los modelos.

Uso BIM

"Método de aplicación de BIM durante el ciclo de vida de una edificación o infraestructura para alcanzar uno o más objetivos específicos"⁴².

De forma complementaria también aplicará, en aquellos términos que no se opongan a los del presente documento, el glosario desarrollado por el Grupo de Trabajo de Estandarización y Normativa de BIM Forum Uruguay, que se encuentra en Anexo Glosario Bim Forum Uruguay

³⁹ Basado en ISO19650-1.2:2018; 3.5

⁴⁰ buildingSMART, <https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/>

⁴¹ 24 Basado en ISO19650-1.2:2018; 3.11, modificada.

⁴² Ralph G. Kreider and John I. Messner. The uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses, Versión 0.9. (The Pennsylvania State University, 2013), 6.

8. Bibliografía

MOP, Plan BIM (2018), Términos de Referencia BIM MOP

MOP, Plan BIM (2018), Anexos para TdR BIM MOP

BID, E. Campos, N. Tala (2019), Anexo 5 Criterios de gestión BIM, Hospital de 3° nivel, Bolivia

Autodesk | 3D Design, Engineering & Entertainment Software. (2018). Autodesk.com. Retrieved 4 March 2018, from <https://www.autodesk.com/>

Bentley - Infrastructure and Engineering Software and Solutions. (2018). Bentley.com. Retrieved 4 March 2018, from <https://www.bentley.com>

BIM & CAD software for architects, interior designers & urban planners. (2018). Graphisoft.com. Retrieved 4 March 2018, from <http://www.graphisoft.com>

BIM Forum. (2013). *LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION 2013* (p. todas). Jan Reinhardt. Retrieved from <http://bimforum.org/NDI/>

BIM Loket - Homepagina. (2018). [Bimloket.nl](http://bimloket.nl). Retrieved 4 March 2018, from <http://www.bimloket.nl/>

BIM Uses. (2018). [Bim.psu.edu](http://bim.psu.edu). Retrieved 4 March 2018, from <http://bim.psu.edu/uses/>

Briones, C. (2017). *Brechas y desafíos para la educación de BIM en Chile*. Presentation, Centro Cultural La Moneda.

Eastman, C. *BIM Handbook*.

Planbim de Corfo, (2019), *Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores*, Santiago de Chile

Holzer, D. *The BIM manager's handbook* (p. Todas).

Inicio - Planbim de Corfo. (2018). [Planbim de Corfo](http://Planbim.de.Corfo.cl/). Retrieved 4 March 2018, from [http://Planbim de Corfo.cl/](http://Planbim.de.Corfo.cl/)

Jernigan, F. (2008). *Big BIM, little bim*. Salisbury, MD: 4Site Press.

McGraw Hill Construction. (2014). *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*. Bedford.

Mordue, S., Swaddle, P., & Philp, D. *Building information modeling for dummies*.

National Institute of BUILDING SCIENCES. (2018). *National BIM Standard - United States® Version 3* (p. todas). Washington, DC.

NATSPEC BIM - Home. (2018). [Bim.natspec.org](http://bim.natspec.org). Retrieved 4 March 2018, from <https://bim.natspec.org/>

PGM. (2018). *Proyecto Diagnóstico de Formación de Capital Humano en BIM* (p. Todas). Santiago de Chile: Carolina Soto Ogueta. Retrieved from [http://Planbim de Corfo.cl/wp-content/uploads/2018/01/informe-pmg.pdf](http://Planbim.de.Corfo.cl/wp-content/uploads/2018/01/informe-pmg.pdf)

Planbim de Corfo. (2018). *Roles BIM* (p. Todas). Santiago de Chile. Retrieved from [http://Planbim de Corfo.cl/wp-content/uploads/2017/11/documento-roles-bim-nov2017.pdf](http://Planbim.de.Corfo.cl/wp-content/uploads/2017/11/documento-roles-bim-nov2017.pdf)

Planbim de Corfo. (2018). *Estándar BIM para proyectos Públicos* (p. Todas). Santiago de Chile. Retrieved from [http://Planbim de Corfo.cl/wp-content/uploads/2017/11/documento-roles-bim-nov2017.pdf](http://Planbim.de.Corfo.cl/wp-content/uploads/2017/11/documento-roles-bim-nov2017.pdf)

Soto, C. (2016). *SEMINARIO BIM ESTRATEGIA PÚBLICA AL 2020*. Presentación, Auditorio Corfo.

Soto, C. (2017). *Plan BIM Avances 2017 - Proyección 2018*. Presentación, Centro Cultural La Moneda.

Succar, B. (2017). *the need for an integrated BIM learning framework*. Presentation, Centro Cultural La Moneda.

Succar, B. (2018). *BIM Dictionary*. *Bimdictionary.com*. Retrieved 4 March 2018, from <https://bimdictionary.com/>

The American Institute of Architects. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide* (p. Todas). Retrieved from https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf

The British Standards Institution 2013. (2013). *PAS 1192-2:2013*. Londres.

The Computer Integrated Construction Research Group The Pennsylvania State University. (2010). *Building Information Modeling Project Execution Planning Guide ©2010* (p. Todas). Pennsylvania. Retrieved from <http://bim.psu.edu/Project/resources/contactinfo.aspx>

The Pennsylvania State University. (2013). *The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses* (p. Todas). Pennsylvania. Retrieved from <http://bim.psu.edu>