



Transporte



Gobierno de
Colombia

DOCUMENTO TÉCNICO GUÍA DE USOS



BIM
ESTRATEGIA NACIONAL

ISBN 978-628-96746-0-6

María Constanza García Alicastro
Ministra de Transporte

Jorge Ramírez Hernández
Viceministro de Infraestructura

Martha Constanza Coronado Fajardo
Directora General UPIT

Sandra Milena Rueda Ochoa
Subdirectora de Formulación y Evaluación UPIT

Alexander López Maya
Director General DNP

Mario Alejandro Valencia Barrera
Subdirector General de Prospectiva y Desarrollo Nacional DNP

Nicolás Rincón Munar
Director de Infraestructura y Energía Sostenible DNP

Juan Carlos Montenegro Arjona
Director General INVIAS

Mauricio Hernán Céspedes Solano
Director Técnico y de Estructuración INVIAS

Francisco Ospina Ramírez
Presidente ANI

Luis Eduardo Acosta Medina
Vicepresidente de Estructuración ANI

Sergio París Mendoza
Director General AEROCIVIL

Edgar Iván Cano Monroy
Jefe de la Oficina de Gestión de Proyectos AEROCIVIL

Luis Felipe Lota
Director Región Metropolitana Bogotá - Cundinamarca

Orlando Santiago Cely
Gerente General Empresa Férrea Regional

Pedro Orlando Molano Pérez
Director General IDU

José Javier Suárez Bernal
Subdirector General de Desarrollo Urbano IDU

José Leonidas Narváez Morales
Gerente General METRO DE BOGOTÁ

Grace Quintana Ortega
Jefe de la Oficina de Tecnología y Sistemas de Información METRO DE BOGOTÁ

GRUPO DE TRABAJO 2023

Elizabeth Marín Ospina
Ministerio de Transporte

Noretys Salcedo Fandiño
Luisa Fernanda Rodríguez
Gustavo Adolfo Hernández
UPIT

Nataly Neira Ceballos
DNP

Julián Camilo Ramírez Rivera
Juan Carlos Gómez Roldán
INVIAS

Germán David Currea
Jaime Andrés Niño Muñoz
Milton Fidel Carabuena Mendoza
ANI

Edgar Camilo Marín
Libardo Silva Morales
AEROCIVIL

Andrea Johanna Álvarez
Henry Eduardo Ramírez
Juan Sebastián Morales
IDU

Julián Enrique Gómez Carreño
METRO DE BOGOTÁ

Coordinación editorial y corrección de textos:
Guillermo Antonio Camacho Cabrera, MSc
Dirección General - Comunicaciones UPIT

Diseño y diagramación:
Diana Carolina Pedreros Rojas
Dirección General - Comunicaciones UPIT

Fotografías:
Ministerio de Transporte

Edición:
UPIT

Contacto:
bim.transporte@upit.gov.co

Bogotá D.C., diciembre de 2024

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	6
Ciclo de vida de un proyecto de infraestructura de transporte	
CAPÍTULO II	10
Requerimientos de información	
CAPÍTULO III	12
Interpretación y clasificación de los usos BIM	
CAPÍTULO IV	14
Usos BIM	
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	25

GLOSARIO

— **BEP (BIM EXECUTION PLAN)**

Plan en el que se describe cómo el equipo de entregas se ocupará de los aspectos de la gestión de la información de la designación. (Numeral 3.1.3 NTC-ISO 19650 2:2021).

— **BIM**

El modelado de información para la construcción (**BIM**: *building information modeling*, por sus siglas en inglés), se define por la **NTC-ISO 19650-1:2021** como el “*uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones*”. Con base en esta definición, es necesario precisar que una representación digital consiste en un modelo inteligente que genera datos con los cuales es posible gestionar el activo durante todo su ciclo de vida a través de una plataforma en la nube que facilite su visualización.

— **CDE**

El entorno común de datos (**CDE**: *common data environment*, por sus siglas en inglés) se define por la **NTC-ISO 19650-1:2021** como la “*fuentes de información acordada para cualquier proyecto o activo, para recopilar, gestionar y difundir cada contenedor de información a través de un proceso gestionado*”. El **CDE** es el eje de la integración y del trabajo colaborativo, que es la base de la aplicación de la metodología.

La solución de **CDE** contendrá la totalidad de la información del proyecto; es decir, la documentación contractual, técnica y los modelos generados (tanto segregados como federados, que agrupan la información de varias disciplinas), además de espacios para generar la coordinación y gestión de interferencias, garantizando la calidad y la seguridad de la información.

— **CONTRATISTA / PARTE DESIGNADA**

Proveedor de información relacionada con obras, bienes o servicios (Numeral 3.2.3 NTC-ISO 19650 1:2021).

— **ENTIDAD / PARTE QUE DESIGNA**

Receptor de información relacionada con obras, bienes o servicios por la parte designada. (Numeral 3.2.4 NTC-ISO 19650 1:2021).

— **PROYECTOS DE MANTENIMIENTO**

Son aquellos cuyo objetivo es mantener las condiciones de la infraestructura de transporte con el mismo nivel de servicio para el que fue diseñada y construida.

— **PROYECTOS DE REHABILITACIÓN**

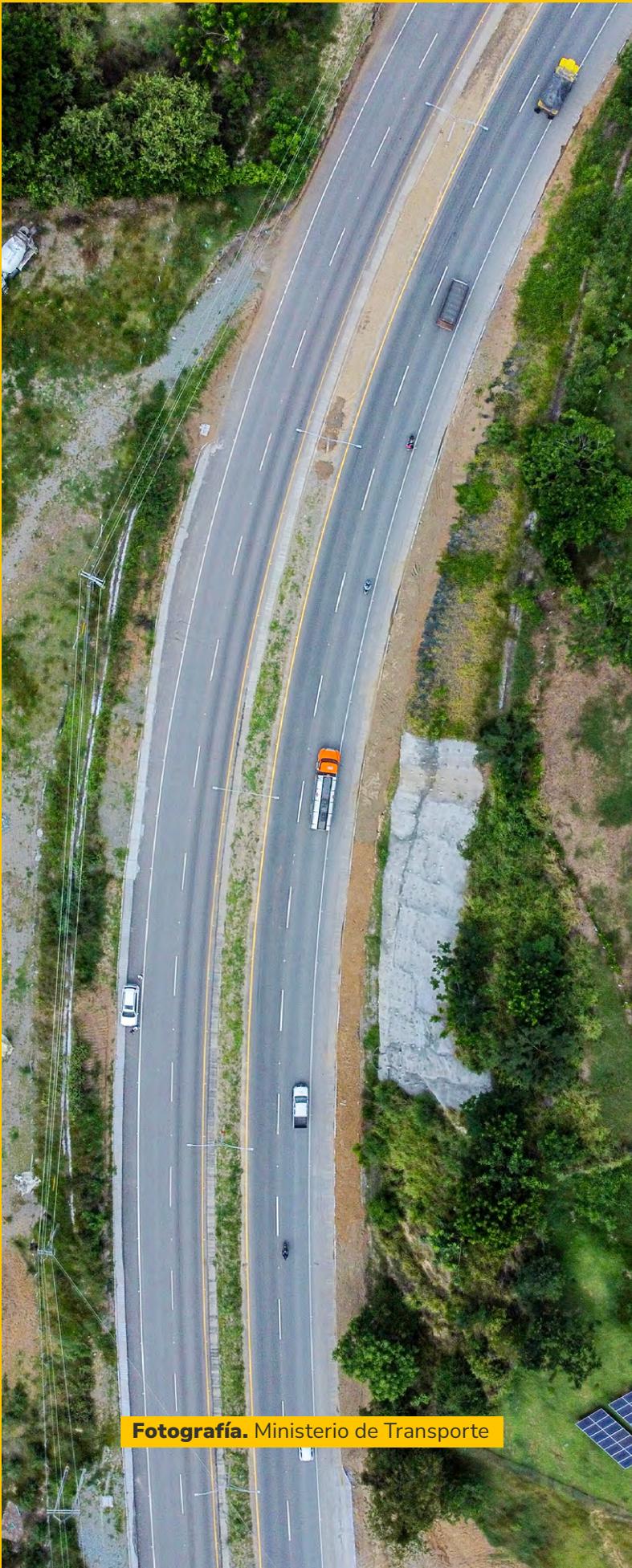
Son aquellos destinados a la reconstrucción de infraestructura de transporte existente cuya condición de operación ha sufrido deterioro y por tanto su nivel de servicio es inferior al nivel para el cual fue diseñado y construido el proyecto.

— **MANTENIMIENTO PERIÓDICO**

Conjunto de las actividades a ejecutar en la infraestructura de transporte con el fin de mantener las condiciones óptimas para la transitabilidad.

— **EIR**

Según la **NTC-ISO 19650-1:2021**, el anexo Técnico o *Exchange Information Requirements* describe los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información del proyecto. Los aspectos de gestión y comerciales deberían incluir el estándar de información y los métodos y procedimientos de producción que implementará el equipo de desarrollo.



Fotografía. Ministerio de Transporte

INTRODUCCIÓN

El modelado de información para la construcción (**BIM**: *Building Information Modeling*, por sus siglas en inglés), se define por la **NTC-ISO 19650-1:2021** como el **“uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones”**. Con base en esta definición, es necesario precisar que una representación digital consiste en un modelo inteligente que genera datos con los cuales es posible gestionar el activo durante todo su ciclo de vida a través de una plataforma en la nube que facilite su visualización.

En el caso de proyectos de infraestructura, el uso de **BIM** puede tener un impacto significativo en la eficiencia y calidad de la construcción, así como en la operación y mantenimiento de un activo una vez que esté en funcionamiento.

Uno de los beneficios del uso de BIM en proyectos de infraestructura es la capacidad de crear modelos detallados. Estos modelos pueden ser utilizados por los arquitectos, ingenieros, contratistas y otros profesionales involucrados en el proyecto para visualizar y analizar el diseño en un entorno digital, lo que puede ayudar a identificar y solucionar problemas antes de la construcción, optimizando tiempos y reduciendo sobrecostos.

El documento *The Use of BIM* de la Universidad de Pensilvania establece una clasificación los usos **BIM** con base en su propósito y objetivo. Un propósito de los usos **BIM** es el objetivo específico que se debe lograr al aplicar **BIM** durante el ciclo de vida de una construcción; es por ello que **con esta guía se pretende identificar los usos BIM que deben ser utilizados en un proceso de modelación de acuerdo a la fase del proyecto para el sector transporte colombiano.**

CAPÍTULO I

CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

INICIO, PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN, CONTROL Y CIERRE

De acuerdo con la Ley 1682 de 2013, se deben tener en cuenta las siguientes etapas en la preparación de estudios para la ejecución de proyectos de infraestructura de transporte.

PASOS ESENCIALES PARA COMPLETAR PROYECTOS EXITOSOS

FASE 1

PREFACTIBILIDAD

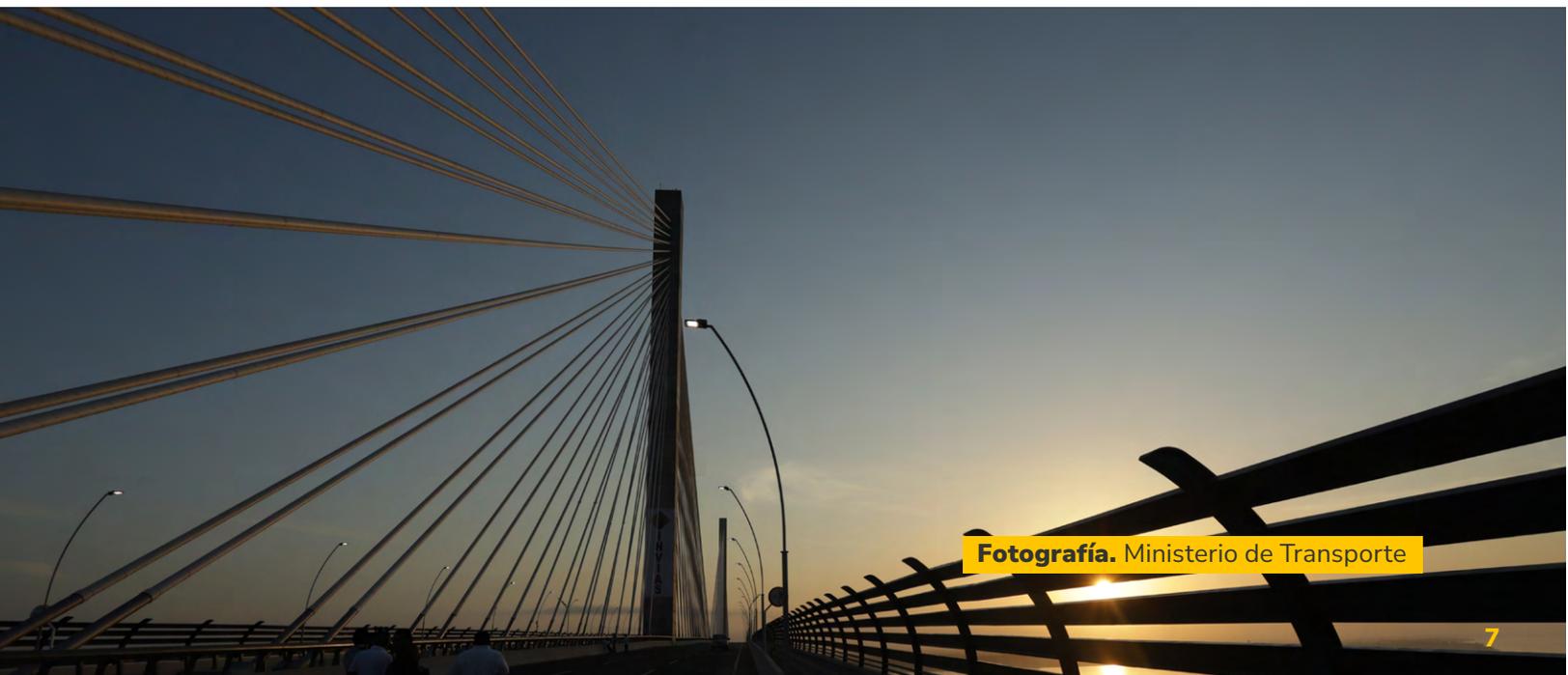
Es la fase en la cual se debe realizar el prediseño aproximado del proyecto, presentando alternativas y realizar la evaluación económica preliminar recurriendo a costos obtenidos en proyectos con condiciones similares, utilizando modelos de simulación debidamente aprobados por las entidades solicitantes (Art. 12, Ley 1682 de 2013).

El objetivo de esta fase es **surtir el proceso para establecer la alternativa de trazado** que a este nivel satisface en mayor medida los requisitos técnicos y financieros del proyecto.

FASE 2

FACTIBILIDAD

Es la fase en la cual se debe **diseñar el proyecto y efectuar la evaluación económica final, mediante la simulación con el modelo aprobado por las entidades contratantes**. Tiene por finalidad establecer si el proyecto es factible para su ejecución, considerando todos sus aspectos. En esta fase se identifican las redes, infraestructuras y activos existentes, las comunidades étnicas y el patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico que puedan impactar el proyecto, así como títulos mineros en procesos de adjudicación, otorgados, existentes y en explotación.



Fotografía. Ministerio de Transporte

FASE 3

ESTUDIOS Y DISEÑOS Y DEFINITIVOS

Es la fase en la cual se deben **elaborar los diseños detallados, tanto geométricos como de todas las estructuras y obras que se requieran, de tal forma que un constructor pueda materializar el proyecto.**

El objetivo de esta fase es **materializar en campo el proyecto definitivo y diseñar todos sus componentes** de tal manera que se pueda dar inicio a su construcción.

Es decir, el objetivo principal de esta fase es concretar y especificar, a través de los modelos específicos, todas las ideas, conceptos, componentes técnicos desarrollados para el proyecto definitivo, de tal manera que se dé la descripción completa de la información necesaria para la construcción.

FASE 4

CONSTRUCCIÓN (O DE MATERIALIZACIÓN DEL ACTIVO)

Son aquellas obras que incluyen el **levantamiento o armado de algún tipo de infraestructura de transporte.**

FASE 5

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

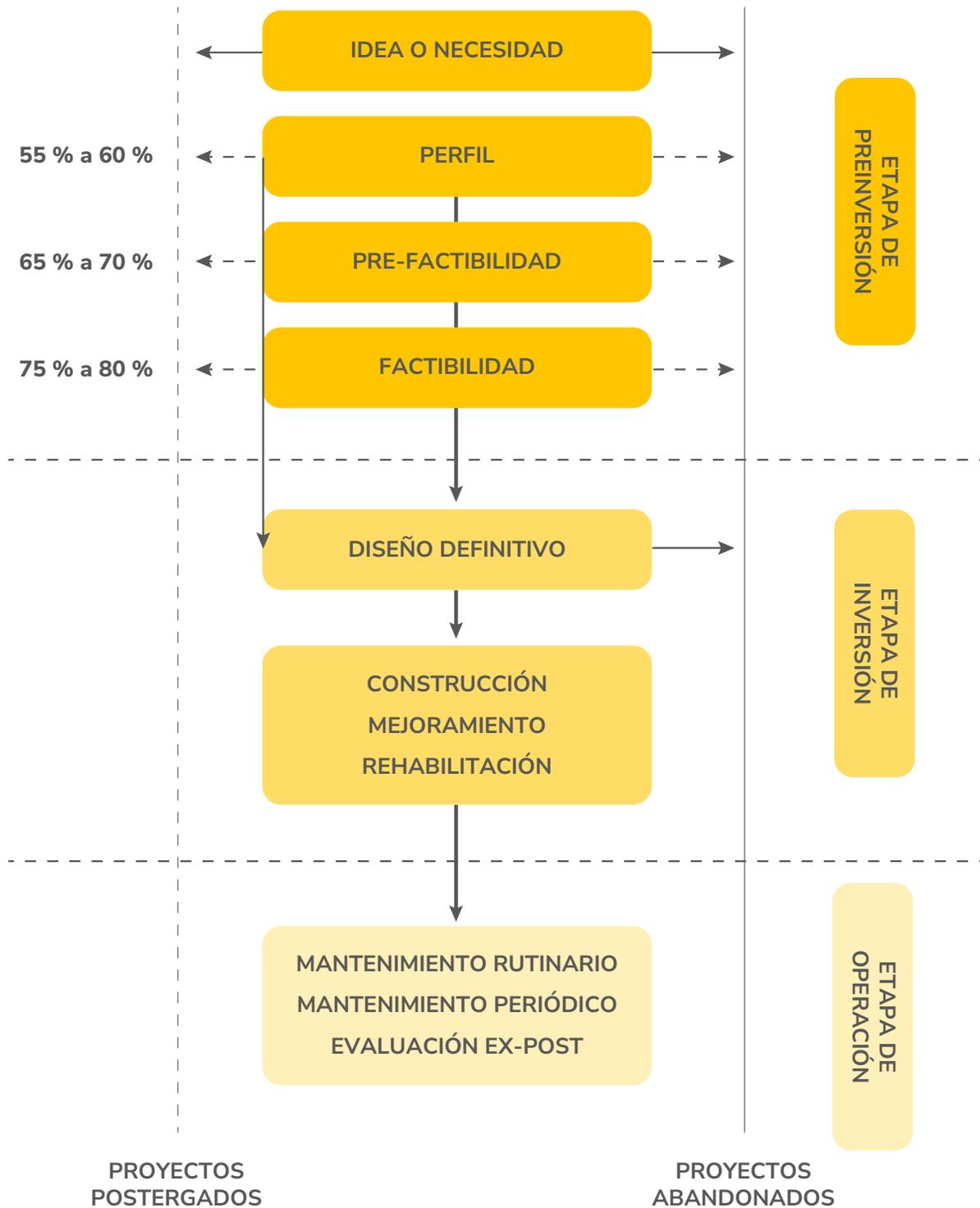
Comprende la **realización de actividades de conservación a intervalos variables, destinados primordialmente a prevenir o recuperar los deterioros** ocasionados por el uso o por fenómenos naturales o agentes externos.

De acuerdo con lo anterior, un proyecto **inicia desde el momento en que se identifica el problema o la necesidad**, la cual debe ser solucionada alcanzando los objetivos esperados.



Fotografía. Ministerio de Transporte

Las diferentes etapas referidas anteriormente por las que debe pasar el proyecto es lo que se denomina ciclo de vida o de maduración del proyecto, el cual se ilustra a continuación:



Gráfica 1. Ciclo de maduración de un proyecto de infraestructura de transporte
 Fuente. INVIAS

CAPÍTULO II

REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN

REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

En este aparte se definen y describen los requerimientos BIM que dan cumplimiento a los objetivos del proyecto, los estándares BIM aplicables y demás requerimientos de información del proyecto.

El Contratista / Parte designada / Adjudicatario principal (según sea la parte) deberá realizar bajo BIM, dentro del alcance del contrato y en cada una de las fases establecidas, la creación, elaboración, modelación, actualización, modificación o maduración de la representación digital del proyecto, gestionando la información gráfica, no gráfica y documental que permita de forma interoperable y colaborativa en un espacio virtual (**CDE**), representar y extraer de él, la información necesaria para cumplir con los entregables y/o usos y/u obligaciones y/o requerimientos establecidos en los documentos del proceso.

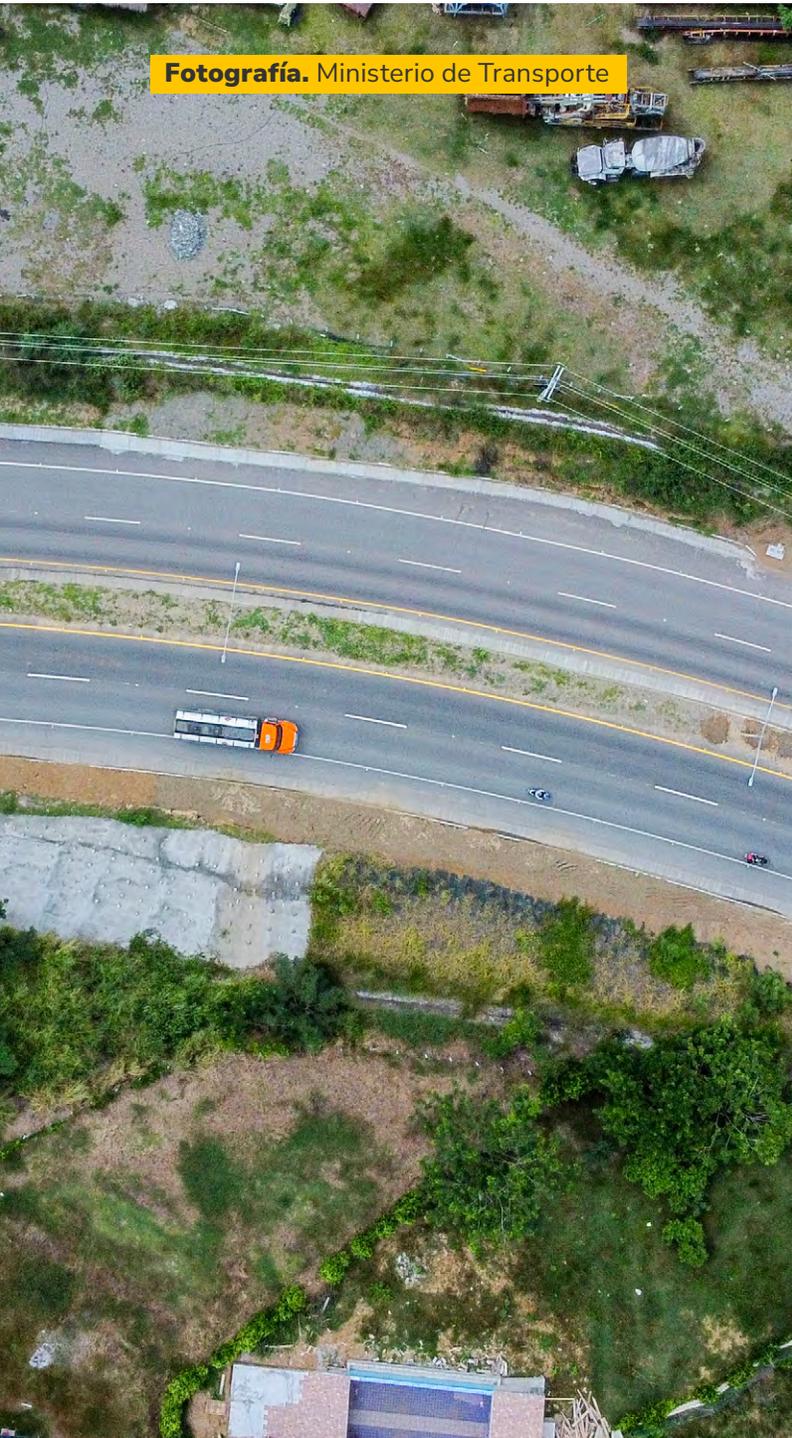
El Contratista / Parte designada / Adjudicatario principal deberá definir el **CDE** en el **BEP (BIM Execution Plan)**. La información producida y contenida en la representación digital y en el espacio virtual o entorno común de datos (**CDE**), cumplirá con el nivel de información solicitada de ingeniería o demás establecidos para la gestión de un activo durante su ciclo de vida.



Fotografía. Ministerio de Transporte

CAPÍTULO III

INTERPRETACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS USOS BIM



Fotografía. Ministerio de Transporte

EN LAS ÁREAS Y TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Los usos BIM corresponden a los objetivos esperados para cumplir con los requerimientos en cada una de las fases o etapas del proyecto. El Contratista / Parte Designada / Adjudicatario principal, deberá aclarar el alcance técnico, entregables, y documento técnico de referencia para los usos aplicados al proyecto según la fase definida en cada uno de los volúmenes para cumplir los objetivos y metas descritos en el anexo técnico (EIR).

En BIM el desarrollo de infraestructura es aplicable mediante los siguientes usos:

- Usos Básicos
- Usos de Planeación
- Usos de Construcción
- Usos de Operación
- Usos de Análisis

CAPÍTULO IV

USOS BIM

PROYECTOS DE PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD, FASE I Y FASE II

USOS BÁSICOS



AUTORÍA DE DISEÑO / MODELO DE DISEÑO

En este proceso se desarrolla un modelo tridimensional de información del proyecto basado en los criterios de diseño del proyecto. Los modelos se subdividen por disciplina, funcionalidad y ubicación.



REVISIÓN DE LOS MODELOS DE DISEÑO

Las partes interesadas analizan un modelo 3D y proporcionan sus mejoras para validar múltiples aspectos del diseño. Mejora la coordinación entre los agentes implicados y la comunicación con la Entidad / Parte que designa / Adjudicador. Una vez evaluadas las diferentes alternativas se hará la revisión de diseño de la más óptima. Para la etapa de prefactibilidad este uso es opcional.



ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS (5D)

En este proceso se organiza la información para extraer las mediciones a través de tablas. Se incorporan los costos unitarios vinculados a los objetos del modelo.



PLANEACIÓN DE FASES (4D)

Se añade la variable tiempo a los objetos del modelo para planificar eficazmente el proyecto. Se les pueden asignar a los objetos un parámetro asociado a una fase constructiva. Para la etapa de prefactibilidad este uso es opcional.



ANÁLISIS DE CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UBICACIÓN

Se evalúan las condiciones óptimas de ubicación del proyecto mediante aplicaciones **BIM** o **GIS**.



CAPTURA DE CONDICIONES EXISTENTES

Se genera un modelo digital del terreno en las condiciones existentes del entorno (terreno, edificaciones, viales, aceras, etc.).



COORDINACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO (3D)

El software de detección de choques analiza los modelos durante el proceso de coordinación para determinar conflictos en obra mediante la comparación de modelos 3D de sistemas de ingeniería. El objetivo de la detección de conflictos es eliminar los principales interferencias del sistema antes de la construcción. Para la etapa de prefactibilidad este uso es opcional.

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE INGENIERÍA



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO GEOTÉCNICO

El software específico utiliza el modelo **BIM** para realizar el estudio geotécnico de la manera más eficaz, basado en las especificaciones de diseño, sondeos, campañas geotécnicas, estratos. Para la etapa de prefactibilidad este uso es opcional.

USOS DE ANÁLISIS



VALIDACIÓN DE NORMATIVA

En este proceso se revisan los parámetros que deben ser acatados en relación a las normas, manuales y códigos técnicos, para lo cual es posible la utilización de herramientas software que pueden o no automatizar esta tarea.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ESTRUCTURAL

El software de cálculo estructural utiliza el modelo **BIM** para determinar el comportamiento de un sistema estructural dado.



APLICACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL

Los modelos sirven para la utilización de tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada para un mejor entendimiento del proyecto haciendo uso de técnicas de inmersión y percepción de los sentidos.

OPCIONAL



SIMULACIÓN DE PERSONAS, VEHÍCULOS Y/O EQUIPOS

Con el uso de herramientas digitales se logra la simulación de personas, vehículos, equipos o la interacción de estos tres sobre el modelo general del proyecto, con lo cual se obtendrán simulaciones de tráfico, de flujos o de usos de la infraestructura por parte de los diferentes actores que servirán de soporte de análisis de capacidad, de seguridad vial, condiciones logísticas, entre otras. Los anteriores análisis serán soporte de las alternativas seleccionadas y servirán de insumo para redefinir las soluciones aplicables.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE SUSTENTABILIDAD

Es posible evaluar el proyecto con el uso de modelos de las diferentes disciplinas del proyecto, articuladas a un solo modelo entregable y analizando la información. Se podrá realizar análisis de sostenibilidad ambiental y verificar el cumplimiento de obligaciones ambientales producto de los lineamientos de las autoridades competentes.

PROYECTOS DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FASE III

USOS BÁSICOS



AUTORÍA DE DISEÑO / MODELO DE DISEÑO

En este proceso se desarrolla un modelo tridimensional de información del proyecto basado en los criterios de diseño definidos. Los modelos se subdividen por disciplina, funcionalidad y ubicación.



COORDINACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO (3D)

El software de detección de choques analiza los modelos durante el proceso de coordinación para determinar conflictos en obra mediante la comparación de modelos 3D de sistemas de ingeniería. El objetivo de la detección de conflictos es eliminar los principales interferencias del sistema antes de la construcción.



REVISIÓN DE LOS MODELOS DE DISEÑO

Las partes interesadas analizan un modelo 3D y proporcionan sus mejoras para validar múltiples aspectos del diseño. Mejora la coordinación entre los agentes implicados y la comunicación con la Entidad / Parte que designa / Adjudicador. Una vez evaluadas las diferentes alternativas se hará la revisión de diseño de la más óptima.



ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS (5D)

La información se organiza para extraer las mediciones a través de tablas y se incorporan los costos unitarios vinculados a los objetos del modelo.



PLANEACIÓN DE FASES (4D)

Se añade la variable tiempo a los objetos del modelo para planificar el proyecto eficazmente. Se les pueden asignar a los objetos un parámetro asociado a una fase constructiva.



CAPTURA DE CONDICIONES EXISTENTES

Se genera un modelo digital del terreno en las condiciones existentes del entorno (terreno, edificaciones, viales, aceras, etc.).

USOS DE PLANEACIÓN



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ESTRUCTURAL

El software de cálculo estructural utiliza el modelo BIM para determinar el comportamiento de un sistema estructural dado.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE ILUMINACIÓN

Revisión cuantitativa y estética de las condiciones de iluminación dentro de un espacio o sobre una superficie o serie de superficies; esta puede incluir análisis de iluminación natural o análisis de iluminación artificial (interior o exterior).



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El software de análisis energético utiliza el modelo **BIM** para realizar evaluaciones energéticas para el proyecto. El objetivo principal es optimizar el diseño propuesto para reducir los costos del ciclo de vida.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO HIDRÁULICO

En este proceso el software específico utiliza el modelo **BIM** para evaluar la red de acueducto y red sanitaria más eficaz basada en las especificaciones de diseño de las instalaciones de abastecimiento de agua, evacuación de aguas pluviales y sanitarias.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO MECÁNICO

El software de análisis **HVAC** utiliza el modelo **BIM** para determinar el método de ingeniería más eficaz basado en las especificaciones de diseño en las instalaciones de aire acondicionado, ventilación y calefacción.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE TUBERÍAS

En este proceso el software específico utiliza el modelo **BIM** para evaluar la red de tuberías más eficaz basada en las especificaciones de diseño.

ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE INGENIERÍA



CÁLCULO DE DRENAJE OBRAS LINEALES

El software específico utiliza el modelo **BIM** para evaluar la red de drenaje de una obra lineal de la manera más eficaz basada en las especificaciones de diseño. El drenaje longitudinal, el drenaje transversal y las caudales de las cuencas.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ELÉCTRICO

El software de cálculo eléctrico utiliza el modelo **BIM** para evaluar la red eléctrica más eficaz basada en las especificaciones de diseño y en la legislación vigente.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO GEOTÉCNICO

El software específico utiliza el modelo **BIM** para realizar el estudio geotécnico de la manera más eficaz basada en las especificaciones de diseño, sondeos, campañas geotécnicas y estratos.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE EVACUACIÓN DE EMERGENCIA

El software específico utiliza el modelo **BIM** para evaluar el cumplimiento del plan de evacuación más eficaz basado en las especificaciones de diseño.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ACÚSTICO

El software de calculo acústico utiliza el modelo **BIM** para evaluar el cumplimiento de los requerimientos acústicos basados en las especificaciones de diseño.

USO DE ANÁLISIS



VALIDACIÓN DE NORMATIVA

Consiste en el proceso de revisión de los parámetros que deben ser acatados en relación a las normas, manuales y códigos técnicos, para lo cual es posible la utilización de herramientas software que pueden o no automatizar esta tarea.



GENERACIÓN DE PLANOS

Hace referencia al uso de BIM para desarrollar la documentación necesaria para comunicar el diseño del proyecto al personal de construcción. Este puede incluir planos, elevaciones, secciones, representaciones, cronogramas de datos, diagramas 3D o especificaciones.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE SUSTENTABILIDAD

Es posible evaluar el proyecto con el uso de los modelos de las diferentes disciplinas del proyecto, articuladas a un solo modelo entregable y analizando la información. Se podrá realizar análisis de sostenibilidad ambiental y verificar el cumplimiento de obligaciones ambientales producto de los lineamientos de las autoridades competentes.

OPCIONAL



ANÁLISIS DE CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UBICACIÓN

En este proceso se evalúan las condiciones óptimas de ubicación para un proyecto mediante aplicaciones BIM o GIS.



FABRICACIÓN DE PRODUCTOS

Se utiliza información digitalizada para generar los moldes de fabricación de materiales de construcción o ensamblajes. Algunos usos de la fabricación de productos se pueden ver en la fabricación de chapa metálica, fabricación de acero estructural, corte de tubería, generación de prototipos, generación de planos de taller.



SIMULACIÓN DE PERSONAS, VEHÍCULOS Y/O EQUIPOS

Con el uso de herramientas digitales se logra la simulación de personas, vehículos, equipos o la interacción de estos tres sobre el modelo general del proyecto, con lo cual se obtendrán simulaciones de tráfico, de flujos o de usos de la infraestructura por parte de los diferentes actores. Estos servirán de soporte de análisis de capacidad, de seguridad vial, de condiciones logísticas, entre otras. Los anteriores análisis justificarán las alternativas seleccionadas y servirán para redefinir las soluciones aplicables.



APLICACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL

Los modelos sirven para la utilización de tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada para un mejor entendimiento del proyecto haciendo uso de técnicas de inmersión y percepción de los sentidos.

PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

USOS BÁSICOS



AUTORÍA DE DISEÑO / MODELO DE DISEÑO

En este proceso se desarrolla un modelo tridimensional de información del proyecto basado en los criterios de diseño establecidos. Los modelos se subdividen por disciplina, funcionalidad y ubicación.



COORDINACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO (3D)

El software de detección de choques analiza los modelos durante el proceso de coordinación para determinar conflictos en obra mediante la comparación de modelos 3D de sistemas de construcción. El objetivo de la detección es eliminar los principales conflictos del sistema antes de la construcción.



ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS (5D)

Con los modelos se obtienen cantidades de obra para el cálculo de presupuestos con el análisis de precios unitarios.



PLANEACIÓN DE FASES (4D)

Simulación constructiva, seguimiento a la planificación del proyecto. Utilizado en modelos 4D para la planeación de la secuencia de construcción del proyecto. Con estos modelos es posible obtener infografías, imágenes y videos que se aproximan al resultado final de la ejecución del proyecto.



CAPTURA DE CONDICIONES EXISTENTES

Con los modelos generados se podrá obtener información del estado inicial y de las condiciones existentes. Se debe contar con nube de puntos (recomendable) a través de captura de datos con sensores terrestres, aéreos o móviles, para la mejor georreferenciación del sitio.

USOS DE CONSTRUCCIÓN



GENERACIÓN DE PLANOS

Es el uso de BIM para desarrollar la documentación necesaria para comunicar el diseño del proyecto al personal de construcción. Esta puede incluir planos, elevaciones, secciones, representaciones, cronogramas de datos, diagramas 3D o especificaciones.



PLANEACIÓN DE LOGÍSTICA DE CONSTRUCCIÓN

Se utiliza para representar gráficamente instalaciones tanto permanentes como temporales en el sitio durante las múltiples fases del proceso de construcción. Incluye acopio de materiales y ubicación de equipos.



MODELO DE DISEÑO DE SISTEMAS TEMPORALES DE CONSTRUCCIÓN

En este proceso se usa el software para diseñar y analizar un sistema de construcción complejo (encofrados), anclajes, despieces acristalados, con el fin de mejorar la planificación. Se puede emplear la realidad aumentada.



FABRICACIÓN DE PRODUCTOS

En este proceso se usa información digitalizada para generar los moldes de fabricación de materiales de construcción o ensamblajes. Algunos usos de la fabricación digital se pueden ver en la fabricación de chapa metálica, fabricación de acero estructural, corte de tubería, generación de prototipos, generación de planos de taller.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE SUSTENTABILIDAD

Es posible evaluar el proyecto con el uso de los modelos de las diferentes disciplinas del proyecto, articuladas a un solo modelo entregable y analizando la información. Se podrá realizar análisis de sostenibilidad ambiental y verificar el cumplimiento de obligaciones ambientales producto de los lineamientos de las autoridades competentes.



CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Durante el proceso de construcción se usa para gestionar, procesar e informar sobre calidad, seguridad, y programas de traspaso conectados a los modelos BIM. El objetivo es garantizar la conformidad con los documentos del contrato y el cumplimiento de las normas de seguridad.

OPCIONAL



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ESTRUCTURAL

Proceso en el que el software de cálculo estructural utiliza el modelo BIM para determinar el comportamiento de un sistema estructural dado.



MODELO RECORD AS BUILT

El modelo AS BUILT es el proceso usado para obtener una representación precisa de lo ejecutado en obra. Tiene un elevado nivel de detalle y un elevado nivel de información (metadatos).



SIMULACIÓN DE PERSONAS, VEHÍCULOS Y/O EQUIPOS

Con el uso de herramientas digitales se logra la simulación de personas, vehículos, equipos o la interacción de estos tres sobre el modelo general del proyecto, con lo cual se obtendrán simulaciones de tráfico, de flujos o de usos de la infraestructura por parte de los diferentes actores que servirán de soporte de análisis de capacidad, de seguridad vial y de condiciones logísticas, entre otras. Los anteriores análisis soportarán las alternativas seleccionadas y contribuirán a redefinir las soluciones aplicables.

USO DE ANÁLISIS



VALIDACIÓN DE NORMATIVA

En este proceso se revisan los parámetros que deben ser acatados en relación a las normas, manuales y códigos técnicos, para lo cual es posible la utilización de herramientas software que pueden o no automatizar esta tarea.



APLICACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL

Los modelos sirven para la utilización de tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada para un mejor entendimiento del proyecto haciendo uso de técnicas de inmersión y percepción de los sentidos.

PROYECTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

USOS BÁSICOS



CAPTURA DE CONDICIONES EXISTENTES

Es el proceso por el cual se genera un modelo digital del terreno en las condiciones existentes del entorno (terreno, edificaciones, viales, aceras, etc.).



ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS (5D)

La información se organiza para poder extraer las mediciones a través de tablas y se incorporan los costos unitarios vinculados a los objetos del modelo.



ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Los responsables de gestionar las emergencias tienen acceso a la información crítica de la infraestructura en la forma de un modelo y de un sistema de información.



MONITOREO Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Uso del modelo **AS BUILT** para monitorear el estado de las instalaciones y programar actividades de mantenimiento.



GESTIÓN DE ACTIVOS

Proceso en el cual un sistema de gestión organizada está vinculado bidireccionalmente a un modelo de registro para ayudar eficientemente al mantenimiento y operación de una instalación y sus activos. El almacenamiento, manuales de mantenimiento, registro de garantías, costos, actualizaciones, sustitución de equipos y mobiliario deben ser incluidos en el modelo.

USOS DE OPERACIÓN



MONITOREO DEL USO DE LOS ESPACIOS

Se aplica en la etapa de operación y mantenimiento en edificaciones de operación asociadas a proyectos de infraestructura. Con este proceso se logra la administración de los espacios y los recursos vinculados al uso de uno o más modelos BIM para administrar y analizar los espacios y planificar futuros posibles cambios, remodelación, y/o ampliaciones.



MODELO RECORD AS BUILT

El modelo **AS BUILT** es el proceso usado para obtener una representación precisa de lo ejecutado en obra. Tiene un elevado nivel de detalle y un elevado nivel de información (metadatos).



MONITOREO DEL RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS

Mide cómo el rendimiento de un activo se compara con el diseño especificado. Esto incluye cómo funciona el sistema mecánico y cuánta energía utiliza un edificio. Otros aspectos de este análisis incluyen, estudios de fachada ventilada, análisis de iluminación, flujo de aire **CFD** interno y externo y análisis solar.



ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE SUSTENTABILIDAD

Es posible evaluar el proyecto con el uso de los modelos de las diferentes disciplinas del proyecto, articuladas a un solo modelo entregable y analizando la información. Se podrá realizar análisis de sostenibilidad ambiental y verificar el cumplimiento de obligaciones ambientales producto de los lineamientos de las autoridades competentes.

OPCIONAL

**COORDINACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO (3D)**

Es el proceso por el cual el software de detección de choques analiza los modelos durante el proceso de coordinación para determinar conflictos en obra mediante la comparación de modelos 3D de sistemas de construcción. El objetivo de la detección es eliminar los principales conflictos del sistema antes de la construcción.

**ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ESTRUCTURAL**

El software de cálculo estructural utiliza el modelo BIM para determinar el comportamiento de un sistema estructural dado.

**SIMULACIÓN DE PERSONAS, VEHÍCULOS Y/O EQUIPOS**

Con el uso de herramientas digitales se logra la simulación de personas, vehículos, equipos o la interacción de estos tres sobre el modelo general del proyecto, con lo cual se obtendrán simulaciones de tráfico, de flujos o de usos de la infraestructura por parte de los diferentes actores que servirán de soporte de análisis de capacidad, de seguridad vial y condiciones logísticas, entre otras. Los anteriores análisis soportarán las alternativas seleccionadas y contribuirán a definir las soluciones aplicables.

**APLICACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL**

Los modelos sirven para la utilización de tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada para un mejor entendimiento del proyecto haciendo uso de técnicas de inmersión y percepción de los sentidos.



Fotografía. Ministerio de Transporte

En la siguiente tabla se presentan los usos **BIM** que son requisitos para el modelado de proyectos de infraestructura de transporte de acuerdo a la fase del proyecto.

TABLA DE USOS BIM SEGÚN LA FASE DEL PROYECTO Y SU OBLIGATORIEDAD

USOS BIM	FASES DEL PROYECTO				
	PREFACTIBILIDAD FASE I	FACTIBILIDAD FASE II	ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
AUTORÍA DE DISEÑO/MODELO DE DISEÑO					
COORDINACIÓN DE MODELOS DE DISEÑO (3D)					
REVISIÓN DE LOS MODELOS DE DISEÑO					
ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS (5D)					
PLANEACIÓN DE FASES (4D)					
ANÁLISIS DE CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UBICACIÓN					
CAPTURA DE CONDICIONES EXISTENTES					
ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ESTRUCTURAL					
ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE ILUMINACIÓN					
ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO					
ANÁLISIS DE DESEMPEÑO MECÁNICO					
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE INGENIERÍA	ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE EVALUACIÓN DE EMERGENCIA				
	ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ACÚSTICO				
	ANÁLISIS DE DESEMPEÑO HIDRÁULICO				
	ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE TUBERÍAS				
	CÁLCULO DE DRENAJE OBRAS LINEALES				
	ANÁLISIS DE DESEMPEÑO GEOTÉCNICO				
	ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ELÉCTRICO				
GENERACIÓN DE PLANOS					
PLANEACIÓN DE LOGÍSTICA DE CONSTRUCCIÓN					
MODELO DE DISEÑO DE SISTEMAS TEMPORALES DE CONSTRUCCIÓN					
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS					
CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN					
MODELO RECORD (AS-BUILT)					
MONITOREO DEL USOS DE LOS ESPACIOS					
ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE EMERGENCIAS					
MONITOREO Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO					
GESTIÓN DE ACTIVOS					
MONITOREO DEL RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS					
ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE SUSTENTABILIDAD					
VALIDACIÓN DE NORMATIVA					
SIMULACIÓN DE PERSONAS, VEHÍCULOS Y/O EQUIPOS					
APLICACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL					

Uso obligatorio Uso opcional

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

— Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 19650-1:2021. Conceptos y principios.

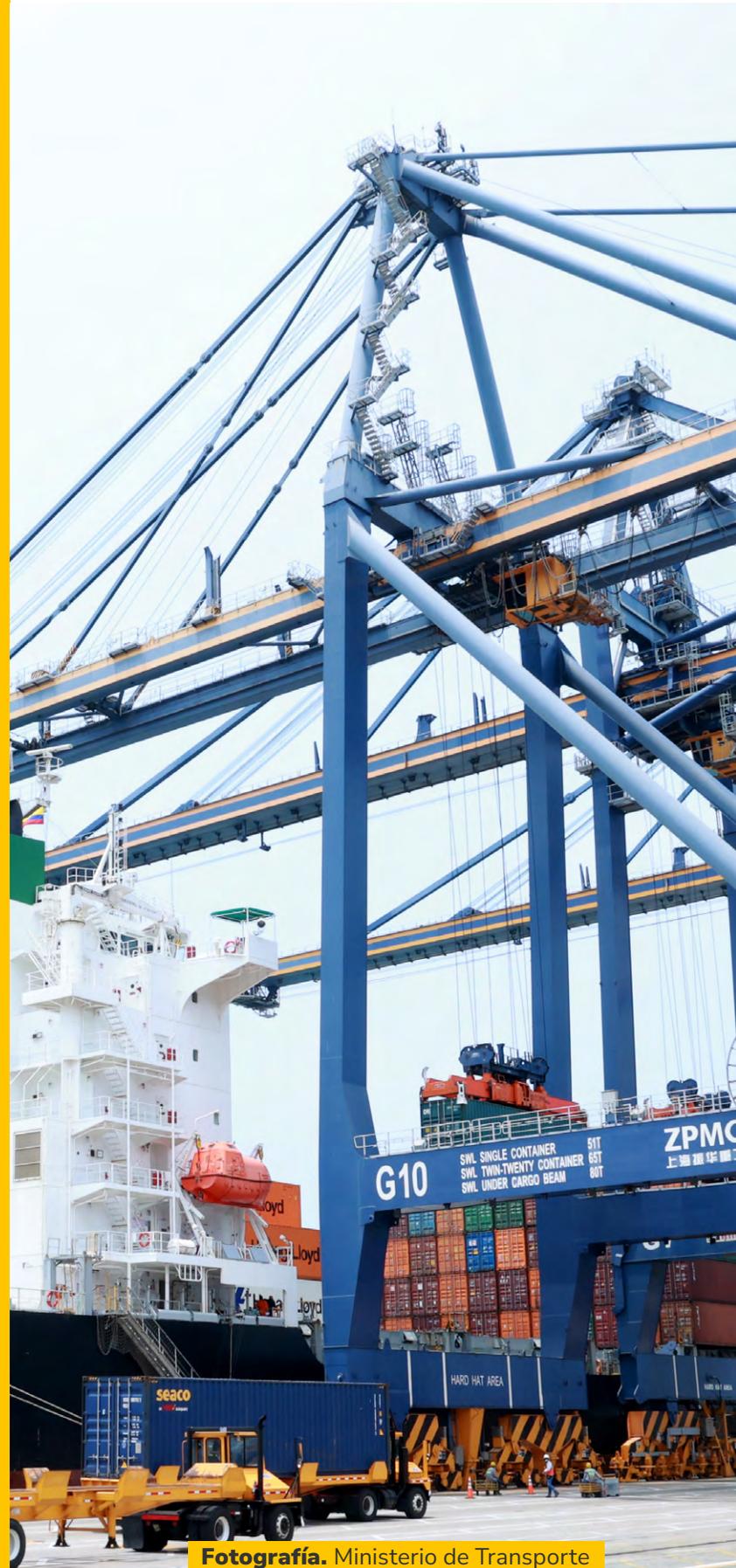
— Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 19650-2:2021. Fase de entrega de los archivos.

— Estándar BIM para proyectos públicos. Plan BIM, 2019. Estándar BIM para proyectos públicos - Planbim. (2022, abril 25). Planbim; planbim. <https://planbim.cl/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>

— Colección de documentos - Guías para la adopción BIM en organizaciones. Cámara Colombiana de la Construcción - Camacol, en: <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit> (consultada en marzo de 2023).

— BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0 messner, j., anumba, c., dubler, c., goodman, s., kasprzak, c., kreider, r., leicht, r., saluja, c., zikic, n., & bhawani, a. s. (2021). *BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0*. <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanning/>

— Ley 1682 de 2013 de 22 de noviembre, por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias. Publicada.



Fotografía. Ministerio de Transporte



BIM

ESTRATEGIA NACIONAL