

Datos de estudiantes

Nombre	María Alejandra Cabal Marín	Diego Fernando López Montero
Cédula	1114835417	1085317287
Código	0224681	0224966
Dirección	Cra 1A # 3A-27, El Cerrito	Calle 3 # 63a - 46
Correo electrónico	macabal116gmail.com	diegolopezmont@javerianacali.edu.co
Celular	3166191740	3218120928
Profesión	Ingeniera Civil	Ingeniero Civil
Nombre de la empresa donde	INDERVALLE	Constructora El Castillo
Cargo que ocupa	Profesional de apoyo a la supervisión	Residente de obra 1

AGRADECIMIENTOS

Pontificia Universidad Javeriana, Cali y profesores por permitirnos ser parte del programa. Ha sido valiosa para nuestro crecimiento como ingenieros civiles

Director de trabajo de grado, Ing Harold Nates González, por su paciencia y dedicación

Nuestras madres, padres, hermanos y demás familiares por el apoyo incondicional

Nuestras parejas por la compañía, la compañía y el cariño

Compañeros de la maestría, por el apoyo y la amistad

¡Gracias!

RESUMEN

La infraestructura en Colombia es un medio para el desarrollo del país y las comunidades que buscan alternativas para mejorar su calidad de vida, una de estas alternativas es la práctica del deporte y la recreación, actividades que generan metas, crecimiento personal y disfrute del aprovechamiento del tiempo libre en los espacios que se los permitan. En el departamento del Valle del Cauca, se cuenta con el Instituto del Deporte, la Educación Física y la Recreación (INDERVALLE), que garantiza espacios físicos adecuados para la práctica deportiva y recreativa a través de proyectos de infraestructura deportiva.

La materialización de estos proyectos presenta múltiples falencias que se ven en la ejecución de las obras durante la construcción y son un reflejo de cómo se formularon los proyectos. La fase de formulación es fundamental para tener claridad de todos los factores técnicos que se requieren para la construcción de las obras, por ello, es importante que se puedan identificar los problemas existentes y que pueden interferir en la ejecución fluida de la construcción.

El objetivo de este trabajo de grado es identificar las contingencias en la fase de formulación de los proyectos de la subgerencia de infraestructura a través de un análisis detallado de la información obtenida. Una vez se identifican las contingencias, se propone una metodología de trabajo que gestione las contingencias y aporte a mejorar la calidad de la información proporcionada en obra, a los procesos eficientes dentro de la formulación e información clara, verídica y detallada requerida para permitir fluidez en la construcción.

La metodología aplicada para sobrellevar este tipo de contingencias es la metodología BIM, mediante los Usos BIM, estos usos generan trabajo colaborativo que puede garantizar una mejor proyección para sobrellevar los problemas en la formulación de proyectos.

El resultado presentado en este documento es una guía formulada a partir de Usos BIM planteados por la Universidad Estatal de Pennsylvania y será una herramienta de apoyo para cada proyecto a desarrollar en INDERVALLE, también será la base para extrapolar a otro tipo de proyectos, debido a que se ajustan a la ejecución de proyectos dependiendo de la necesidad.

Palabras clave: Formulación, Construcción, Contingencias, BIM, Guía, Usos BIM.

ABSTRACT

The infrastructure in Colombia serves as a means for the country's development and for communities seeking ways to improve their quality of life. One such way is through sports and recreation, activities that set goals, foster personal growth, and allow for enjoyment of leisure time in suitable spaces. In Valle del Cauca department, the Institute of Sport, Physical Education, and Recreation (INDERVALLE) ensures adequate physical spaces for sports and recreational activities through infrastructure projects.

However, these projects often encounter multiple shortcomings during execution, reflecting issues in project formulation. The formulation phase is crucial for clarifying all technical factors necessary for construction. Therefore, it's important to identify existing problems that may hinder smooth project execution.

The objective of this thesis is to identify contingencies in the project formulation phase of the infrastructure sub-management through detailed analysis. Once contingencies are identified, a work methodology is proposed to manage them and improve the quality of on-site information, ensuring efficient processes in formulation with clear, accurate, and detailed information necessary for smooth construction.

The methodology applied to manage these contingencies is Building Information Modeling (BIM), specifically BIM Use Cases, which foster collaborative work and improve project formulation to address issues effectively.

The result presented in this document is a guide formulated based on BIM Use Cases developed by Pennsylvania State University. It will serve as a support tool for every project at INDERVALLE and can be extrapolated to other projects based on their specific needs and project execution requirements.

KEYWORDS: Formulation, Construction, Contingencies, BIM, Guide, BIM Uses.



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

GUÍA DE USOS BIM PARA LA GESTIÓN DE CONTINGENCIAS EN LA FASE DE
FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN EL INSTITUTO DEL
DEPORTE, LA EDUCACIÓN FÍSICA Y LA RECREACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA
(INDERVALLE)

Programa de Maestría en Ingeniería Civil

Presentado por:

MARÍA ALEJANDRA CABAL MARÍN
DIEGO FERNANDO LÓPEZ MONTERO

Director:

HAROLD NATES GONZÁLEZ

Pontificia Universidad Javeriana Cali
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Julio de 2024

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
	2.1. Planteamiento del problema	4
	2.2. Pregunta de investigación	6
	2.3. Alcance del trabajo de grado	6
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	8
	3.1. Objetivo general	8
	3.2. Objetivos específicos	8
	3.3. Resultados esperados	8
4.	JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	10
5.	MARCO DE REFERENCIA	12
	5.1. Demoras y sobrecostos en las obras de construcción	12
	5.2. Implementación de BIM en proyectos de construcción	14
	5.3. Importancia de BIM en proyectos de infraestructura con el Estado	17
6.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
	6.1. Recopilación de la información	19
	6.1.1. Consulta y organización de información existente en la entidad	20
	6.2. Verificación de la muestra y análisis de contingencias encontradas	24
	6.2.1. Cálculo de muestra significativa	24
	6.2.2. Información de grupo focal	26
	6.2.3. Análisis mediante las 5 M's	28
	6.2.4. Diagramas de Ishikawa	30

6.2.5.	Fichas técnicas de las contingencias	31
6.2.6.	Objetivos SMART para selección de usos BIM	40
6.3.	Propuesta de Usos BIM	43
6.3.1.	Usos para implementar	44
6.4.	Nomenclatura	59
7.	RESULTADOS	71
8.	CONCLUSIONES	73
9.	RECOMENDACIONES	75
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
11.	GLOSARIO DE TÉRMINOS ESPECIALES	79
12.	ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variación anual del PIB total, valor agregado construcción y subsectores (a precios constantes) 2017 – 2021 (IV trimestre). (DANE, 2022).....	2
Figura 2. Esquema metodológico por etapas	19
Figura 3. Diagrama de Ishikawa - Programación del proyecto imprecisa.	31
Figura 4. Programación de proyecto imprecisa.	33
Figura 5. Presupuesto incompleto.....	34
Figura 6. Dificultad de consecución de materiales y/o transporte.	35
Figura 7. No se cumple con requerimientos de empresas prestadoras de servicios y ambientales.	36
Figura 8. Incongruencias entre diseños y presupuesto.....	37
Figura 9. Diseño con alcance incompleto para la comunidad.	38
Figura 10. Inconsistencias en los diseños.	39
Figura 11. Usos BIM. (The Pennsylvania State University, 2021)	40
Figura 12. Notación para un proceso en el mapa de proceso general. (The Pennsylvania State University, 2021)	61
Figura 13. Tramo del mapa general BIM para el proyecto de construcción en cuestión. (The Pennsylvania State University, 2021).....	62
Figura 14. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra. Dividido en tres partes para mejor visibilidad. (The Pennsylvania State University, 2021)	63
Figura 15. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra - Parte 1. (The Pennsylvania State University, 2021)	64
Figura 16. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra - Parte 2. (The Pennsylvania State University, 2021)	65
Figura 17. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra - Parte 3. (The Pennsylvania State University, 2021)	66

Figura 18. Ejemplo de puerta de enlace de verificación de objetivos. Uso BIM modelado 4D. Divido en dos partes para mejor visibilidad. (The Pennsylvania State University, 2021)	68
Figura 19. Mapa detallado de proceso de uso BIM modelado 4D. (The Pennsylvania State University, 2021)	69
Figura 20. Símbolos de mapas de procesos. (The Pennsylvania State University, 2021)	70
Figura 21. Mapa de proceso nivel 2. Modelo de condiciones existentes. (The Pennsylvania State University, 2021)	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de condiciones iniciales de contratos realcionados.....	20
Tabla 2. Tabla de condiciones nuevas de contratos relacionados.....	21
Tabla 3. Tabla de caracterización de los contratos relacionados	21
Tabla 4. Ejemplo condiciones iniciales del contrato 2768-2019	21
Tabla 5. Ejemplo condiciones nuevas del contrato 2786-2019	22
Tabla 6. Ejemplo caracterización condiciones nuevas del contrato 2768-2019	22
Tabla 7. Caracterización de las ideas en 5 Ms Parte 1.....	29
Tabla 8. Caracterización de las ideas en 5 Ms Parte 2.....	30
Tabla 9. Objetivos 1 y 2.....	41
Tabla 10. Objetivos 3 y 4.....	42
Tabla 11. Objetivos 5 y 6.....	42
Tabla 12. Objetivos 7 y 8.....	43

1. INTRODUCCIÓN

La construcción desde sus inicios ha sido una de las actividades más importantes, evidenciando el crecimiento de una población. Con el tiempo las comunidades generan necesidades y la construcción es el medio para materializar las soluciones que responden a estas, buscando mejorar la calidad de vida de las personas mediante soluciones que permitan una armonía entre el medio ambiente, la construcción y el desarrollo de las poblaciones.

Gracias a su importancia, el sector de la construcción tiene un gran impacto en la economía mundial, siendo uno de los que más contribuye al crecimiento de los países al generar una dinámica social, cultural y económica alrededor de todo su ciclo de vida, desde su prefactibilidad hasta la post construcción.

En Colombia, la construcción se mueve entre los sectores público y privado para responder a necesidades de la población con recursos del Estado o con recursos de una figura no estatal y debe haber una gestión que incluya actividades que velen el correcto cumplimiento del proyecto y que se llegue a los resultados esperados. Entre tanto, la construcción consiste en actividades definidas dentro del ciclo de vida de un proyecto y se espera cumplir con objetivos definidos trazados al formular los proyectos para suplir alguna necesidad desde que nace el proyecto y que se pueda abordar desde la ingeniería civil.

Estos proyectos según el sector en el que se ejecute tienen patrones de comportamiento distintos durante todo su ciclo de vida por el manejo que se le da y los recursos con los que se financian, pero es común ver que en la mayoría de los proyectos que se ejecutan, se requiere durante la ejecución, adiciones de tiempo y de dinero ocasionando incumplimientos del cronograma de la planificación inicial y en algunos casos hasta del alcance del proyecto.

Al aterrizar la importancia de la construcción, se puede evidenciar que, en Colombia, las actividades que componen el sector de la construcción generan un impacto en el Producto Interno Bruto (PIB) del país y que según el informe publicado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y que reporta información con corte hasta marzo 2022, “en el cuarto trimestre de 2021 (octubre – diciembre), el PIB a precios constantes aumentó 10,8% con relación al mismo trimestre de 2020. Al analizar el resultado del valor agregado por grandes ramas de actividad, se observa un crecimiento de 6% del valor agregado del sector construcción. Este

resultado se explica principalmente por la variación anual positiva presentada en el valor agregado de las edificaciones (13,3%) y el valor agregado de las actividades especializadas (7,5%)” (DANE, 2022). Ver Figura 1.

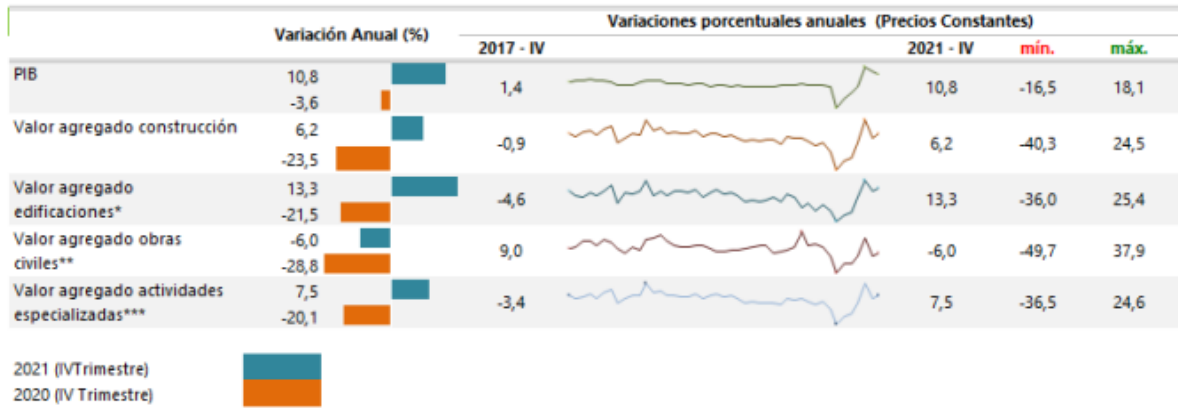


Figura 1. Variación anual del PIB total, valor agregado construcción y subsectores (a precios constantes) 2017 – 2021 (IV trimestre). (DANE, 2022)

También reporta que “en enero de 2022, el número de ocupados en el total nacional fue 20.696 miles de personas. La Construcción como rama de actividad económica participó con el 7,5% de los ocupados. En enero de 2022, la población ocupada en el total nacional aumentó 8,3%, mientras que los ocupados en la rama de Construcción aumentaron en 7,2%. Para enero 2022, 1.551 miles de personas estaban ocupadas en la rama de la Construcción; de estos el 45,0% estaban ubicados en 13 ciudades y áreas metropolitanas (698 miles de personas), que además presentaron un aumento del 3,0%, es decir, 20 mil personas más con respecto a enero de 2021” (DANE, 2022)

Estos estudios muestran que el sector de la construcción a partir de la oferta y demanda generada para los materiales requeridos para sus actividades y de la generación de empleo, generan una cadena que mantiene activa parte de la economía.

Gracias a esto, el sector de la construcción genera un impacto social y económico considerable a nivel nacional y su crecimiento o debilitamiento es notorio en la población. Por eso es necesario avanzar y mejorar en la gestión de los proyectos de construcción que requiera el país, que permitan un desarrollo social, económico y ambiental acorde a la tecnología y la innovación, para mejorar la calidad de vida de las personas.

Para este trabajo, el análisis se hace a proyectos de infraestructura deportiva que se ejecutan en INDERVALLE, entidad rectora del deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre y la educación física en el departamento del Valle del Cauca. La entidad tiene varias dependencias entre las que se encuentra la Subgerencia de Infraestructura, donde se formulan de los proyectos y se contrata la ejecución de ellos. En la fase de formulación de la subgerencia de infraestructura trabajan tres etapas para el trabajo conceptual de los proyectos, inicia con el estudio de la necesidad de la población que debe responderse a través de la construcción de infraestructura deportiva y recreativa, el paso siguiente es la elaboración de diseños y especificaciones técnicas para la construcción y finalmente se generan los presupuestos y cronogramas. Actualmente existen contingencias que deben ser identificadas y corroboradas puesto que afectan la ejecución de las obras formuladas en la entidad.

En este trabajo de grado se pretende buscar una estrategia con enfoque en la gestión de proyectos que se pueda implementar y con ella mejorar las falencias que se identifiquen, siendo conscientes de que este tipo de proyectos no son predecibles en su totalidad, que no ha de tener siempre un mismo proceso en la fase de planificación y por tanto en la ejecución de los mismos, puesto que la infraestructura es un grupo grande compuesto de proyectos de diferente índole dentro de la ingeniería y la arquitectura, respondiendo a diversas necesidades de la población y en este caso, la intervención a diferentes escenarios deportivos difiere en su ejecución.

Estos proyectos de infraestructura deportiva llegan a tener requerimientos especiales con base a la población objetiva definida en el proyecto. Estos podrían definir una forma de trabajo que garantice siempre el cumplimiento de los requerimientos para escenarios deportivos o recreativos.

La estrategia se implementó a través de la metodología Building Information Modeling (BIM), estudiando patrones existentes en la actualidad a través de un análisis estadístico y buscando formas de mejorar el trabajo técnico interno en INDERVALLE proponiendo los usos establecidos de esta metodología, encontrado su viabilidad y aportando a las mejoras en los procesos de formulación y planificación con el estado, con el fin de incentivar la eficiencia, la total calidad del trabajo en cada fase de los proyectos y la ejecución fluida y organizada con la menor cantidad de modificaciones.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Planteamiento del problema

La construcción es uno de los sectores de la economía del país que en su ejecución a través de los proyectos de infraestructura en los sectores privado y público, se convierte en un impulsor de la misma, permitiendo dinámicas de mercado a través de la exploración, explotación, procesamiento y transformación de la materia prima, generando empleos, mejorando la infraestructura física de los países en vía de desarrollo y mejorando la calidad de vida de sus habitantes de la mano con la innovación y el desarrollo sostenible.

“El sector de la construcción se destaca por el encadenamiento en varios sectores de la economía y la generación de empleos como política de gobierno en tiempos de recesión o desaceleración económica. En promedio, el número de puestos de trabajo ocupados por el sector de la construcción en 2019 fue de 1.514.293 trabajadores; esto es 3.2% más que lo presentado en el mismo período de 2018. Esto representa una participación del 6,8% de los empleos nacionales. Adicionalmente, la generación es impulsada principalmente por el subsector de la construcción civil y su crecimiento a principios de 2019, y el patrimonio también se vio favorecido.” (Sarmiento-Rojas, Gonzalez-Sanabria and Hernández Carrillo, 2020).

Este sector es vital para el continuo desarrollo individual y colectivo en la sociedad y es importante que, en la construcción de un proyecto de infraestructura, en todas las fases del ciclo de vida del proyecto se haga un estudio minucioso de los componentes y requerimientos que demande para responder a las necesidades por las que se concibió.

Los proyectos de construcción que se desarrollan en el país tienen un comprador público o privado y por tanto tiene diversas regulaciones que abarcan toda la vida del proyecto, tales como la interventoría que acompaña la ejecución del proyecto directamente en obra, también la revisoría fiscal, que garantiza el adecuado manejo del dinero y el control directo por el ejecutor. En el sector público, las obras de infraestructura propuestas o realizadas responden a una necesidad específica en la población donde prima el beneficio a generar, siendo este uno de los criterios para la viabilidad de los proyectos.

En la actualidad, la ejecución de obras de infraestructura tiene un común denominador, que tiende a ser muy notorio, es normalizar la falta de comunicación entre las áreas de diseño,

planificación y presupuesto, teniendo en cuenta la débil interoperabilidad en un proyecto, que afecta el componente financiero y de tiempo en casi todas de las obras que se llevan a cabo en el país, ya sea con recursos estatales o privados, lo que causa que las obras no sean terminadas con los recursos establecidos, estando por encima de lo proyectado inicialmente en la mayoría de los casos.

Según (C Santelices, R Herrera and F Muñoz, 2019), explican que la ejecución de las obras en los tiempos y costos definidos es uno de los problemas que más presenta la construcción debido a la mala planificación administrativa lo que ocasiona errores que afectan el proyecto y crea conflictos entre las partes que hacen parte de la ejecución.

En Colombia actualmente hay pocas estrategias formuladas con base en un diagnóstico minucioso de la planeación de los proyectos para implementarlas y mejorar el trabajo aplicado donde se encuentren falencias que pueda abordar la estrategia, es por esta razón, que entidades como la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) Valle, se ha puesto en la tarea de identificar las problemáticas comunes en la ejecución de proyectos, con el fin de generar indicadores, que den cuenta de los fundamentos de las dificultades en las fases tempranas de un proyecto.

En concreto, la fase de formulación es la base de accionar en el resto del proyecto definiendo diseños, actividades, presupuesto, cronograma de trabajo, siendo esta la información con la que se trabajará y la fase que presenta mayor falencia, donde se articula la necesidad contemplada con la materialización del proyecto. Por tanto, los errores presentes se acumularán y afectarán el resto del proyecto provocando los ajustes en tiempos, dinero y en algunos casos, afectando el alcance del proyecto.

Por lo tanto, se plantea evaluar la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling), que según (Picó, 2008) es el conjunto de metodologías de trabajo que tiene como objetivo recopilar y usar información de forma coordinada, coherente, computable y continua, empleando bases de datos compatibles que contenga toda la información del proyecto a diseñar y finalmente construir o usar. Esta información puede ser de materiales, calidades, usos de espacios, etc.

En la fase de formulación, BIM puede evaluarse e implementarse en la gestión de proyectos, tras encontrar las falencias para mitigarlas en un caso particular presentado en una entidad estatal de la región del Valle del Cauca, para ampliar el horizonte sobre uno de los factores que más afecta a la eficiencia de las obras públicas, mejorando los productos, el alcance, su cadena de valor y encontrado el tratamiento adecuado para mejorar las condiciones y conocer al sector en la región.

2.2. Pregunta de investigación

¿Cómo a partir de la metodología BIM, se pueden abordar los problemas existentes en la fase de formulación de proyectos de infraestructura en Indervalles para mejorar la cadena de valor?

2.3. Alcance del trabajo de grado

Este trabajo de grado consiste en el diagnóstico de la fase de formulación de 38 proyectos de infraestructura finalizados de INDervalles entre 2017 y 2023, para encontrar las contingencias y, mediante la metodología BIM, abordarlas proponiendo una guía - mapa de procesos con usos BIM- ajustada a la situación evidenciada en el diagnóstico y que buscan mejorar la cadena de valor de los proyectos surgidos de la entidad.

INDervalles como entidad descentralizada de la Gobernación del Valle del Cauca, ejecuta proyectos que fomentan la recreación y el deporte en todo el territorio del departamento del Valle del Cauca. Estos proyectos pueden ser desde programas para el fortalecimiento, prácticas deportivas, eventos de recreación y deporte, monitores deportivos, hasta la construcción de espacios deportivos adecuados para la práctica de un deporte de manera competitiva y que deben cumplir con especificaciones técnicas para ser de nivel competitivo en eventos municipales, departamentales, nacionales e internacionales; cumpliendo así con su misión como entidad dedicada al deporte, la educación física y la recreación.

Esta entidad desde la subgerencia de infraestructura deportiva ejecuta proyectos que contribuyen al manejo de la infraestructura deportiva y recreativa en el departamento. Para ello, la entidad recibe recursos de diversas fuentes con los que se ejecutan los proyectos que nacen desde esta subgerencia gracias a la gestión realizada por la misma. Varias de las fuentes de financiación

proceden de recursos propios, asignados de la Gobernación del Valle del Cauca, y otras, de las fuentes gestionadas para cumplir los programas establecidos por la entidad.

Con la entidad se enlistan 81 proyectos ejecutados desde el año 2017. En estos proyectos se realizan 304 intervenciones correspondientes a adecuaciones, construcciones, mantenimientos, ampliaciones o mejoras de la infraestructura deportiva y/o de recreación, por lo que 296 son obras que aportan al manejo de la infraestructura deportiva y recreativa en los municipios y distritos del departamento. Esas intervenciones se ejecutan en los 81 proyectos ejecutados mediante contratos de obra.

En INDERVALLE se enlistan entonces 77 proyectos que de los 81 se encuentran ya terminados, sin embargo, actualmente la Entidad no maneja un archivo central dentro del establecimiento de este, por lo cual, se dificulta la obtención completa de la información de estos proyectos, por tanto, en el archivo digital se realiza la búsqueda de la información y se encuentran 38 proyectos finalizados. Por lo anterior, este trabajo de grado hizo el análisis estadístico de los 38 proyectos ejecutados, siendo esta la muestra piloto del trabajo de grado y se realizará una validación de si es esta una muestra representativa.

Al identificar si se cuenta con una muestra significativa de contratos desarrollados, se agrupan las diferentes contingencias encontradas, para llevarla a un problema con una solución similar que se ajuste a uno de los diferentes usos BIM que se tendrán en cuenta, esto genera así una guía de como trabajar en la formulación y se eliminan así las contingencias existentes, siendo esta la base para que los profesionales que trabajen en la formulación, tenga a disposición un punto de partida para diseños eficientes con la guía proporcionada.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1. Objetivo general

Desarrollar una guía de gestión de contingencias a partir del análisis y selección de los usos BIM más adecuado para la fase de formulación del esquema de gestión de proyectos de infraestructura de INDERVALLE.

3.2. Objetivos específicos

El objetivo general se pretende alcanzar cuando se desarrollen los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las contingencias existentes en la fase de formulación de 38 proyectos de infraestructura ya finalizados en el Instituto del Deporte, la Educación Física y la Recreación del Valle del Cauca (INDERVALLE) que afectaron la cadena de valor de los proyectos, mediante la revisión del expediente digital de obra.
2. Análisis y agrupación de contingencias, mediante el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas para priorizar estrategias de gestión.
3. Proponer una guía de usos BIM aplicable en INDERVALLE en la fase de formulación de un proyecto, para optimizar el flujo de trabajo del esquema de gestión de proyectos.

3.3. Resultados esperados

En este trabajo se realizó el análisis a través de la estadística inferencial de los patrones evidenciados en 38 proyectos finalizados en INDERVALLE y se construyó un mapa de procesos bajo la metodología BIM que se espera, organice y mejore los resultados en la fase de formulación de los proyectos de infraestructura en esta entidad. Con ello, se fortalece la cadena de valor de los proyectos que nacen en INDERVALLE, para ser aplicadas en proyectos futuros en los sectores público y privado. De forma análoga se pretende obtener:

1. Procesos que muestren los problemas o contingencias existentes en la planeación de los proyectos.

2. Datos que demuestren la afectación a la cadena de valor del proyecto.
3. El mapa de procesos que oriente una forma de trabajo organizada y colaborativa que garantice un trabajo técnico completo y que cumpla con el alcance establecido para cada proyecto de infraestructura en la entidad.

4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

A nivel internacional, la literatura reporta que las desviaciones en tiempos y costos son un factor común tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo. Por ejemplo, en India, Egipto, Turquía y Arabia Saudita, se reportan excesivas desviaciones en tiempo, mientras que en Malasia se reportan sobrecostos en más del 50% de los proyectos y múltiples desviaciones en tiempo. (Serna, Sara Lozano; Galindo, Ivonne Patiño; Gómez-Cabrera, Adriana; Torres, 2018)

Estas falencias, mayormente de origen técnico y administrativo denotan que se afectan las fases de ejecución y cierre del proyecto, puesto que desde la planificación se están obviando detalles de índole técnico y hasta social que, al momento de materializar el proyecto generado, son situaciones de especial trato que pueden generar retrasos y/o sobrecostos en la ejecución y hasta se puede afectar la calidad de la obra o el alcance del proyecto en otros casos.

Pero, de acuerdo con la planificación del proyecto es necesario garantizar una gestión efectiva, que pueda mitigar los riesgos, pero más allá de eso, es importante encontrar las falencias y empezar a tratarlas, puesto que, en la mayoría de los casos, las situaciones que se presentan generan de manera automática el paro de alguna actividad y se generan incumplimientos en el cronograma de trabajo establecido y aprobado y como consecuencia se incrementan los costos.

Entre las fases de un proyecto, (Narvaez Rosero, 2015) menciona que la de diseño es fundamental para lograr una adecuada terminación adecuada del proyecto, teniendo en cuenta que esta etapa tienen muchas actividades de incertidumbre por posibles factores que tienen que ver con falta de conocimiento e información de la información preliminar, por modificaciones imprevistas, errores de parte del personal que hace parte del proceso en la etapa y procesos constructivos indebidos que afecta lo previsto en el diseño.

. Pero es importante dar claridad que la gestión de las obras de construcción, es decir, durante la ejecución del proyecto, es otro de los factores importantes para dar total cumplimiento al cronograma de obra y evitar sobrecostos, puesto que los ejecutores deben realizar un estudio minucioso del proyecto y una planificación propia que permita también tener un plan de acción oportuno.

De acuerdo a lo anterior, es claro que estos proyectos durante su planificación deben definir posibles riesgos con los cuales se puede generar un plan de acción base que permita la mitigación

o rápida acción ante las situaciones generadas en las que tienen que actuar los contratistas de obra, interventoría y el contratante estatal o privado, según sea el caso, por tal razón, es importante que los contratistas de obra e interventoría y demás actores del proceso como contratantes o contratistas, tengan el perfil idóneo para actuar de manera oportuna y acertada en la parte técnica, jurídica, financiera y social puesto que en cualquier proyecto de construcción, se presentan graves consecuencias tanto en tiempo y costo.

De acuerdo con (Narvaez Rosero, 2015), desde en el momento en que se concibe la idea de un proyecto de construcción, se han tenido riesgos los cuales hacen parte del proyecto, estos puedan afectar su alcance, costo y tiempo previsto inicialmente.

En muchos casos es posible evitar estos hechos, identificando posibles eventos, valorando su probabilidad e impacto, asignar un responsable y planear métodos de contingencia y tratamiento. Puesto que según plantea (Camargo Sánchez, 2015), en la cuantificación de impactos a la economía del proyecto se deben incluir los sobre costos, afectaciones por mayor duración de la obra, afectación en calidad y alcance de la obra.

Es por esto por lo que mediante un análisis estadístico inferencial los contratos de obra ejecutados, se generan unos objetivos dentro de la metodología BIM para los cuales se proponen usos ya establecidos en la metodología para buscar una mayor eficiencia y menor afectación posible a la cadena de valor, respetando la planificación inicial.

5. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia está organizado en tres partes. La primera es una revisión del problema a analizar; la segunda es una muestra de la implementación de BIM en los proyectos de construcción y la tercera hace referencia a la integración de la estrategia BIM en proyectos con recursos del estado y cuya formulación se realiza por parte de ellos.

5.1. Demoras y sobrecostos en las obras de construcción

La construcción en su etapa de ejecución es el resultado de la planificación realizada. Es imprescindible que esta planificación sea precisa de acuerdo con las condiciones técnicas y sociales existentes en la zona de intervención, tomando en cuenta factores inherentes a la zona y que pueden afectar la ejecución de la obra.

(Elhusseiny, Nosair and Ezeldin, 2021) explican que las obras de construcción tienen un patrón similar que afecta directamente los tiempos y el dinero presupuestados, lo que ocasiona que los proyectos no cumplan con el presupuesto inicial y el cronograma proyectados durante la etapa de planificación de todo el proyecto.

También mencionan que en Egipto se examinaron los factores de retraso de los proyectos de construcción y los resultados arrojaron las causas listadas a continuación,

1) errores/choques en los documentos del proyecto, 2) órdenes de variación/cambio de alcance durante la construcción, 3) retraso en la revisión y aprobación de los documentos de diseño por parte del propietario, 4) retraso relacionado con planos de taller y muestras de materiales, 5) planificación y programación ineficaces del proyecto, 6) mala gestión y supervisión del sitio, 7) dificultad de coordinación entre las diferentes partes, 8) retrasos en el trabajo de los subcontratistas, 9) bajo nivel de productividad de los trabajos, 10) falta de disponibilidad / entrega lenta de materiales y equipos de construcción, 11) dificultades en la financiación del proyecto por parte del contratista, 12) retraso en los pagos por parte del propietario, 13) toma de decisiones lenta, 14) condiciones inesperadas del subsuelo (tipo de suelo, capa freática, etc.) y 15) fuerza mayor (política, económica, permisos, etc.).

Dentro de su estudio encontraron a partir de índices de importancia relativa calculados en el desarrollo del artículo, que, “los tres factores de demora más significativos resultaron ser la toma de decisiones lenta (RII = 0,78), las órdenes de variación/cambio de alcance durante la

construcción (RII = 0,72) y la demora en los pagos por parte del propietario (RII = 0,72). La lentitud en la toma de decisiones y las órdenes de variación/cambio de alcance durante la construcción lograron también el porcentaje más alto (49,2 %) relacionado con el impacto de la demora en la duración total del proyecto, mientras que la demora en los pagos por parte del propietario se convirtió en el cuarto lugar con un 47,7 %. La mayoría de los encuestados estuvo de acuerdo en que las tres principales causas de demora más importantes recaían en la responsabilidad del propietario.” (Elhousseiny, Nosair and Ezeldin, 2021).

Las tres principales causas mencionadas anteriormente, son resultados y acumulación de una mala gestión y débil planificación del proyecto cuyo responsable viene siendo la entidad contratante que viene siendo una institución o entidad pública que compra las obras con recursos públicos y es común ver que estas instituciones tengan falencias en cuanto a la elaboración, gestión de proyectos y los planes de acción que se tengan para mitigar riesgos con una adecuada supervisión técnica y administrativa de las obras en la etapa de ejecución.

De acuerdo con el artículo que lleva por nombre “Assessing the failure potential of tunnels and the impacts on cost overruns and project delays” en el que se escribe sobre la situación que se presentan en las obras que generan retrasos y sobrecostos y hablando específicamente de los proyectos para túneles, “un diseño deficiente y la implementación del diseño pueden conducir a fallas”. También argumentaron que el proyecto se subestima deliberadamente para tener una mayor probabilidad de ser financiado, lo que también se conoce como tergiversación estratégica. (Paraskevopoulou *et al.*, 2022).

De acuerdo con lo anterior, es importante entonces denotar que “el éxito de los proyectos de construcción depende en gran medida del logro de los fines y objetivos del proyecto dentro del tiempo y el presupuesto especificados. La gestión también juega un papel importante en la construcción de un proyecto” (Chandragiri *et al.*, 2021). Gracias a estos estudios, se ha intentado abordar la situación actual y común de todas las obras a partir de las causas mencionadas con el fin de lograr una ejecución correcta, planificada y bien estructurada acompañada de una supervisión técnica y administrativa y sustentada en una planificación acertada y completa.

5.2. Implementación de BIM en proyectos de construcción

El Building Information Modeling es una forma de trabajo colaborativa que, “se basa en la generación de un modelo centralizado formado por toda la información relacionada con la edificación, el cual se mantiene organizado y actualizado, con el fin de soportar el desarrollo de todo el proyecto de diseño involucrando todas las áreas de especialización: arquitectura, estructuras y servicios; planificación y control de la construcción; actividades de mantenimiento y gestión” (Sampaio, 2021).

Esta metodología se puede implementar en todo el ciclo de vida de un proyecto, el cual se compone del **inicio, planificación, ejecución, cierre del proyecto**, o en una de sus fases con el objetivo de optimizar procesos, garantizar el cumplimiento de la calidad y el alcance del proyecto y disminuir errores de diversos tipos. Además, (Sampaio, 2021) menciona en su artículo que la creación del modelo BIM tiene un fuerte respaldo por las herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad, donde los parámetros representan un edificio desde su forma geométricas hasta las propiedades físicas de los materiales aplicados.

Este modelo puede significar una estrategia que va de la mano con los avances tecnológicos del mundo, aportando en gran medida a un país en desarrollo, el cual quiere un crecimiento continuo, de calidad y sostenible, actuando desde actividades puntuales a nivel regional que pueden mostrar resultados significativos y viables para su aplicación.

5.2.1. Razones para implementar BIM

En el artículo “Modelling the relationship between Building Information Modelling (BIM) implementation barriers, usage and awareness on building project lifecycle” (Olanrewaju *et al.*, 2022) al citar y varios autores, argumentan que es fundamental comprender los beneficios de la adopción de la metodología BIM para aumentar la conciencia entre los profesionales de ellos equipos de trabajo. Esta metodología ha reemplazado paulatinamente el diseño asistido por computadora y el estándar de la industria en el corrido de tres décadas. BIM ha dado paso a una de las modificaciones más importantes y necesarias de la industria, lo que ha resultado en una colaboración más integral entre los profesionales del proyecto. Anticipan que la metodología brindará las ventajas sustanciales al sector de la construcción, como el control preliminar de conflictos en el diseño, procedimientos de proyecto más eficientes; evaluación

superior del tiempo y los costos relacionados con las modificaciones estructurales, minimización de los conflictos de diseño y mejora del enfoque multipartidista; esto respalda la eficiencia en la cadena de suministro del equipo de trabajo y en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, lo que permite un trabajo flexible la distribución de riesgos entre los profesionales, menos recursos humanos, mejor coordinación entre los profesionales de la construcción y menos contingencias.

5.2.2. Limitaciones

Las limitaciones de la implementación de BIM en los proyectos de construcción han sido estudiadas para diversos estudios en los que se busca encontrar la incidencia de la información cualitativa obtenida a través de encuestas y en la mayoría de casos, como menciona (Chen *et al.*, 2022) las barreras de implementación BIM se resumen: falta de experiencia en la metodología BIM; dificultad de establecer un flujo de trabajo adecuado o la formación de habilidades de los empleados; falta de fondos adicionales reservados para apoyar la implementación de BIM; incapacidad de estimar específicamente el valor de la implementación de la metodología BIM; requiere alta inversión de capital; desconocimiento de los riesgos de implementación BIM o dudas de desafío; resistencia a la cultura corporativa; y desacuerdo sobre la utilidad de BIM.

5.2.3. Beneficios

En algunas investigaciones, el objetivo ha sido encontrar cuáles son los beneficios de implementar BIM y su incidencia de acuerdo a encuestas realizadas a profesionales con diferentes experiencias, especialidades y pertenecientes a diferentes organizaciones y (Al-Ashmori *et al.*, 2020) ha encontrado que existen siete beneficios identificados como significativos, obtenidos de un análisis descriptivo los cuales son: aumento de productividad y eficiencia; evaluación del tiempo y costos asociados con el cambio de diseño; elimina conflictos en el diseño; mejora la comunicación y la mantiene sincronizada entre las partes; integra la programación y planificación de la construcción; identifica los conflictos basados en tiempo, supervisión y seguimiento de la ejecución en la construcción. Estos beneficios influyeron significativamente en valores corporativos para la selección temprana y desarrollo de la capacidad para utilizar las herramientas de software BIM apropiadas para realizar las

tareas. A pesar de que la evaluación de la productividad de BIM es compleja, los estudios de casos son necesarios como evidencia para presentar la eficiencia BIM.

5.2.4. Aplicaciones de BIM en el sector de la construcción

Gestión de residuos de demolición de edificios en Hong Kong

Debido a que para la ciudad de Hong Kong es importante implementar medidas que le permiten una adecuada gestión de los residuos de demolición, ha planteado la implementación BIM y mediante el estudio realizado por (Kang *et al.*, 2022), afirma que BIM se ha usado recurrentemente para reducir desechos y el impacto ambiental mediante el aumento de la eficiencia en el diseño de edificios, de las prácticas de construcción y el mantenimiento durante un ciclo de vida de los proyectos, sin embargo no se ha registrado evidencia suficiente para la deconstrucción o demolición. Por tanto, el documento establece un marco conceptual para la fase de post construcción de los edificios modelados para maximizar la reutilización y el reciclaje de residuos de demolición a través de la metodología. Con este marco se pueden articular las fases de los proyectos que proporcionaría información clara a los profesionales de la construcción. Cubre diferentes aspectos en el programa de planificación Smart BIM, con un modelado integral que propone la supervisión previa a la demolición e incluye herramientas analíticas para la evaluación cuantitativa de los residuos, rutas óptimas de eliminación y selección de estrategias de gestión de residuos. Para este caso, la planificación de la demolición será menos laboriosa y no estará limitada por el conocimiento y la experiencia del personal encargado.

Topografía y BIM 5D en España

(Baldrich Aragón *et al.*, 2021) en su investigación tomó 4 casos de estudios, los cuales corresponden a 4 organizaciones diferentes que han implementado BIM, caso 1: pequeño estudio de arquitectura con 20 años de experiencia en el sector de la Architecture, Engineering and Construction (AEC), varios reconocimientos y premios en este campo, y 5 años de experiencia en entornos BIM; caso 2: mediana empresa especializada en ingeniería, arquitectura y consultoría con 26 años de experiencia en el sector AEC y 4 años de experiencia en entornos BIM; caso 3: proyecto realizado por uno de los estudios de arquitectura con más experiencia en proyectos BIM en España. Estudio de arquitectura con 125 trabajadores, de los cuales 110 pertenecen al equipo de diseño y 9 al equipo de dirección, con 40 años de experiencia en el sector AEC y 8 años de experiencia en

entornos BIM; caso 4: fue seleccionado por el sistema de gestión propio de la compañía, que utiliza para el seguimiento y supervisión de sus proyectos de construcción de viviendas y está basado en la industria automotriz y los procesos Lean y BIM.

Tras un análisis cualitativo de la información recolectada a través de entrevistas considerando las características de cada caso, cuyo común denominador es que en los cuatro casos se aplica la metodología BIM, concluyen que se confirma mediante la investigación una correlación entre el éxito de la aplicación del último software de análisis de costos, los datos disponibles y los recursos humanos en las organizaciones. Disponer una base de datos estructurada para la definición precisa y codificación de elementos constructivos en la modelación arquitectónica 3D de los proyectos con la información necesaria para la práctica de la medición cuantitativa permitirá una mejora calidad y consecuentemente aumento en la satisfacción del usuario de las herramientas digitales BIM.

En los casos de estudio de la herramienta 5D los resultados fueron diferentes, se observaron grados de implementación de BIM 5D, desde el más bajo, la microempresa, donde la base de datos se está compilando y el usuario carece de experiencia, al máximo, la mediana empresa que gestiona proyectos, promueve y construye con herramientas de gestión y bases de datos propias, lo que les ayuda a alcanzar altos niveles de calidad en resultados y satisfacción.

5.3.Importancia de BIM en proyectos de infraestructura con el Estado

En el sector de la construcción hay una búsqueda constante por mejorar las formas de trabajo durante la planeación, puesto que se requiere mejorar con el paso la eficiencia y calidad, y BIM permite agilidad y un trabajo colaborativo integral. Con el fin de que esto se materialice, es importante considerar como afirma (Sampaio, 2021) que la acción gubernamental para la implementación de la metodología BIM es vital. Uno de los pasos primordiales es declararlo obligatorio, en la construcción pública. Este sector supone la mayor cantidad de obras de edificación en cada país, requiriendo una importante participación de profesionales nacionales, y abarcando todo tipo de actividad profesional. Esto contribuye la adopción progresiva en cada dependencia dedicada a proyectos de infraestructura y, por lo tanto, en cada sector de la construcción nacional. Aunque en Colombia aún existen muchos factores que no permiten tener una horizonte claro y despejado para la implementación BIM, empezar con su progresiva vinculación en los proyectos estatales, es una idea poco descabellada que

permitirá al país direccionarse, prepararse y mejorar los procesos de tal manera que se consiga una madurez y cultura suficiente para su adopción.

BIM Forum Colombia

La (Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL, 2021), en su esfuerzo por la digitalización como productividad sectorial, ha propuesto iniciativas como lo es el BIM FORUM COLOMBIA, que trata de propuestas del gremio para aprovechar las oportunidades generadas en torno a la transformación de proceso con la implementación de nuevas tecnologías, gracias a la evidencia existente acerca de los beneficios de implementar mejores prácticas a nivel mundial, siendo posible alcanzar un 15% de aumento en la productividad. Building Information Modeling es de esas metodologías en las que se aplican las buenas prácticas que promueve una mejor previsión de riesgos debido a la mayor cantidad de información durante todo el ciclo de vida del proyecto. Esta es una tecnología que resulta habilitante para el desarrollo de otras buenas prácticas como la impresión 3D y sistemas de producción similares a los de la manufactura para edificaciones.

Plan BIM Chile

En Chile, (Soto, 2022) en el sector público para la contratación de obras construyó un documento con el levantamiento, estudio de normativas, estándares y protocolos con el objetivo de incrementar la productividad y sustentabilidad de la industria de la construcción con la incorporación de metodologías y tecnologías de información y comunicaciones que permiten la modernización durante el ciclo de vida de las obras. Plan BIM tiene como una de sus metas la utilización de la metodología BIM para el desarrollo y operación de proyectos de edificación e infraestructura pública.

Planificación BIM - Penn State

La (The Pennsylvania State University, 2022) ha creado guías de planificación para la implementación de BIM y ha establecido usos BIM a través de un grupo de investigación de Construcción Integrada por Computadora que se formó a fines de la década de 1980. Su equipo de profesores y estudiantes, en estrecha colaboración con la industria, ha trabajado en la investigación relacionada con la implementación de innovaciones en tecnología, métodos de entrega, sostenibilidad y educación y capacitación mejoradas con tecnología. Sus estudios permiten tener

una base para implementar BIM y que puede moldear a la necesidad de la empresa o sector que desee implementar la metodología, implementados por varios entes, por ejemplo, el Gobierno de Chile.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se exponen las fases que componen el proyecto y se esquematiza el proceso general de la metodología a través de un mapa conceptual (Figura 2), después se describe cada etapa, iniciando con la recopilación de la información hasta la generación de la guía de Usos BIM en la etapa final.

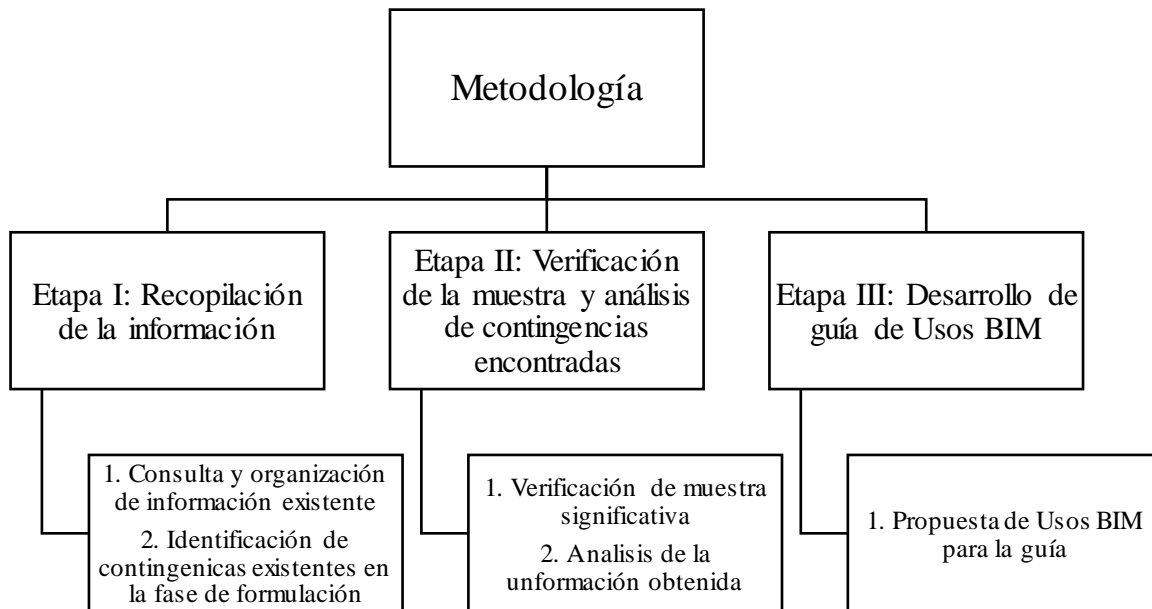


Figura 2. Esquema metodológico por etapas

En los subcapítulos siguientes se desarrollan las etapas de la metodología planteada, evidenciando cómo se desarrolló el trabajo de grado para llegar al cumplimiento de los objetivos establecidos.

6.1. Recopilación de la información

Se realizó un diagnóstico con 38 proyectos de infraestructura que nacen en la subgerencia de infraestructura de INDERVALLE, a partir de la recopilación de información existente que

evidencia la forma de trabajo y análisis de los productos generados durante la formulación de los proyectos realizando un seguimiento jurídico, en cuanto a novedades contractuales, presupuestales y técnicos que puedan arrojar información sobre los cambios generados en los objetivos del proyecto en las fases de planeación y diseño de su ciclo de vida, agrupando estos dependiendo de su origen y usando herramientas cualitativas y cuantitativas para analizar los productos generados en la formulación.

6.1.1. Consulta y organización de información existente en la entidad

La información recopilada para este trabajo de grado se obtuvo a través de varios pasos dentro de la Subgerencia de Infraestructura de INDERVALLE.

Como primer paso, se redactó una solicitud de permiso dirigida a la Gerente de INDERVALLE, la doctora Dayra Faisury Dorado, el día 4 de noviembre de 2022, con el fin de obtener información de archivo central y de la plataforma Gesproy de contratos de obra e interventoría de INDERVALLE. La Gerente de la entidad concedió el permiso.

Como segundo paso, se procedió a acceder a la plataforma y revisar el archivo digital y físico para conocer la información disponible y de ahí, clasificar la información pertinente para el desarrollo del trabajo de grado. Ver Anexo 1.

Desde ahí, se analizó la información disponible y con la que se podría trabajar, puesto que se necesitaba información de condiciones iniciales y finales de los contratos, como lo son tiempo de ejecución inicial, tiempo de ejecución final, presupuesto inicial, presupuesto final, causas por las cuales las condiciones iniciales cambiaron en el caso que aplique, puesto que con esta información se puede analizar el comportamiento de los contratos ejecutados desde el año 2016 hasta 2023.

Por consiguiente, se enlistaron los contratos finalizados y el cuadro resumen donde se compiló la información se estructuró como se muestra en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Tabla de condiciones iniciales de contratos realcionados

CONDICIONES INICIALES									
#	Objeto	No. Contrato	Fecha de suscripción	Acta de inicio	Fecha terminación inicial	Fecha terminación final	Tipo de proyecto	Costo inicial del contrato	Duración del contrato

Tabla 2. Tabla de condiciones nuevas de contratos relacionados

CONDICIONES NUEVAS								
Costo al finalizar	Valor ejecutado	Valor adicionado	Causa de adición	Tipo de construcción	Novedad contractual	Causas de suspensiones	Cantidad (días)	Tiempo adicionado (días)

Tabla 3. Tabla de caracterización de los contratos relacionados

CARACTERIZACIÓN CONDICIONES NUEVAS	
Causas de adición	Origen situación

Se enlistaron los contratos y analizando la información de cada uno, en muchos de ellos la información se extrae desde el acta de liquidación, documento que tiene información relevante del contrato a nivel técnico, jurídico y financiero. En los casos en los que no fue suficiente con la información del acta de liquidación, se inspeccionó todo el archivo existente para conocer las condiciones iniciales y finales del contrato. Además de esto, se buscó la documentación en la que se justifican los cambios que se realizaron.

Con la búsqueda de la información, se obtiene como resultado la tabla resumen de contratos ejecutados de los años 2016 al 2023. Ver Anexo 2.

En un primer bloque se denotan las condiciones iniciales del contrato, las condiciones sobre las que se adjudicó y las previstas en la etapa de formulación. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Ejemplo condiciones iniciales del contrato 2768-2019

CONDICIONES INICIALES									
#	Objeto	No. Contrato	Fecha de suscripción	Acta de inicio	Fecha terminación inicial	Fecha terminación final	Tipo de proyecto	Costo inicial del contrato	Duración del contrato
2	"Mejoramiento a escenarios deportivos y recreativos para el distrito de Buenaventura, para los municipios de Buga, La Cumbre, Ulloa y Yotoco en el departamento del Valle del Cauca" Grupo 1: adecuación del gimnasio al aire libre balboa municipio de Guadalajara de Buga, adecuación gimnasio al aire libre corregimiento de Bitaco municipio de La Cumbre, adecuación escenario deportivo Jiguales municipio de Yotoco - Valle del Cauca, adecuación juegos infantiles corregimiento Moctezuma municipio de Ulloa, adecuación cancha sintética fútbol 11 recreativa comuna 9 Distrito de Buenaventura - Valle del Cauca	2768-2019	20-ago-19	18-may-20	18-nov-20	14-abr-21	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 3.556.522.889,00	6 meses

El segundo bloque denota las condiciones nuevas del contrato, lo que significa que por razones específicas el tiempo de ejecución y/o presupuesto cambiaron para cumplir con alcance inicial del proyecto. Ver Tabla 5.

Tabla 5. Ejemplo condiciones nuevas del contrato 2786-2019

CONDICIONES NUEVAS								
Costo al finalizar	Valor ejecutado	Valor adicionado	Causa de adición	Tipo de construcción	Novedad contractual	Causas de suspensiones	Cantidad (días)	Tiempo adicionado (días)
\$ 4.236.522.889,00	\$ 4.236.522.889,00	\$ 680.000.000,00	Ajuste de diseño inicial de cancha sintética en Buenaventura. La comunidad solicitó mayores dimensiones de ella.	- Construcción de 3 gimnasios al aire libre - Construcción de 1 parque infantil - Construcción de 1 polideportivo - Construcción de 1 cancha sintética	Prórroga: 1-feb-21 hasta 28-feb-21	La comunidad solicitó la ampliación de las dimensiones de la cancha que se le iba a construir	147	28

Y el último bloque caracterizan las causas por las cuales se dieron los cambios en el proyecto, en este se busca encontrar en qué etapa del proyecto pudo haberse originado la falencia que generó las nuevas condiciones del contrato. Estas etapas son, formulación, planeación y ejecución. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Ejemplo caracterización condiciones nuevas del contrato 2768-2019

CARACTERIZACIÓN CONDICIONES NUEVAS	
Causas de adición	Origen situación
<p>Por ajustes a diseños solicitados por la comunidad y requeridos por condiciones del terreno.</p> <p>Demora en inicio de frente de obra de Buga por obras de la alcaldía que no permitían el inicio de actividades</p>	Formulación

Para la caracterización de las condiciones nuevas, se revisa la información donde se mencionan las causas por las cuales se dieron las modificaciones en cada uno de los contratos, estas causas se clasificaron así:

Imprevistos, significa toda situación o evento inesperado y por tanto no se prevé, lo que significa que no está contemplado dentro del proyecto. Estos pueden ocurrir por causas naturales, sociales, económicas o financieras.

Formulación, hace referencia a los factores que se prevén durante esta etapa en los proyectos, los cuales deben estar contemplados en los estudios y/o diseños.

Planeación, hace referencia a los factores que son contemplados durante esta etapa de los proyectos, los cuales pueden afectar la ejecución de estos.

Estos tres factores permitieron encontrar cuántos proyectos se vieron afectados por situaciones habidas en la fase de la formulación de los proyectos puesto que el fin del presente trabajo es encontrar las contingencias en esta fase. Los imprevistos y planeación son factores que no se relacionan con factores técnicos inherentes a los proyectos y, por tanto, no se contemplan en la formulación cuya fase es de elaboración de diseños y presupuestos.

Finalmente, se enlistan 38 contratos ejecutados a través de INDERVALLE, 33 de ellos tuvieron cambios en tiempo y/o presupuesto durante la ejecución de los contratos y 26 sufrieron cambios a causa de contingencias habidas durante la formulación de estos. Ver Anexo 2.

De esta relación se encontró que,

1. Cinco (5) de los proyectos ejecutados, es decir, el 13% de estos relacionados, no sufrieron cambios en las condiciones iniciales.
2. Treinta y tres (33) de los proyectos ejecutados, es decir, el 87% de estos relacionados, tuvieron modificaciones en cuanto a tiempo y/o presupuesto.
3. Veintiséis (26) de los proyectos ejecutados, el 68,4% de estos relacionados se les modificó las condiciones iniciales por razones técnicas relacionadas con la formulación de los proyectos.

6.2.Verificación de la muestra y análisis de contingencias encontradas

Luego del diagnóstico inicial, se analizaron las afectaciones en los tiempos y recursos establecidos en los proyectos que fueron generados durante las fases de planeación y diseño del ciclo de vida analizando las principales contingencias para abordarlas desde la formulación de usos BIM. Este análisis se realizó con una herramienta estadística, una prueba de hipótesis y el cálculo de la significancia de una muestra, donde al formular preguntas y encontrar una posible respuesta a través de la teoría, se agruparon los casos similares para relacionarlos con los usos BIM propuestos por la metodología BIM.

Finalmente, mediante los usos BIM (Building information modeling) se propusieron posibles soluciones o alternativas de desarrollo de las actividades, que propenden a un flujo más amigable en el desarrollo de cada actividad, lo cual logra garantizar solventar las fallas encontradas.

6.2.1. Cálculo de muestra significativa

Una vez organizada la información que se recopiló, es necesario identificar si el tamaño de muestra obtenida es significativa o no.

Durante la revisión y verificación de la información disponible que se encuentra en los proyectos ejecutados entre los años 2016 a 2023, los proyectos a estudiar a través de este trabajo de grado y que proporcionan la información correcta para su análisis son 38.

Con la revisión realizada durante la recopilación de la información en el subcapítulo anterior, se encontró que, de los 38 proyectos, 26 sufrieron cambios por contingencias que se debieron en la fase de formulación de proyectos, estas pueden ser por falencias de presupuestos, diseños, ausencia de planes de contingencia, etc. y provocaron modificaciones que permitieron una ejecución presupuestal y/o un tiempo de finalización mayor.

Con el objetivo de verificar que la muestra obtenida para el estudio es significativa, se aplica la Ecuación 1 puesto que, según explica (Vinasco Isaza, 2013), para el caso de este trabajo de grado, la muestra al ser cualitativa, se puede estimar la proporción de casos favorables.

$$n_0 = \frac{(Z)^2(p^*(1-p))}{(\xi)^2}$$

Ecuación 1. Tamaño de muestra para variables cualitativas o atributos. (Vinasco Isaza, 2013)

Los componentes de la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra se describen a continuación:

p: Este valor es el indicador que se refiere al porcentaje de contratos con modificaciones de las condiciones iniciales del proyecto entre otros por falencias en la formulación (26/38).

E̶: Este es establecido por los autores de este trabajo de grado, de manera general, siempre es escogido por los autores o investigadores, por tanto, el valor de épsilon establecido es de 0,15.

Z: Se trabajará con un nivel de confianza del 90%.

El valor escogido para cada variable se determinó según la complejidad de obtención de información exacta y correcta, ya que parte del comportamiento de estos proyectos también se relaciona con factores no técnicos.

Para el caso de proyectos analizados de INDERVALLE se tienen los siguientes valores base:

$$p: (26/38) = 0.684$$

$$E̶: (15/100) = 0.15$$

$$Z: 90\% = 1.645$$

Donde se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{(1.645)^2(0.684) * (1 - 0.684)}{0.15^2} = 25.99 \approx 26$$

Ecuación 2. Cálculo de muestra significativa

Con lo anterior se informa que se trabajará con una muestra significativa.

6.2.2. Información de grupo focal

Tras desarrollar los puntos anteriores, se discute a través de un grupo focal **¿Cuáles son las posibles causas por las cuales ellos consideran que existen falencias en la etapa de la formulación de los proyectos de infraestructura en INDERVALLE?** Esto para analizar causas que puedan llevar a posibles soluciones mediante los usos existentes de la metodología BIM. En este grupo focal participaron profesionales de la Subgerencia de Infraestructura que trabajan en las áreas de formulación y supervisión de obras de infraestructura. Ver Anexo 3.

De esta reunión surge la lluvia de ideas y se puede evidenciar que los profesionales no presentan una discrepancia notable entre las posibles causas por las que hay falencias en la formulación de los proyectos, presentado así, 31 ideas que podrían ser parte de las causas por las que se presentan falencias en la formulación de los proyectos enlistadas a continuación,

¿Cuáles son las posibles causas por las cuales ellos consideran que existen falencias en la etapa de la formulación de los proyectos de infraestructura en INDERVALLE?

1. Diferentes requerimientos o parámetros de las fuentes de financiación
2. Requerimientos normativos nuevos
3. Limitación de recursos
4. Falta de gerente de proyectos
5. Falta de coordinación de un proyecto de manera integral
6. No se proyecta la fase postconstructiva de los proyectos
7. No se abarca toda la población beneficiada
8. Alcances de los proyectos sesgados
9. Débil recopilación de la información
10. Distribución de proyectos para la ejecución
11. Precios deficientes para presupuestos
12. Precios por transportes y dificultad en la zona de trabajo
13. Los tiempos entre la formulación y la ejecución son largos
14. Falencias con el personal de formulación
15. No se tienen en cuenta los tiempos de la formulación a la ejecución para la programación
16. No está el personal adecuado (con conocimiento en construcción)

17. No hay un seguimiento completo y permanente de los proyectos durante el diseño
18. Falencias en las especificaciones técnicas de los proyectos
19. Hacen falta especialistas para abarcar los proyectos
20. Cuadrillas de especialistas
21. Se propone un proyecto de una escala que según la necesidad puede variar y vuelve el proyecto no tan beneficioso
22. Tiempos de aprobación de proyectos no se cumplen, afectando cambio de precios por año y tiempos de entrega, hasta pérdida de dinero otorgado, pérdida de inversión
23. No se cuenta con un trabajo colaborativo para determinar la interoperabilidad de los diseños (estructural, arquitectónico, hidrosanitario, eléctrico y de más) , generando ajustes ya en el proceso de ejecución, esto por falta de seguimiento y control en la fase de formulación.
24. Problemas específicos en cada diseño, por no contar con personal idóneo, entregan detalles constructivos básicos, sin el nivel de complejidad necesario, por ende, se tiende a cometer errores por falta de información.
25. Podrían aumentarse el número de profesionales para generar un mayor control en la fase de formulación, para garantizar la calidad de la información que se va a entregar para la ejecución de cada proyecto, así se garantizaría el menor número de reprocesos.
26. No se cuenta con el software apropiado para el trabajo en conjunto
27. No existen herramientas que permitan la actualización de información repetitiva
28. No existen herramientas que permitan recopilación de información completa
29. Falta articulación con demás entidades estatales para que haya coherencia con las exigencias actuales
30. Falta de base de datos que permita hacer seguimiento de condiciones actuales de los lugares a intervenir
31. El proyecto no estaba delineado correctamente en todas sus dimensiones (funcional, geográfica, organizativa y de expectativas concretas)

La finalidad de la lluvia de ideas generada a partir de información dada por personas que trabajan en la formulación de los proyectos y en la ejecución de los contratos de obra, etapa en la

cual se materializan los ajustes a los proyectos, es conocer desde su experiencia de trabajo las ideas que tienen respecto a la pregunta planteada puesto que son ellos quienes están inmersos en los procesos internos y quienes tienen una visión clara de lo que pasa realmente y cómo se podrían solucionar las contingencias encontradas.

Con esto se puede identificar grupos grandes de las 31 ideas aportadas que resultan siendo las contingencias presentes en los proyectos de infraestructura de INDERVALLE. Esto se logró relacionando las 31 ideas y agrupando las ideas similares.

1. Programación del proyecto imprecisa
2. Presupuesto incompleto
3. Dificultad de consecución de material y/o transporte
4. No se cumple con requerimientos de empresas prestadoras de servicios y ambientales
5. Incongruencia entre diseño y presupuesto
6. Alcance del proyecto incompleto
7. Inconsistencias en los diseños

Estas contingencias recogen cada idea aportada por los profesionales que trabajan entre la formulación y/o en la ejecución de los proyectos de infraestructura de INDERVALLE, y se concluyen 7 contingencias que contienen las falencias encontradas en el Anexo 1.

6.2.3. Análisis mediante las 5 M's

Por consiguiente, se realiza un diagrama de afinidad con el fin de agrupar las ideas similares; de acuerdo con lo analizado en este trabajo de grado, se agrupan las ideas en cinco grupos, Mano de obra, Herramientas, Material, Método y Gestión (Management). Estos grupos surgen de las ideas dadas durante la reunión con los profesionales y son factores importantes para garantizar una formulación que abarque de manera acertada lo que se requiere en un proyecto para dar un producto (proyecto final) completo y que se haya trabajado de manera eficiente en la construcción de la idea (diseños, presupuestos).

Mano de obra, hace referencia a las posibles causas que estén relacionadas con el personal interdisciplinario que conforma el equipo de supervisión

Máquinas, se refiere a las posibles causas relacionadas con las herramientas TIC del profesional y la entidad que permiten organizar información detallada y conjunta según las disciplinas involucradas y demás que permitan un trabajo fluido y actualizado.

Material, se refiere a las posibles causas relacionadas con información recopilada por el equipo de formulación a través de los proyectos ya formulados que permiten tener información a la mano sobre los factores contemplados durante la formulación y que pueda ser específica de tipos de proyectos y/o municipio en el departamento del Valle del Cauca.

Método, se refiere a las posibles causas que estén relacionadas a la metodología de trabajo existente en el área de formulación.

Gestión o Management, se refiere a las posibles causas que estén relacionadas a la gestión que realiza la entidad para materializar los proyectos, desde la posibilidad y disponibilidad para realizar los estudios pertinentes, como la articulación para la obtención de información con otras entidades gubernamentales y hasta los recursos que se puedan asignar a los proyectos.

Una vez definido esto, se agrupan las ideas generadas en los siguientes pasos, ver Tabla 8 y 9. Para ver mejor, ver Anexo 4:

Tabla 7. Caracterización de las ideas en 5 Ms Parte 1.

Mano de obra	Maquinaria	Material
Hace falta una persona con el perfil adecuado que lidere los proyectos	No se cuenta con el software apropiado para el trabajo en conjunto	Falta de base de datos que permita hacer seguimiento de condiciones actuales de los lugares a intervenir
Hace falta un equipo interdisciplinario	No existen herramientas que permitan la organización de información repetitiva que esté al alcance para nuevos proyectos similares	Precios deficientes para presupuestos
Hace falta personal con conocimiento		Precios por transportes y dificultad en la zona de trabajo
	No existen herramientas que permitan recopilación de información completa que garantice incluir las actividades que se requieren en los proyectos	Limitación de recursos

Tabla 8. Caracterización de las ideas en 5 Ms Parte 2.

Método	Management
Hace falta incluir la proyección de la fase de la postconstrucción para seguimiento por temas de calidad y funcionalidad	Existen diferentes requerimientos o parámetros de las fuentes de financiación que pueden generar cambios en los proyectos
No hay un alcance acertado de acuerdo con la población beneficiada	No hay información de todos los requerimientos normativos
Los alcances no son precisos con la situación a mejorar con el proyecto que se formula	Falta de actualización de requerimientos normativos nuevos
No existe una recopilación adecuada de la información para los proyectos	Los tiempos entre la formulación y la ejecución son largos
No hay una distribución adecuada de los proyectos para su ejecución	Se propone un proyecto de una escala que según la necesidad puede variar y vuelve el proyecto no tan beneficioso
Falta de coordinación de un proyecto de manera integral	Tiempos de aprobación de proyectos no se cumplen, afectando cambio de precios por año y tiempos de entrega, hasta pérdida de dinero otorgado
No hay un seguimiento completo y permanente de los proyectos durante el diseño	
No existen especificaciones técnicas claras en el proyecto	
No se cuenta con un trabajo colaborativo para determinar la interoperabilidad de los diseños (estructural, arquitectónico, hidrosanitario, eléctrico y de más) , generando ajustes ya en el proceso de ejecución, esto por falta de seguimiento y control en la fase de formulación.	Falta articulación con demás entidades estatales para que haya coherencia con la exigencias actuales
Existen problemas específicos en cada diseño por no contar con personal idóneo, entregan detalles constructivos básicos, sin el nivel de complejidad necesario, por ende, se tiende a cometer errores por falta de información.	
El proyecto no estaba delineado correctamente en todas sus dimensiones (funcional, geográfica, organizativa y de expectativas concretas)	

6.2.4. Diagramas de Ishikawa

Luego de la caracterización, se elaboran los diagramas de Ishikawa. En este ejercicio se realiza a partir de las 5 Ms definidas, las cuales componen las cinco ramas que llegan al eje central del diagrama y que agrupa cada una de las ideas generadas durante la reunión de grupo focal; con ello se dan finalmente 7 contingencias. Ver Figura 3. Todas las contingencias verlas en Anexos 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

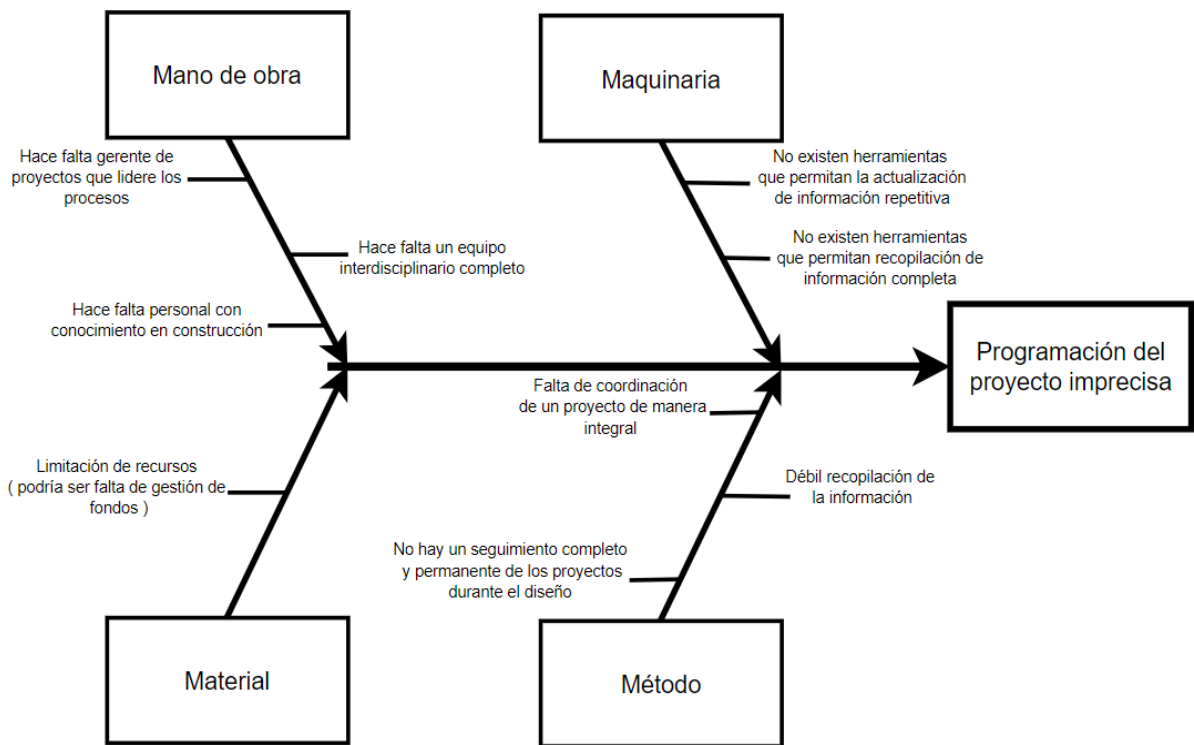


Figura 3. Diagrama de Ishikawa - Programación del proyecto imprecisa.

De lo anterior se obtuvieron estas contingencias;

1. Programación del proyecto imprecisa
2. Presupuesto incompleto
3. Dificultad de consecución de material y/o transporte
4. No se cumple con requerimientos de empresas prestadoras de servicios y ambientales
5. Incongruencia entre diseño y presupuesto
6. Alcance del proyecto incompleto
7. Inconsistencias en los diseños

6.2.5. Fichas técnicas de las contingencias

Una vez se tienen las contingencias, con el fin de organizar e identificar cada contingencia de manera detallada y que el lector tenga claridad también, se crea una ficha técnica por cada

contingencia que tiene información de su descripción, de dónde procede y cuál es el objetivo al resolverla; así se generan las fichas técnicas de contingencias, que aclaran el porqué de este análisis y la dificultad que se quiere solventar. La estructura de las fichas es la siguientes;

1. Título de la contingencia
2. Descripción de la contingencia
3. Procedencia de la contingencia
4. Objetivo de la contingencia

Las contingencias se muestran en las Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10.



Programación de proyecto imprecisa

Descripción

Contingencia que se evidencia debido a que los contratos no cumplen con los tiempos y los recursos proyectados como también los posibles imprevistos, dado que no se cuenta con personal idóneo para el desarrollo adecuado de un proyecto, al igual que un líder con las capacidades para hacerlo, demostrando que no se realiza un análisis suficiente para identificar todos los riesgos que puede acarrear la ejecución de un proyecto.



Procedencia

Tras la revisión de los 38 contratos en estudio, se identifican falencias en la formulación de los proyectos, donde no se tienen en cuenta tanto imprevistos como agentes, que pueden cambiar el curso de este tipo de proyectos, por ejemplo el contrato 2768 del 2019, donde se identifica que por razones sociales y del entorno se realiza una adición de tiempo considerable.



Objetivo

Garantizar la proyección de tiempos lo más real posible en la ejecución de un proyecto a partir de los insumos adecuados y grupo de trabajo experimentado



Figura 4. Programación de proyecto imprecisa.



Presupuesto incompleto

Descripción

En la ejecución de proyectos es indispensable incluir todas las actividades a desarrollar, las cuales se componen de recursos y procesos que garantizan la culminación de una estructura o elemento de dicho proyecto. Si no se tiene en cuenta una de las partes mencionadas el destino es encontrar una falencia en el camino, que se reflejará en los costos establecidos inicialmente, afectando negativamente los recursos y llegando al punto de volver inviable un proyecto.



Procedencia

Proviene de las diferencias entre cantidades presupuestadas y cantidades ejecutadas, en contratos tales como el número 2711-2019 el cual corresponde a la adecuación de un escenario deportivo, en este caso un polideportivo, debido a la falencia de proveedores de materiales, causando cambios inesperados en valores proyectados, generando adiciones de tiempos y dinero.



Objetivo

Realizar análisis completo del proyecto a ejecutar, para así, involucrar todos los recursos y actividades para su buen desarrollo



Figura 5. Presupuesto incompleto.



Dificultad de consecución de materiales y/o transporte

Descripción

Para el desarrollo de proyectos de toda índole es indispensable tener en cuenta que insumos se van a utilizar, los cuales deben cumplir con características específicas para cada proyecto, garantizando el cumplimiento de los diseños, además de esto se debe tener en cuenta la facilidad para poder tener estos materiales en el lugar de ejecución, lo cual implica una acertada formulación, ya que de lo contrario la facilidad o el método a desarrollar se puede convertir en la dificultad más grande.



Procedencia

Además de los tiempos de entrega de los proveedores existen diferentes casos puntuales como es el del contrato número 1771-2017, donde se realizaba la adecuación de un ecoparque, el cual tuvo adiciones de tiempos no previstas gracias a que un material puntual, en este caso la "carbonilla" no era un material de fácil acceso en la zona, generando incumplimiento del contrato y ajuste de este mismo, afectando negativamente su desarrollo.



Objetivo

Gestionar los insumos y su llegada al sitio de desarrollo del proyecto teniendo en cuenta la experiencia de INDERVALLE



Figura 6. Dificultad de consecución de materiales y/o transporte.



No se cumple con requerimientos de empresas prestadoras de servicios y ambientales

Descripción

Las empresas prestadoras de servicios y las ambientales cuentan con procesos y requerimientos para otorgar permisos y certificaciones en los proyectos que validen el funcionamiento y buenas practicas, por tanto, el incumplimiento de estos traen retrasos y sobrecostos durante la ejecución de la obra que perjudican los resultados finales.



Procedencia



Desconocimiento de las normativas exigidas para los diferente proyectos en cada lugar de ejecución.
Falta de gestión por parte de los responsables del proyecto en las entidades correspondientes.
Contingencia a causa de las empresas prestadoras de servicios o ambientales por demora en las respuesta a las solicitudes realizadas.

Objetivo

Abordar la totalidad de los proyectos a ejecutar para así prever las necesidades futuras e iniciar con la gestión de los mismos con anterioridad sin ocasionar atrasos y demoras en las actividades a realizar.



Figura 7. No se cumple con requerimientos de empresas prestadoras de servicios y ambientales.



Incongruencia entre diseños y presupuesto

Descripción

Los diseños son la base fundamental para un presupuesto acertado, con conocimiento previo y claro de las condiciones del terreno a intervenir, es por esto que la incongruencia entre diseños y presupuesto afecta de manera significativa el cumplimiento de tiempos y presupuesto durante la ejecución de los mismo puesto que se generan confusiones y es necesario tomarse el tiempo de evaluar y corregir dichas incongruencias.



Procedencia

No hay un trabajo en conjunto, personal adecuado y herramientas de trabajo para un desarrollo de diseños congruente con el alcance del proyecto que permitan conocer la disponibilidad presupuestal y condiciones geográficas y sociales del espacio donde se ejecutará el proyecto.



Objetivo

Eliminar incongruencias entre presupuesto y diseños para evitar contratiempos en obra.



Figura 8. Incongruencias entre diseños y presupuesto.



Diseños con alcance incompleto para la comunidad

Descripción

Algunos de los proyectos evaluados tienen un alcance incompleto para la comunidad, esto quiere decir que hay factores faltantes a causa de las condiciones del terreno, disponibilidad de recursos materiales en las zonas, entre otros. Estos factores son considerados durante la formulación del proyecto, pero cuando se llega a la ejecución, estos factores pueden ser nuevamente reclamados por la comunidad y genera contratiempos que afecta cronograma y presupuesto.



Procedencia



No existen herramientas que permitan la recopilación de datos completa para dar una trazabilidad de las posibles situaciones que se presentarían y un plan de contingencia para las mismas.

No existe un trabajo detallado de lo que la comunidad solicita o requiere que se pueda responder mediante el mejoramiento de espacios deportivos y recreativos, así como las implicaciones que las soluciones planteadas puedan generar en su postconstrucción.

Objetivo

Formular proyectos de la mano con la comunidad priorizando factores técnicos y geográficos y así mismo estimar en tiempo y presupuestalmente las situaciones que se puedan presentar.



Figura 9. Diseño con alcance incompleto para la comunidad.



Inconsistencias en los diseños

Descripción

Algunos proyectos presentan inconsistencias en los diseños, esto quiere decir que por ejemplo, diseños hidrosanitarios no corresponden a la realidad del terreno a intervenir, o diseños estructurales no concuerdan a los diseños arquitectónicos, etc, lo cual ocasiona contratiempos y sobrecostos durante la ejecución de la obra.



Procedencia



Esto se puede dar a falta de trabajo en equipos, falta de herramientas para el trabajo paralelo, informado y colaborativos entre todo el equipo interdisciplinario para la formulación de un proyectos de infraestructura.

Objetivo

Obtener diseños precisos del proyecto.
Mejorar lo diseños para osproyectos de infraestructura (información, planos, detalles).
Mejorar los procesos para los diseños de los proyectos.



Figura 10. Inconsistencias en los diseños.

6.2.6. Objetivos SMART para selección de usos BIM

Una vez se tiene clara la información de las contingencias en los subcapítulos anteriores, Los Usos BIM, según (Kreider and Messner, 2013) son el procedimiento por el cual se responde a un objetivo trazado para el cumplimiento del alcance, por tanto, se formulan los objetivos establecidos por cada contingencia para proponer los usos BIM adecuados, respondiendo a la necesidad de solucionar estas contingencias. Los Usos BIM con los que se trabajó están establecidos por la Universidad Estatal de Pennsylvania en su Guía de Usos BIM (Figura 11).

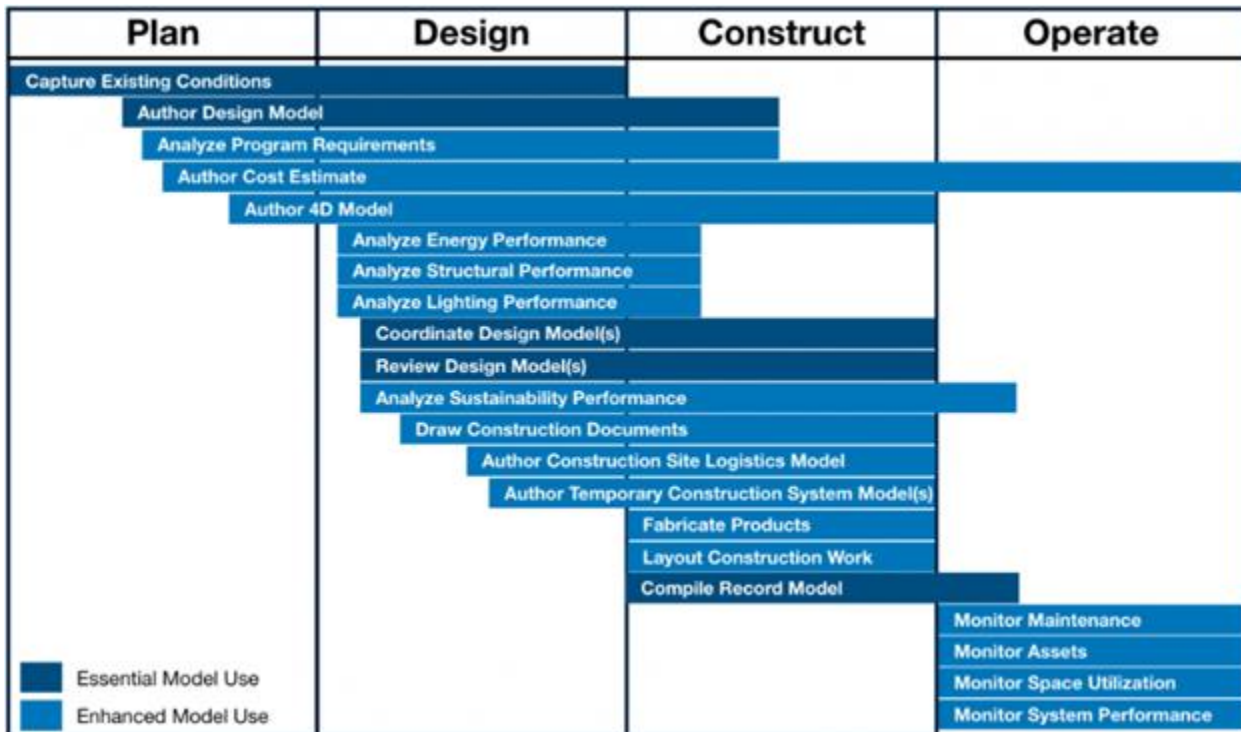


Figura 11. Usos BIM. (The Pennsylvania State University, 2021)

En esta figura, los Usos BIM propuestos se encuentran en las fases de diseño y planeación, los cuales corresponden a los requeridos en la fase de formulación de INDERVALLE.

Por tanto, los objetivos trazados se muestran en las siguientes tablas con los Usos BIM propuestos como respuesta a los objetivos. Ver Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 9. Objetivos 1 y 2

CONTINGENCIA	Incongruencia entre diseños y presupuestos	CONTINGENCIA	Alcance del proyecto incompleto
OBJETIVO PROPUESTO		OBJETIVO PROPUESTO	
Eliminar incongruencias entre presupuesto y diseños para evitar contratiempos en obra.		Formular proyectos de la mano con la comunidad priorizando factores técnicos y geográficos y así mismo estimar en tiempo y presupuestalmente las situaciones que se puedan presentar.	
S	Eliminar incongruencias entre presupuestos y diseños	S	Formular proyectos con la participación de la comunidad priorizando factores técnicos y sociales
M	en el 90% de los proyectos	M	el 100% de los proyectos
A	elaborando diseños y presupuestos ligados entre sí	A	analizando las necesidades que se buscan satisfacer
R	mediante el trabajo colaborativo del equipo interdisciplinario	R	mediante mecanismos de participación ciudadana
T	durante la formulación del proyecto	T	durante la formulación del proyecto
OBJETIVO SMART	Eliminar incongruencias entre presupuestos y diseños en el 90% de los proyectos elaborando diseños y presupuestos ligados entre sí mediante el trabajo colaborativo del equipo interdisciplinario durante la formulación del proyecto	OBJETIVO SMART	Formular proyectos con la participación de la comunidad priorizando factores técnicos y sociales el 100% de los proyectos analizando las necesidades que se buscan satisfacer mediante mecanismos de participación ciudadana durante la formulación del proyecto
USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes; estimación de cantidades y costos; planificación de fases; análisis de cumplimiento del programa espacial; análisis de la ubicación; coordinación 3D; diseño de especialidades; revisión del diseño.	USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes; estimación de cantidades y costos; planificación de fases; análisis de cumplimiento del programa espacial; análisis de la ubicación; coordinación 3D; revisión del diseño.

Tabla 10. Objetivos 3 y 4

CONTINGENCIA	Inconsistencias en los diseños	CONTINGENCIA	Inconsistencias en los diseños
OBJETIVO PROPUESTO		OBJETIVO PROPUESTO	
Mejorar los diseños para proyectos de infraestructura (información, planos, detalles).		Mejorar los procesos para los diseños de los proyectos.	
S	Mejorar los diseños técnicos de los proyectos de infraestructura	S	Mejorar los procesos para los diseños de los proyectos
M	el 100% de los proyectos	M	el 100% de los proyectos
A	con el estudio adecuado y minucioso de las disciplinas que le componen	A	con el equipo interdisciplinario y herramientas adecuadas
R	mediante el trabajo colaborativo del equipo interdisciplinario	R	en las etapas de diseño y planeación
T	durante la formulación del proyecto	T	durante la formulación del proyecto
OBJETIVO SMART	Mejorar los diseños técnicos de los proyectos de infraestructura el 100% de los proyectos con el estudio adecuado y minucioso de las disciplinas que le componen mediante el trabajo colaborativo del equipo interdisciplinario durante la formulación del proyecto	OBJETIVO SMART	Mejorar los procesos para los diseños de los proyectos el 100% de los proyectos con el equipo interdisciplinario y herramientas adecuadas en las etapas de diseño y planeación durante la formulación del proyecto
USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes; estimación de cantidades y costos; planificación de fases; análisis de cumplimiento del programa espacial; análisis de la ubicación; coordinación 3D; diseño de especialidades; revisión del diseño.	USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes; estimación de cantidades y costos; planificación de fases; análisis de cumplimiento del programa espacial; análisis de la ubicación; coordinación 3D; diseño de especialidades; revisión del diseño.

Tabla 11. Objetivos 5 y 6

OBJETIVO PROPUESTO		OBJETIVO PROPUESTO	
Garantizar la proyección de tiempos lo más real posible en la ejecución de un proyecto a partir de los insumos adecuados y grupo de trabajo experimentado		Realizar análisis completo del proyecto a ejecutar, para así, involucrar todos los recursos y actividades para su buen desarrollo	
S	Garantizar la proyección de tiempos	S	Presupuestar el proyecto a ejecutar en su fase de factibilidad
M	con una incertidumbre menor al 5%	M	teniendo en cuenta el 100% de sus actividades
A	mediante la utilización de insumos adecuados y grupo de trabajo experimentado	A	mediante un análisis unitario completo
R	para mitigar costos adicionales	R	para evitar sobrecostos
T	en la duración del proyecto	T	mientras se desarrolle el proyecto
OBJETIVO SMART	Garantizar la proyección de tiempos con una incertidumbre menor al 5% mediante la utilización de insumos adecuados y grupo de trabajo experimentado para mitigar costos adicionales en la	OBJETIVO SMART	Presupuestar el proyecto a ejecutar en su fase de factibilidad teniendo en cuenta el 100% de sus actividades mediante un análisis unitario completo para evitar sobrecostos mientras se desarrolle el proyecto
USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes; estimación de cantidades y costos; planificación de fases	USOS BIM	Levantamiento de condiciones exsistentes; estimación de cantidades y costos; planificación de fases; análisis de cumplimiento del programa espacial; análisis de ubicación; coordinación 3D; evaluación de sustentabilidad

Tabla 12. Objetivos 7 y 8

OBJETIVO PROPUESTO		OBJETIVO PROPUESTO	
Gestionar los insumos y su llegada al sitio de desarrollo del proyecto teniendo en cuenta la experiencia de INDERVALLE		Cumplir a cabalidad las solicitudes de entidades regulatorias, teniendo claridad de éstas a partir de un equipo de trabajo adecuado	
S	Seleccionar los insumos y el transporte para el proyecto	S	Cumplir a cabalidad las solicitudes de entidades regulatorias
M	teniendo en cuenta un radio de 50km para su consecución	M	en un 100%
A	que cumplan con los requerimientos normativos locales,	A	ya que es una variable que permite el desarrollo edecado del proyecto o lo impide,
R	esto permitirá la ejecución continua	R	esto ayudará a proceder con cada actividad sin pausa
T	durante la programación de obra establecida	T	desde la planeación hasta la entrega del mismo
OBJETIVO SMART	Seleccionar los insumos y el transporte para el proyecto teniendo en cuenta un radio de 50km para su consecución que cumplan con los requerimientos normativos locales, esto permitirá la ejecución continua durante la programación de obra	OBJETIVO SMART	Cumplir a cabalidad las solicitudes de entidades regulatorias en un 100% ya que es una variable que permite el desarrollo edecado del proyecto o lo impide, esto ayudará a proceder con cada actividad
USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes, estimación de cantidades y costos, análisis de ubicación	USOS BIM	Levantamiento de condiciones existentes; validación normativa

A partir de esto, se proponen mejoras en la formulación que van a reflejarse en la ejecución de los proyectos, al permitir mejorar la calidad de presupuestos y cronogramas establecidos inicialmente.

6.3.Propuesta de Usos BIM

Mediante la revisión de la información analizada en los diferentes proyectos, las alternativas propuestas como solución y su correlación, se generó una guía a través de la formulación de una propuesta de mapa de procesos, la cual podrá ser adaptada y aplicada en la fase de formulación de proyectos en INDERVALLE, con el fin de solventar las falencias encontradas en el desempeño de valor del proyecto. Guía que podría aplicarse o extrapolarse a diferentes situaciones del diario vivir de un proyecto de ingeniería, sentando las bases para iniciar un análisis y fácil acceso a soluciones de la metodología BIM.

6.3.1. Usos BIM propuestos

Teniendo en cuenta las contingencias analizadas en el presente trabajo, se seleccionan los usos BIM a utilizar con base a los propuestos por la Penn State, los cuales van a aportar a la mejora del trabajo en la formulación de los proyectos de infraestructura y surgen de los objetivos definidos por cada contingencia analizada. (The Pennsylvania State University, 2021).

Levantamiento de condiciones existentes:

Es un procedimiento para obtener información sobre los elementos de la instalación, las condiciones aéreas y los activos de una instalación. El modelo de registro deberá incluir, como mínimo, información relacionada con los sistemas arquitectónicos, estructurales y demás; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Se pueden modelar más fácilmente renovaciones futuras.
2. Mejorar la documentación del entorno para usos futuros, como renovación o documentación histórica.
3. Proporcionar al propietario un modelo preciso del edificio, el equipo y los espacios dentro de un edificio para generar posibles conexiones con otros usos BIM.
4. Minimizar la documentación física necesaria para obtener información acerca del volumen de negocios del edificio.
5. Se brinda la posibilidad de integrar información con los sistemas de gestión de instalaciones del propietario.

Recursos necesarios:

- Software de análisis de modelos en 3D.
- Software para la elaboración de modelos para cualquier contenido de modelo de registro editable.
- Software de análisis de datos para proporcionar información obtenida en una hoja de cálculo o base de datos.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para manipular, explorar y examinar modelos en 3D.
- Se puede utilizar la aplicación de modelado BIM para realizar actualizaciones de edificios.
- Capacidad para comprender de manera exhaustiva los procesos de las instalaciones para asegurar la entrada de información.
- Capacidad para establecer una comunicación eficiente entre los equipos de diseño, construcción y gestión de instalaciones.

Estimación de cantidades y costos:

Un proceso en el cual BIM puede usarse para proporcionar cálculos de cantidades y estimaciones de costos precisos durante todo el período de vida de un proyecto. Durante todas las fases del proyecto, este proceso permite observar los impactos de los costos de sus cambios, esto puede disminuir los sobrecostos excesivos del presupuesto por cambios en el proyecto. En particular, el BIM puede tener consecuencias en los costos de adiciones y modificaciones, con el potencial de minimizar tiempo y dinero y ser más beneficioso en las primeras etapas de diseño de un proyecto; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Cuantificar de manera precisa los materiales seleccionados.
2. Genera con rapidez cantidades para auxiliar en el proceso de toma de decisiones.
3. Genera más estimaciones de costos con un ritmo más acelerado.
4. Mejor representación visual del proyecto y de los elementos constructivos que deben ser valorados.
5. Proporcionar información sobre los costos al propietario durante la etapa inicial de toma de decisiones sobre el diseño y durante todo el período de vida, incluyendo los cambios ocurridos durante la construcción.
6. Ahorra tiempo al estimador al disminuir el tiempo de cálculo de cantidades.
7. Permite a los inversores enfocarse en tareas de valor añadido en la estimación, como: detectar ensamblajes de construcción, generar precios y factorizar riesgos, que son fundamentales para estimaciones de alta calidad.

8. Al incorporar un cronograma de construcción (como un modelo 4D), una estimación de costos elaborada en BIM puede ayudarse para seguir los presupuestos durante el proceso de construcción.
9. Exploración sencilla de diversas opciones y conceptos de diseño que hay en el presupuesto de la empresa.
10. Determine de manera rápida los costos de objetos específicos.
11. Se puede forzar a nuevos estimadores a través de este proceso altamente visual.

Recursos necesarios:

- Software de estimación diseñado con modelos.
- Sistema de elaboración de diseños.
- Un modelo de diseño elaborado con precisión.
- Los costos incluyen los datos MasterFormat y Unifomat

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para establecer estrategias de modelado de diseño específicas que proporcionen información precisa acerca del cálculo de cantidades.
- Capacidad para detectar cantidades para el nivel de estimación adecuado (por ejemplo, ROM, SF, etc.) de manera anticipada.
- Capacidad para manipular modelos para obtener cantidades utilizadas para la estimación.

Planificación de fases:

Un procedimiento en el que se emplea un modelo 4D (modelos 3D con una dimensión adicional de tiempo) para planificar eficazmente la ocupación por fases en una renovación, modernización, ampliación o para exponer la secuencia de construcción y los requisitos de espacio en un sitio de construcción. El modelado 4D es una poderosa herramienta de visualización y comunicación que puede brindar al equipo del proyecto, incluido el propietario, una mejor

comprensión de los objetivos del proyecto y los planes de construcción; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. La mejor comprensión del cronograma de fases por parte del propietario y los participantes del proyecto, así como la exposición de la ruta crítica del proyecto.
2. Los planes dinámicos de ocupación por fases ofrecen diversas opciones y soluciones para los conflictos espaciales.
3. Se integra la planificación de recursos humanos, equipos y materiales mediante el modelo BIM para optimizar y estimar con mayor precisión los costos del proyecto.
4. Los conflictos espaciales y de trabajo han sido identificados y resueltos previamente al inicio del proceso de construcción.
5. Mediante el marketing y la publicidad.
6. Identificar problemas en el cronograma, secuenciación o fases.
7. Proyecto más sencillo de construir, operable y mantenible.
8. Verificar el estado de adquisición de los materiales del proyecto.
9. Mayor productividad y menor desperdicio en los espacios de trabajo.
10. Transmitir las complejidades espaciales del proyecto, información de planificación y apoyo para llevar a cabo análisis adicionales.

Recursos necesarios:

- Software para la creación de diseños.
- Mediante el uso de un software de programación.
- Software de modelación de tamaño 4D.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Se requiere un conocimiento de la programación de la construcción y del proceso constructivo general. Un modelo 4D está conectado a un cronograma y, en consecuencia, es tan eficaz como el cronograma al que está vinculado.
- Capacidad para manipular, navegar y examinar un modelo de 3D.

- Capacidades de software 4D para importar geometría, gestionar enlaces a horarios, producir y controlar animaciones, etc.

Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación):

Proceso en el que se utiliza un programa espacial para evaluar de manera eficiente y precisa el desempeño del diseño con respecto a los requisitos espaciales. El modelo BIM desarrollado permite al equipo del proyecto analizar el espacio y comprender la complejidad de los estándares y regulaciones espaciales. Las decisiones críticas se toman en esta fase de diseño y aportan el mayor valor al proyecto cuando se discuten las necesidades y opciones con el cliente y se analiza el mejor enfoque; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Evaluación eficiente y precisa del desempeño del diseño con respecto a los requisitos espaciales por parte del propietario.

Recursos necesarios:

- Software de creación de diseños

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D.

Análisis de ubicación:

Un procedimiento con herramientas BIM/GIS para evaluar propiedades en un área determinada para determinar la ubicación más adecuada para un proyecto futuro. Los datos del sitio recopilados se usan para seleccionar el sitio y, posteriormente, posicionar el edificio según otros criterios; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Se utilizará la toma de decisiones calculada para determinar si los sitios potenciales cumplen con los criterios necesarios de conformidad con los requisitos del proyecto, los factores técnicos y los factores financieros.
2. Se debería reducir los costos de demanda de servicios públicos y de demolición.
3. Aumento de la eficiencia energética.
4. El riesgo de material peligroso es reducido.
5. Aumentar el retorno de la inversión.

Recursos necesarios:

- Software SIG
- Software de creación de diseños

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para manipular, navegar y examinar un modelo de 3D.
- Consideración y comprensión del sistema de las autoridades locales (SIG, información de bases de datos)

Coordinación 3D:

Se usa el software de coordinación 3D para elaborar un modelo federado de modelos de diseño, para detectar dificultades de coordinación y realizar un análisis visual para identificar problemas de diseño espacial. El modelo federado puede incluir elementos de diseño permanentes, elementos de construcción temporales y elementos operativos potenciales, tales como espacios libres u otros muebles; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Solución o eliminación de conflictos en el campo.
2. Reduce el costo del proyecto de manera eficiente.
3. Reduce el cronograma del proyecto de forma reducida.
4. Aumentar la excelencia del proyecto.
5. Aumenta la eficiencia de la fuerza laboral.

6. Reducir los residuos de la construcción.
7. Reduce las peticiones de información generadas en el campo
8. Se incrementa la confiabilidad espacial.
9. La prefabricación y modulación.
10. Se facilita la instalación de colgadores para el MEP o elementos estructurales previo a la colocación del hormigón.
11. Se optimiza la calidad de la información en función de la obra.

Recursos necesarios:

- Modelos de diseño de diseño
- Software de coordinación 3D para coordinar y analizar modelos espaciales.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- La habilidad para llevar a cabo tareas de coordinación en 3D.
- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D.

Diseño de especialidades:

Uso de software de creación BIM para desarrollar un modelo con información 3D y atributos adicionales para el diseño de una instalación aprovechando una biblioteca de elementos de diseño paramétrico; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Transparencia del diseño para todas las partes interesadas.
2. Mejorar el control y control de calidad del diseño, coste y cronograma.
3. Habilita una potente visualización del diseño
4. Permita una verdadera colaboración entre las partes interesadas del proyecto y los usuarios de BIM.
5. Mejorar el control y aseguramiento de la calidad

Recursos necesarios

- Software de creación de diseños

Capacidades requeridas de parte del equipo

- Capacidad para crear, manipular, navegar y revisar un modelo 3D.
- Conocimiento de los medios y métodos de construcción.

Revisión de diseño:

Revisión de un modelo de información de construcción con los interesados del proyecto para obtener sus comentarios y validar el diseño, construcción y/o los aspectos operativos de un proyecto. Las revisiones incluyen evaluar los requisitos programáticos, una observación previa de la estética y el diseño del espacio en un entorno virtual, y determinar criterios como el diseño, las líneas de visión, la iluminación, la seguridad, la ergonomía, la acústica, las texturas y los colores. El empleo de BIM se puede usar exclusivo software de computadora o con instalaciones especiales de maquetas virtuales, como CAVE (entorno virtual asistido por computadora) y laboratorio de inmersión. Se pueden llevar a cabo maquetas virtuales con diversos niveles de detalle en función de las necesidades del proyecto. Un ejemplo de esto es elaborar un modelo muy detallado de una pequeña parte del edificio, como una fachada, para analizar de forma rápida alternativas de diseño y resolver problemas de diseño y constructibilidad; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Elimina las maquetas de construcción tradicionales y costosas.
2. Se pueden modelar y modificar con facilidad diversas opciones y alternativas de diseño en tiempo real durante la revisión del diseño, en función de los comentarios de los usuarios finales y propietarios.
3. Diseño de un procedimiento de revisión y diseño más breve y eficiente.
4. Evaluar la eficacia del diseño con el fin de satisfacer los criterios del programa de construcción y las necesidades del propietario.
5. La optimización del rendimiento de la salud, seguridad y bienestar de sus proyectos, a través de la implementación de BIM, permite analizar y comparar recintos de salida resistentes al fuego, diseños de sistemas de rociadores automáticos y diseños de escaleras alternativas.

6. Explica con facilidad el diseño al propietario, al equipo de construcción y a los usuarios finales.
7. Se proporcionarán comentarios instantáneos acerca del cumplimiento de los requisitos del programa, las necesidades del propietario y la estética del edificio o del espacio.
8. Aumentar significativamente la coordinación y comunicación entre las distintas partes. Es más probable que genere decisiones más acertadas para el diseño.

Recursos necesarios:

- Software de evaluación del diseño.
- El entorno de revisión interactivo.
- El hardware posee la habilidad de procesar archivos de modelos grandes.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para manipular, navegar y examinar un modelo de 3D.
- Capacidad para modelar de forma fotorrealista, incluidas texturas, colores y acabados, y es fácilmente navegable con diferentes softwares o complementos.
- Excelente habilidad de coordinación. Comprendiendo los roles y responsabilidades de los integrantes del equipo.
- Excelente comprensión de cómo los sistemas de edificios e instalaciones se integran entre sí.

Análisis estructural:

El proceso en el cual el software de modelado analítico utiliza el modelo de creación de diseño BIM para determinar el comportamiento de un sistema estructural determinado utiliza el modelo de creación de diseño BIM para determinar el comportamiento de un sistema estructural determinado. El modelado utiliza los estándares mínimos necesarios para el diseño y análisis estructural para su optimización mediante el modelado. Según este análisis, se desarrolla y refina el diseño estructural para generar sistemas estructurales eficaces, eficientes y construibles. El desarrollo de esta información es el fundamento de lo que se llevará a las fases de fabricación digital y diseño del sistema constructivo.

Este uso BIM no requiere de implementación desde el inicio del diseño para que resulte beneficioso. A veces, el análisis estructural se hace en el ámbito del diseño de la conexión para optimizar la producción y coordinar la construcción. Otra aplicación se encuentra en relación con el diseño del sistema de construcción. Los ejemplos incluyen, entre otras, el diseño de montaje, los medios y los métodos de construcción y los aparejos. La utilización de esta herramienta de análisis posibilita simulaciones de desempeño que pueden mejorar significativamente el diseño, el desempeño y la seguridad de la instalación durante su ciclo de vida; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Esto ahorra tiempo y costos en la elaboración de modelos adicionales.
2. Las herramientas de creación de BIM de transición más sencillas que permiten a las nuevas empresas implementar este modelo de uso.
3. Mejorar la experiencia especializada y los servicios prestados por la empresa de diseño.
4. Se logran soluciones de diseño óptimas y eficientes mediante la aplicación de diversos análisis minuciosos.
5. Mediante la implementación de herramientas de auditoría y análisis para el análisis de ingeniería.
6. Aumentar la calidad de los análisis de diseño.
7. Reducir el lapso temporal de los análisis de diseño.

Recursos necesarios:

- Técnicas de creación de diseños
- Herramientas y software para el análisis de ingeniería estructural.
- Según los estándares y códigos de diseño.
- Adecuado hardware para la ejecución de software.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para elaborar, manipular, navegar y examinar un modelo estructural 3D.
- Establecimiento de los métodos de constructibilidad.
- Experiencia en la creación y análisis estructural.

- Se requiere experiencia en métodos de secuenciación estructural.

Análisis lumínico:

Aprovechar el modelo para llevar a cabo una revisión cuantitativa y estética de las condiciones de iluminación en un espacio o en una superficie o serie de superficies. Se pueden incluir análisis de iluminación natural o análisis de iluminación artificial; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Revisar minuciosamente las condiciones de iluminación.
2. Se proporcionarán resultados cuantitativos para cálculos del uso de energía.
3. Se presenta el impacto de la luz natural en un espacio.
4. Se permite revisar el espacio necesario para la instalación de sensores de luz natural.

Recursos necesarios:

- Un modelo con información tridimensional de los objetos que influyen en las condiciones de iluminación. Esto puede incluir algunas características de acabado y mobiliario en el modelo, según el detalle deseado en el análisis de iluminación.
- Un software de análisis de iluminación que permite la realización de gráficos y cálculos de iluminación.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Técnico de modelación con capacidad para colocar luces en un modelo 3D.
- Diseñador con aptitudes para interpretar los resultados del análisis.

Análisis energético:

El análisis energético del uso de instalaciones BIM es un procedimiento en la fase de diseño de instalaciones, en el cual uno o más programas de simulación energética de edificios emplean un modelo BIM adecuado para llevar a cabo evaluaciones energéticas para el diseño actual del

edificio. El propósito primordial de este empleo de la herramienta BIM consiste en examinar la adecuación de los estándares energéticos del edificio y buscar oportunidades para optimizar el diseño propuesto con el fin de disminuir los costos del ciclo de vida de la estructura; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Ahorra tiempo y costos al obtener información del edificio y del sistema automáticamente desde el modelo de información del edificio en vez de ingresar datos manualmente.
2. Se puede mejorar la precisión de la predicción de la energía del edificio determinando automáticamente la información del edificio, tales como geometrías y volúmenes, con precisión a partir del modelo BIM.
3. Se requiere la verificación del código de energía del edificio.
4. El diseño del edificio debe mejorar su rendimiento y reducir el costo del ciclo de vida del edificio.

Recursos necesarios:

- Software de análisis y simulación energética de edificios.
- Modelo 3D-BIM de construcción adecuadamente ajustado.
- Los datos meteorológicos locales más detallados.
- Se establecen estándares nacionales y locales de energía para edificios.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Se requiere un conocimiento de los sistemas energéticos fundamentales de la construcción.
- Conocimientos del estándar energético de los edificios compatibles.
- Tener conocimientos y experiencia en el diseño de sistemas de construcción.
- Capacidad para manipular, navegar y examinar un modelo de 3D.
- Capacidad de evaluar un modelo mediante herramientas de análisis de ingeniería.

Otros análisis de ingeniería:

Un procedimiento en el que el software de modelado inteligente usa el modelo BIM para determinar el método de ingeniería más eficaz según las especificaciones de diseño. El desarrollo de esta información es la base de los datos que se transmitirán al propietario y/u operador para su uso en los sistemas del edificio, como el análisis energético, el análisis estructural, la planificación de evacuación de emergencia, entre otros. Estas herramientas de análisis y simulaciones de rendimiento pueden mejorar de manera significativa el diseño de la instalación y su consumo energético durante su ciclo de vida en el futuro; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. Automatizar el análisis para ahorrar tiempo y costes.
2. Las herramientas de análisis son menos costosas que las herramientas de creación BIM, siendo más sencillas de aprender e implementar, y menos complejas para el proceso de trabajo establecido.
3. Mejorar la experiencia especializada y los servicios prestados por la empresa de diseño.
4. La solución de diseño óptima y energéticamente eficiente se logra mediante varios análisis rigurosos.
5. Retorno de la inversión más rápido mediante la aplicación de herramientas de auditoría y análisis de ingeniería para análisis de ingeniería.
6. Aumentar la calidad y disminuir el lapso de ciclo de los análisis de diseño.

Recursos necesarios:

- Herramientas para la elaboración de diseños.
- Herramientas y software para el análisis de ingeniería.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para manipular, navegar y examinar un modelo de 3D.
- La habilidad de evaluar un modelo mediante la utilización de herramientas de análisis de ingeniería.
- Consideración de los medios y métodos de construcción.
- Experiencia en el diseño y la edificación.

Evaluación de sustentabilidad:

El procedimiento de evaluación de un proyecto BIM se basa en la evaluación de LEED u otros criterios sostenibles. Este procedimiento debe realizarse durante toda la vida útil de una instalación, incluyendo la planificación, el diseño, la construcción y la operación. La aplicación de características sostenibles a un proyecto en las fases de planificación y diseño inicial es más efectiva (capacidad de impactar el diseño) y eficiente (costo y cronograma de decisiones) Este proceso integral requiere que más disciplinas interactúen antes, proporcionando valiosos conocimientos. La integración contractual puede requerir una integración contractual en la fase de planificación. Además de alcanzar metas sostenibles, el proceso de aprobación LEED incorpora ciertos cálculos, documentación y verificaciones. Las simulaciones, cálculos y documentación de energía se pueden llevar a cabo en un entorno integrador, cuando las responsabilidades están debidamente definidas y claramente compartidas; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. En las primeras fases del proceso del proyecto, se considera beneficioso para los proyectos sostenibles, facilitando el trabajo colaborativo.
2. Permite una evaluación exhaustiva y fiable de las opciones de diseño.
3. La obtención de información crítica temprana contribuye a la resolución eficiente de problemas en cuanto a primas de costos y conflictos de cronograma.
4. Se facilita el proceso de diseño efectivo mediante la aplicación de decisiones tempranas de diseño. Un proceso de diseño más corto es rentable y garantiza más tiempo para otros proyectos.
5. Se encarga de la entrega de una mejor calidad del proyecto.
6. Se reduce la carga de documentación después del diseño y se acelera la certificación debido a que se pueden utilizar cálculos preparados simultáneamente para la verificación.
7. Reduce los costos operativos de la instalación debido al rendimiento energético del proyecto. Optimiza el rendimiento del inmueble a través de una mejora en la gestión de la energía.
8. Aumenta la consideración en el diseño sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
9. Asistir al equipo del proyecto con posibles revisiones futuras a lo largo del ciclo de vida.

Recursos necesarios:

- Software para la creación de diseños
- Software de seguimiento de criterios de evaluación de sostenibilidad

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- Capacidad para elaborar y revisar modelos en 3D.
- Consideración de los criterios de evaluación de sostenibilidad actualizados.
- Capacidad para organizar y administrar la base de datos.

Validación normativa:

Se trata de un procedimiento en el que se emplea un software de validación de códigos para comparar los parámetros del modelo con códigos específicos del proyecto. La validación del código se encuentra actualmente en su etapa inicial de desarrollo en los Estados Unidos y no se usa de forma generalizada. No obstante, a medida que las herramientas de verificación de modelos continúan evolucionando, el software de cumplimiento de códigos con más códigos y la validación de códigos debería ser más frecuente en la industria del diseño; el valor agregado que se busca conseguir es:

1. La validación del diseño del edificio se basa en códigos específicos, tales como el Código Internacional de Construcción IBC, las pautas de la Ley de Estadounidenses con Discapacidades de la ADA y otros códigos relacionados con el proyecto.
2. La validación del código efectuada al principio del diseño disminuye la probabilidad de que ocurran errores, omisiones o descuidos en el diseño del código, los cuales tendrían una duración considerable y serían más costosos de corregir posteriormente en el diseño o la construcción.
3. La validación del código se realiza de forma automática mientras avanza el diseño, proporcionando retroalimentación continua sobre el cumplimiento del código.
4. La disminución del tiempo de respuesta para la revisión del modelo BIM 3D por parte de los funcionarios del código local, así como la disminución del tiempo necesario para reunirse con los comisionados del código, visitar el sitio, entre otras tareas pendientes o la fase de cierre.

5. Ahorra tiempo en comprobaciones múltiples para confirmar el cumplimiento del código y permite un proceso de diseño más eficiente, ya que los errores requieren tiempo y dinero.

Recursos necesarios:

- Información sobre el código local.
- Software de registro de modelos.
- La manipulación de modelos en 3D.

Capacidades requeridas de parte del equipo:

- La capacidad de emplear la herramienta de creación BIM para el diseño y la herramienta de verificación de modelos para la evaluación del diseño.
- Se requiere la capacidad de usar software de validación de códigos para utilizar software de validación de códigos, así como conocimientos y experiencia previas en la verificación de códigos.

6.4.Nomenclatura

Una vez que se identifica cada Uso BIM, se identifica que estos se trabajan en dos niveles y se ha adoptado la notación de modelado de procesos de negocio (BPMN), con el fin de que los distintos miembros del equipo del proyecto creen mapas de procesos con un formato coherente. Esta información es tomada de (The Pennsylvania State University, 2021).

El mapa general ilustra la manera en que se aplican los distintos usos del modelo en el proyecto. Además, este mapa de procesos incluye los intercambios de información clave que tienen lugar a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Hay mapas detallados de procesos para cada uso de BIM, para establecer de manera precisa la secuencia de los diversos procesos realizados en un proyecto. Estos mapas también señalan las partes responsables de cada proceso, el contenido de la información de referencia y los intercambios de información que se generarán y compartirán con otros procesos.

A continuación, se especifican los pasos a llevar a cabo para generar un mapa general de procesos BIM:

Cuando el equipo ha identificado los usos del modelo para el proyecto, pueden iniciar el proceso de mapeo integrando cada uso dentro del mapa. Es crucial entender que un mismo uso del modelo puede añadirse al mapa general en varias ubicaciones si se hace en diferentes momentos dentro del ciclo de vida del proyecto.

Después de elaborar el procedimiento para cada aplicación del modelo implementado en el proyecto, el equipo debe secuenciar sistemáticamente estos procedimientos. Uno de los objetivos del Mapa General es asignar una fase a cada Aplicación del Modelo (por ejemplo, planificación, diseño, construcción u operación) y proporcionar al equipo una secuencia de implementación. Con el propósito de simplificar las aplicaciones del modelo deben alinearse con el cronograma de entregables BIM.

Las partes responsables deben ser meticulosamente identificadas para cada proceso. Si bien en algunos casos esta asignación puede ser directa, en otros podría presentar desafíos adicionales. En todos los casos, es imperativo considerar cuidadosamente qué miembro del equipo posee las habilidades y conocimientos más adecuados para completar la tarea con éxito. Además, es importante reconocer que algunos procesos pueden requerir la colaboración de múltiples partes responsables. La entidad asumirá la responsabilidad de definir con precisión la información necesaria para llevar a cabo el proceso, así como la información que se generará como resultado de este.

La notación gráfica y el formato de información para los procesos dentro del Mapa General BIM se presentan en detalle en la Figura 12. Cada proceso debe estar compuesto por un nombre, una fase específica del proyecto y la entidad responsable correspondiente. Además, se requiere que cada proceso incluya un título de "Mapa detallado", el cual enlaza con el mapa detallado (nivel dos) del proceso. Varios procesos pueden compartirlo, ya que esta notación de mapa detallado se usa. Por ejemplo, una empresa de gestión de la construcción podría realizar una estimación de costos basada en la información del edificio proporcionada por el diseñador. El gerente de construcción podría llevar a cabo esta estimación durante las fases de diseño esquemático, desarrollo del diseño y documento de construcción, utilizando el mismo flujo de trabajo detallado para realizar esta tarea, lo que representaría un único mapa detallado. Por consiguiente, aunque el

proceso para realizar las tres estimaciones se agregue al mapa de alto nivel en tres ubicaciones, el equipo puede referirse a un único mapa detallado para obtener detalles adicionales.



Figura 12. Notación para un proceso en el mapa de proceso general. (The Pennsylvania State University, 2021)

El Mapa General de BIM abarca los intercambios de información crítica que son internos a un proceso específico o compartidos entre procesos y partes responsables. Es esencial incluir todos los intercambios de información que se producirán de una entidad a otra. En las prácticas actuales, estos intercambios generalmente se realizan mediante la transferencia de archivos de datos, aunque también podrían implicar la introducción de información en una base de datos común. Los intercambios de información identificados en el Mapa General BIM deben detallarse según lo establecido hasta ahora.

Los intercambios que tienen su origen en un cuadro de proceso son internos a ese proceso específico. Mientras tanto, los intercambios que se originan o fluyen hacia la línea de secuencia representan intercambios externos que se comparten entre diferentes procesos de alto nivel. Por ejemplo, la Figura 13, ilustra los intercambios de información que emergen del cuadro de proceso 'Coordinación 3D' para el proyecto. Aunque estos intercambios son internos al proceso de coordinación 3D, deben ser identificados en el Mapa General BIM, ya que varias partes contribuyen a la información intercambiada.

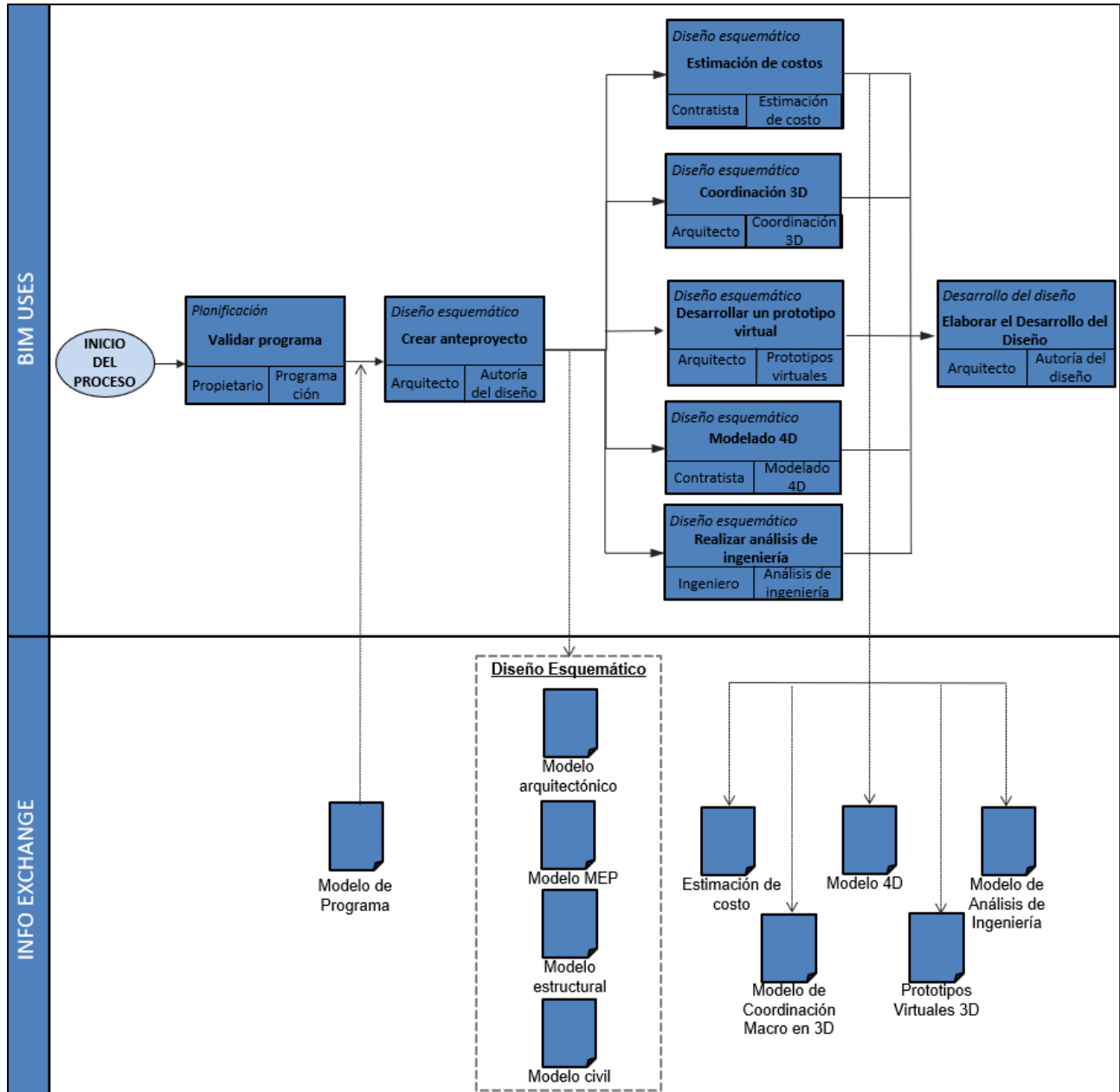


Figura 13. Tramo del mapa general BIM para el proyecto de construcción en cuestión. (The Pennsylvania State University, 2021)

El mapa general BIM del proyecto de laboratorio muestra los usos BIM generales del equipo para el proyecto, que incluyen análisis energético, autoría de diseño, modelado 4D, coordinación de diseño 3D y modelado de registros, ver Figura 14, y Figuras 15, 16 y 17 de manera detallada. Esto evidencia que el análisis energético se realiza durante la fase de diseño esquemático, mientras

que el modelado 4D y la coordinación de diseño 3D se utilizan durante las fases de desarrollo del diseño y del documento de construcción. El mapa también señala los intercambios de datos importantes entre diversas partes.

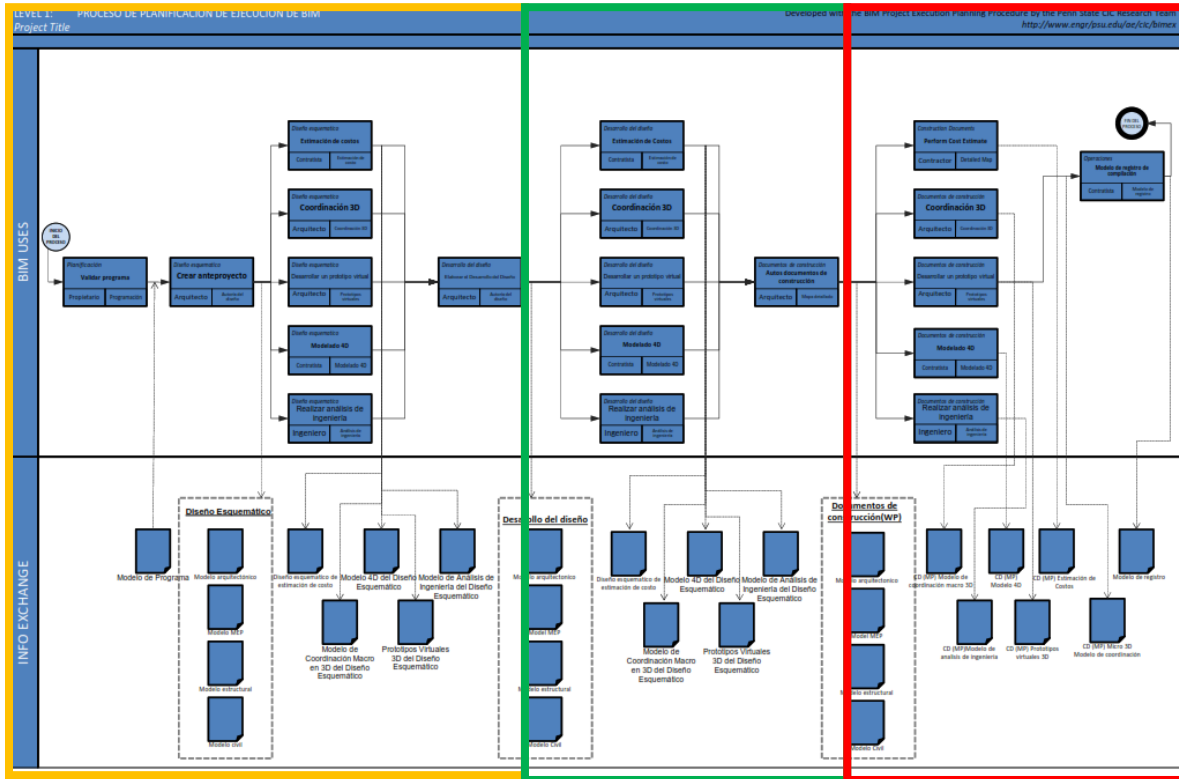


Figura 14. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra. Dividido en tres partes para mejor visibilidad. (The Pennsylvania State University, 2021)

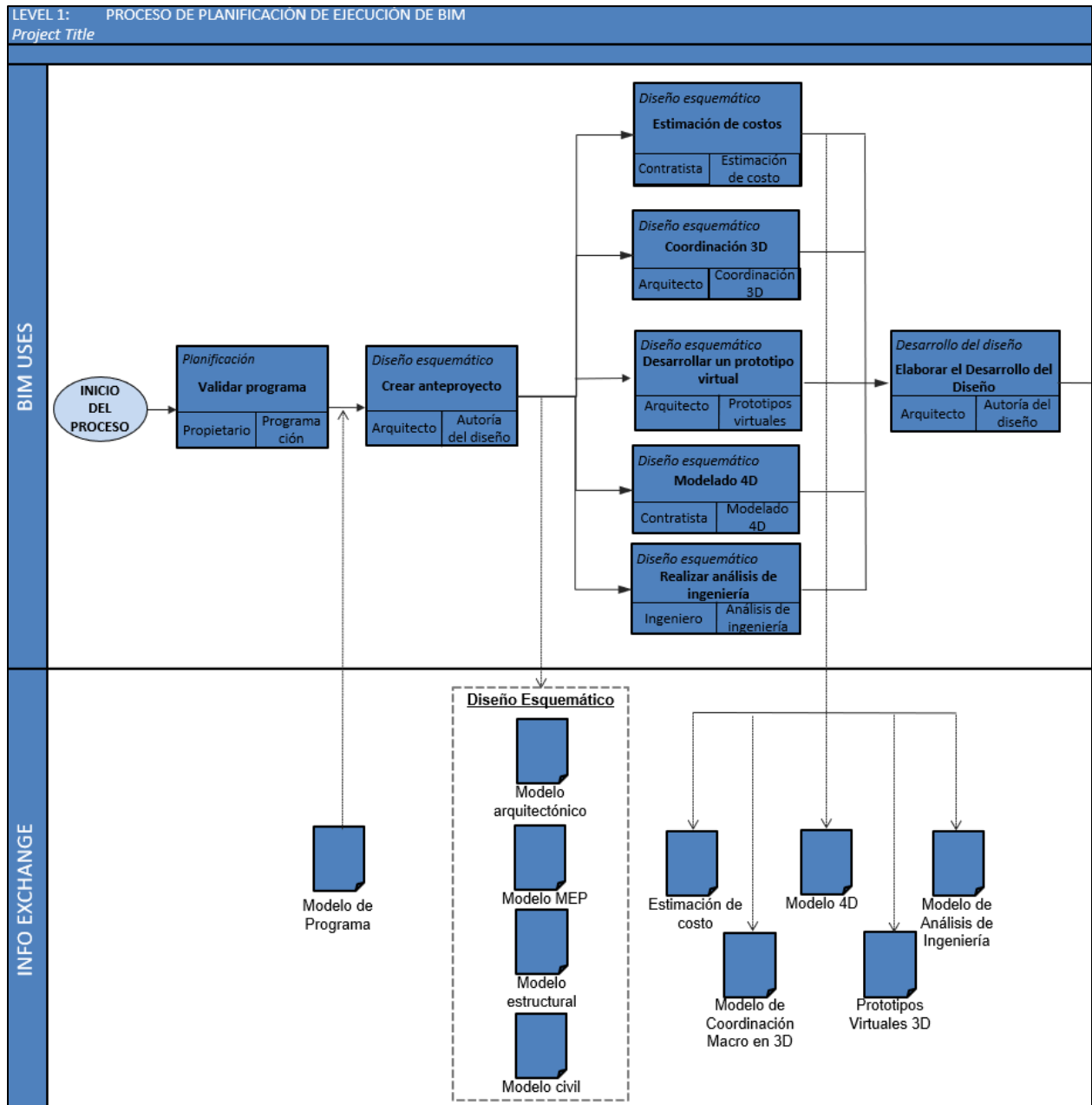


Figura 15. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra - Parte 1. (The Pennsylvania State University, 2021)

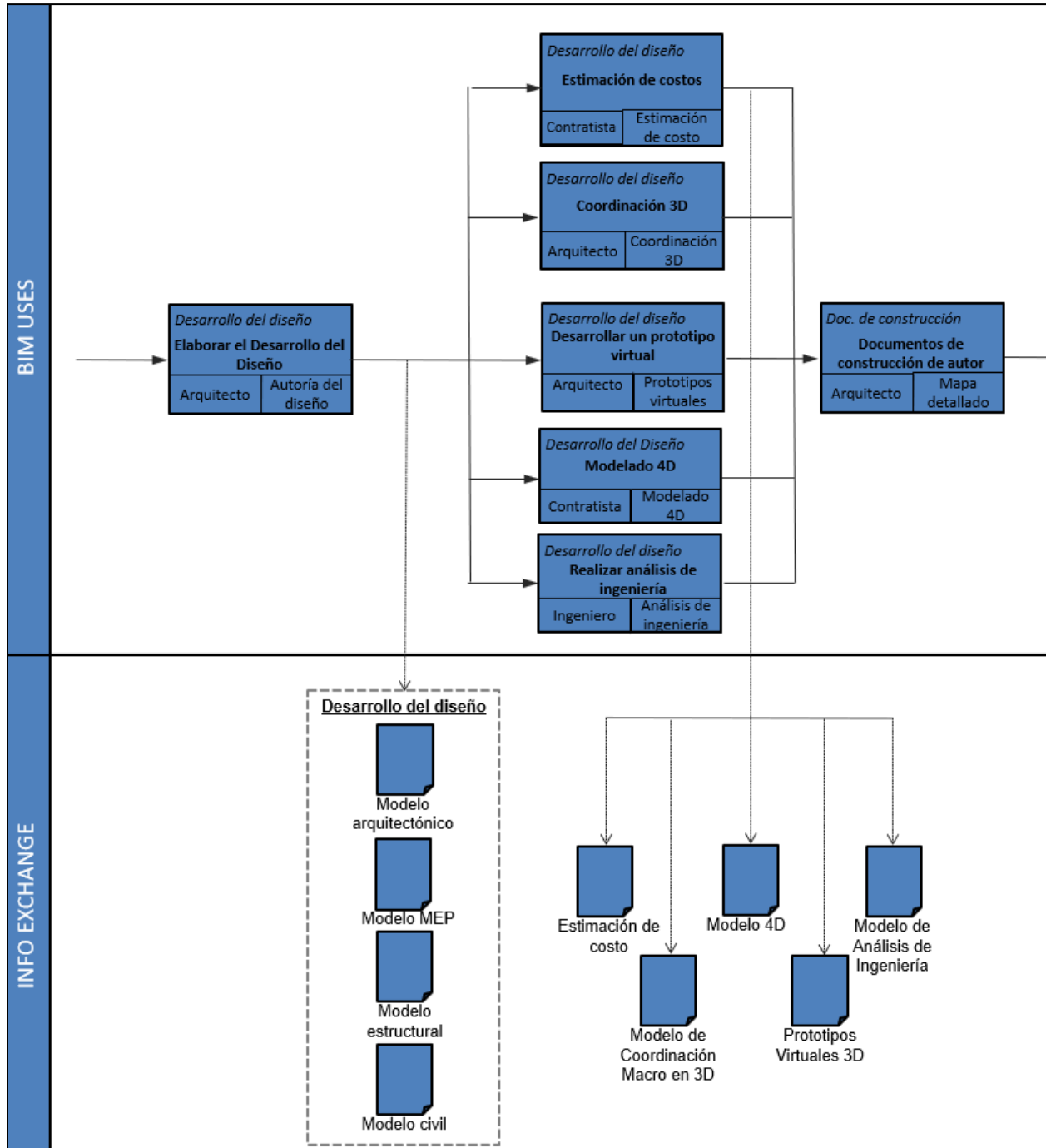


Figura 16. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra - Parte 2. (The Pennsylvania State University, 2021)

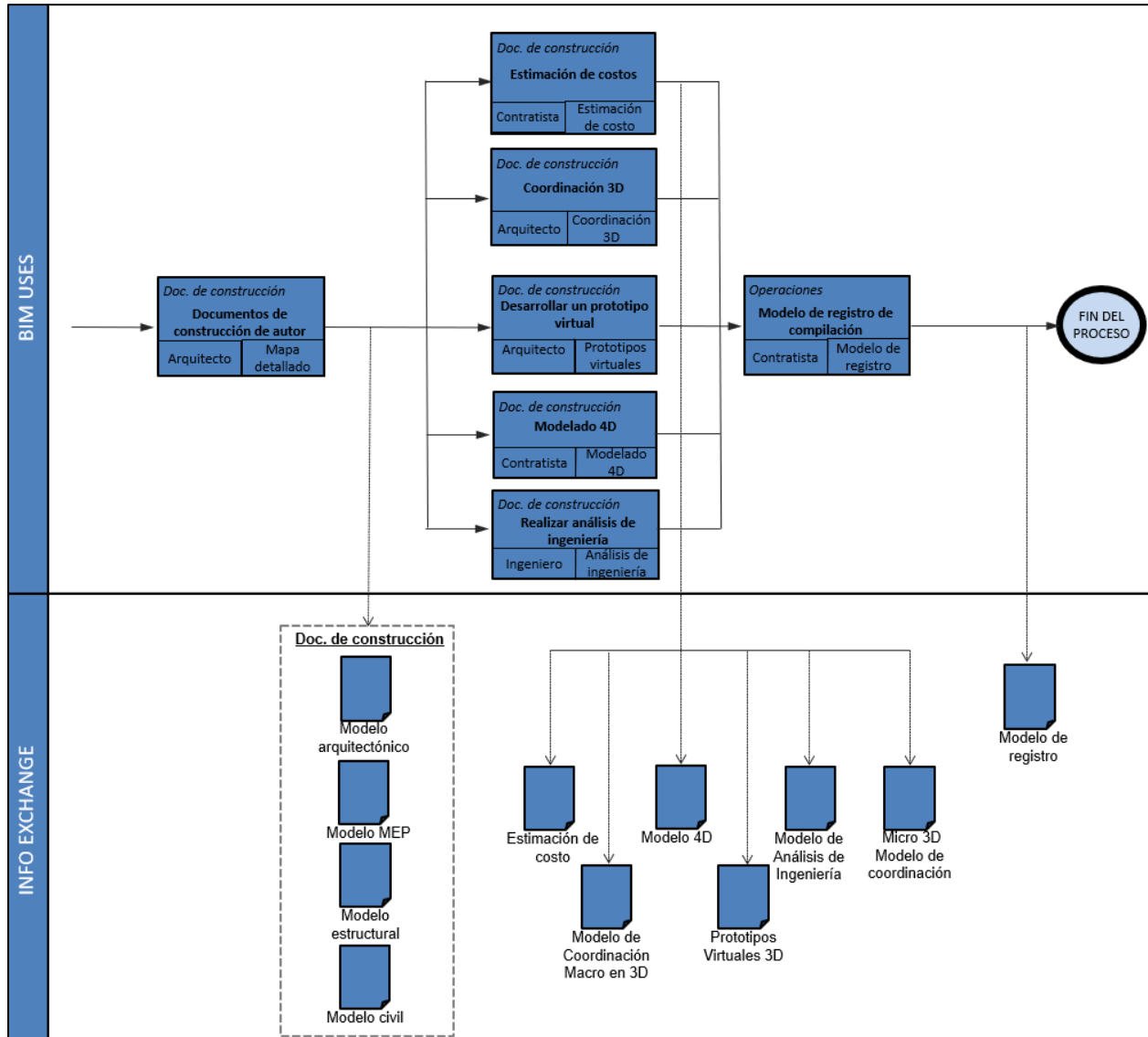


Figura 17. Mapa general de BIM para un proyecto de construcción de laboratorio de muestra - Parte 3. (The Pennsylvania State University, 2021)

Después de crear un mapa general, se debe crear un mapa de procesos de uso BIM detallado para cada uso BIM identificado para definir claramente la secuencia de los diferentes procesos que se realizan dentro de ese uso del modelo. Es crucial comprender que cada proyecto y empresa es distinta, por lo que puede haber una variedad de enfoques potenciales que un equipo podría emplear para completar un proceso específico. Por lo tanto, estos mapas de procesos de plantilla deben personalizarse para cumplir con los objetivos del proyecto y de la organización. Por ejemplo, puede ser necesario ajustar el mapa de procesos de la plantilla para integrar un flujo de

trabajo de una aplicación informática o una secuencia de trabajo específica, teniendo en cuenta el equipo del proyecto.

En el lado izquierdo del mapa de procesos se representan tres categorías de información, y los elementos se incluyen en las líneas horizontales (denominadas "carriles" en la notación de mapeo BPMN):

1. Información de referencia: recursos de información estructurados (internos y corporativos) necesarios para ejecutar el uso de BIM.
2. Proceso: una secuencia lógica de acciones que forman un uso BIM en particular
3. Compartir información: los resultados de BIM de un proceso que pueden necesitarse como recursos para procesos posteriores.

En adelante lo que continua es la creación de un mapa de procesos detallado, para tal actividad el grupo de trabajo deberá garantizar lo siguiente:

1. Clasificar el uso de BIM en un conjunto de procesos jerárquicamente. Es necesario identificar los procesos principales que se utilizan cuando se utiliza BIM. Un símbolo de "cuadro rectangular" en BPMN representa estos. Dentro del espacio de desarrollo del proceso, estos se colocan en orden secuencial.

2. Definir la dependencia que existe entre los procesos. Luego se describen las dependencias entre los procesos. Esto se logra mediante la definición de las conexiones entre los procesos. Cada proceso requiere que el equipo del proyecto identifique su predecesor y sucesor. Es posible que haya varios predecesores y/o sucesores en algunos casos. Luego, las líneas de "flujo de secuencia" en BPMN se utilizan para conectar estos procesos.

3. Construir el Mapa de Proceso Detallado teniendo en cuenta el uso de los siguientes puntos:
 - a) Información de referencia: En el carril "Información de referencia", identifique los recursos de información necesarios para lograr el uso de BIM. Las bases de datos de costos, meteorología y productos son ejemplos de información de referencia.

- b) Intercambios de información: Todos los intercambios (internos y externos) deben describirse en el carril "intercambios de información".

4. El responsable es: identifica quién está a cargo de cada proceso.

Incluye puertas de enlace de verificación de objetivos en lugares de toma de decisiones importantes en el proceso. Una puerta de enlace se puede utilizar para garantizar que se cumplan los entregables o los resultados de un proceso. Además, una decisión podría cambiar el curso del proceso. Las puertas de enlace dan al equipo del proyecto la oportunidad de mostrar cualquier decisión, iteración o control de calidad requerido antes de completar una tarea BIM. Como se muestra en la Figura 18, esto se puede lograr utilizando un mapa de procesos BIM de nivel dos detallado.

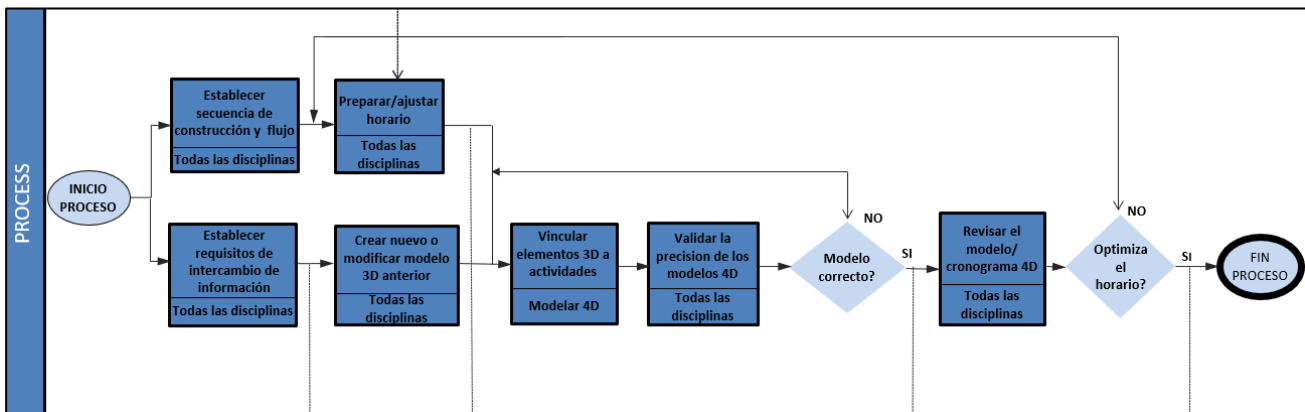


Figura 18. Ejemplo de puerta de enlace de verificación de objetivos. Uso BIM modelado 4D. Divido en dos partes para mejor visibilidad. (The Pennsylvania State University, 2021)

El equipo del proyecto puede usar este mapa de proceso detallado en otros proyectos. Durante el proceso de implementación de BIM, debe guardarse y revisarse en diferentes momentos. Los mapas de procesos detallados deben actualizarse periódicamente para reflejar los flujos de trabajo reales que se realizan a lo largo del proyecto. Además, revisar los mapas de procesos una vez finalizado el proyecto puede ser útil para comparar el proceso real utilizado con el proceso planificado. Los mapas de procesos detallados pueden ser útiles en proyectos posteriores. Ver el proceso de uso BIM en Figura 19.

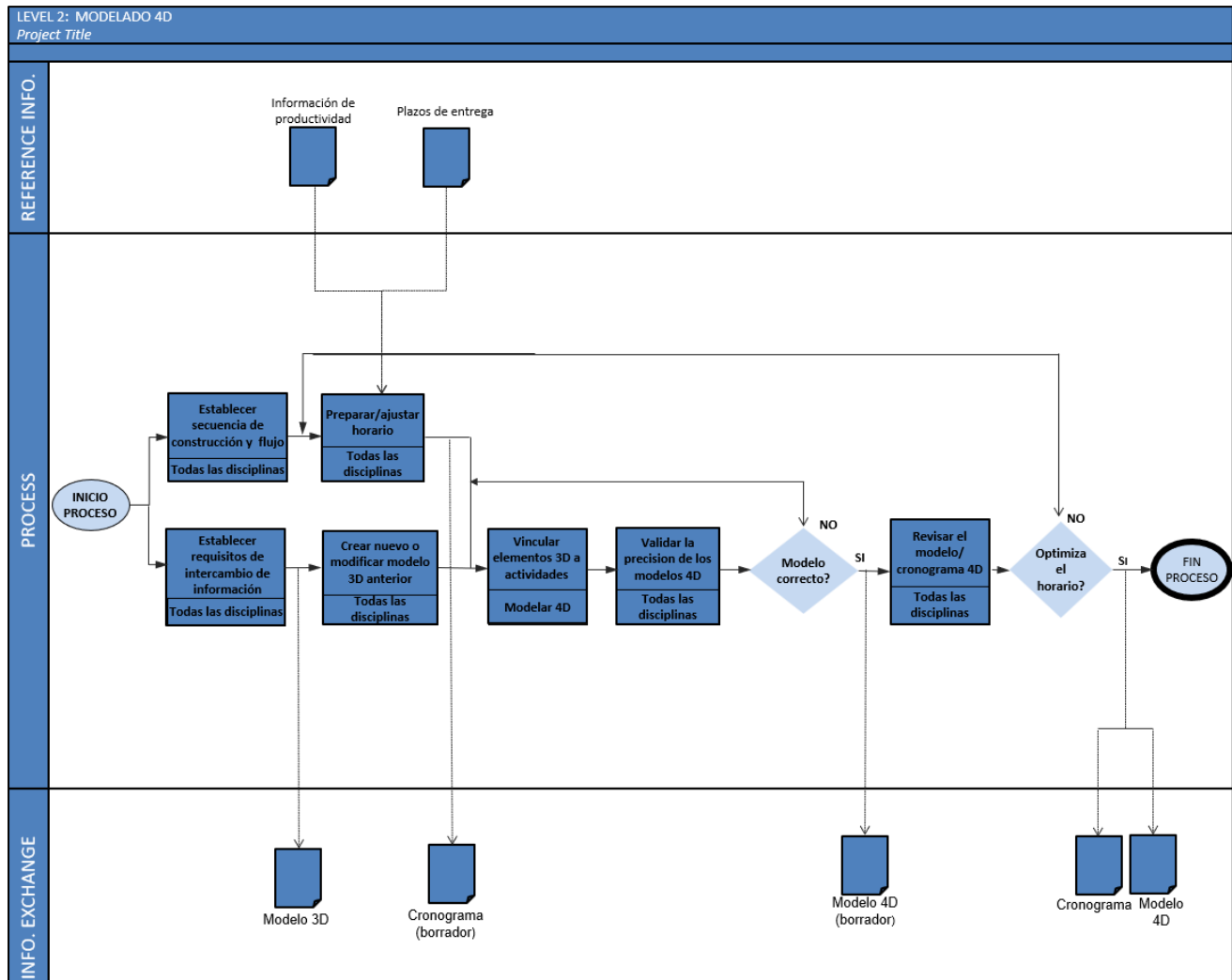


Figura 19. Mapa detallado de proceso de uso BIM modelado 4D. (The Pennsylvania State University, 2021)

Cada mapa de proceso debe tener una simbología que haga manejable su entendimiento y comprensión para garantizar su uso eficiente y amigable, para esto se cuenta con una notación, la cual proviene desde el inicio de creación de mapas de procesos y se ajusta a la necesidad. La notación de modelado de procesos de negocios (BPMN), creada por el grupo de gestión, es la notación preferida para la creación de mapas de procesos durante la ejecución de BIM. La apariencia visual del mapa de procesos en términos de los símbolos y marcadores utilizados es un componente importante del BPMN. Estos deben ajustarse a las formas especificadas en el BPMN.

A continuación, los símbolos a utilizar en la ejecución de un mapa de procesos de usos BIM
(Figura 20):

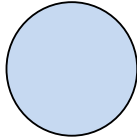








Elemento	Descripción	Notación
Evento	Un evento es un acontecimiento que se produce en el transcurso de un proceso empresarial. Existen tres tipos de Eventos, en función de cuándo afectan al flujo: Inicio, Intermedio y Final.	
Proceso	Un Proceso se representa mediante un rectángulo y es un término genérico para el trabajo o actividad que realiza la entidad.	
Puerta de enlace	Una puerta de enlace se utiliza para controlar la divergencia y convergencia del flujo secuencial. Una puerta de enlace también puede considerarse equivalente a una decisión en un diagrama de flujo convencional.	
Flujo de Secuencias	Un Flujo de Secuencias se utiliza para mostrar el orden (predecesores y sucesores) en que se realizarán las actividades en un Proceso.	
Asociación	Una Asociación se utiliza para vincular información y procesos con Objetos de Datos. Una punta de flecha en la Asociación indica una dirección de flujo, cuando es apropiado.	
Pool	Un Pool actúa como un contenedor gráfico para particionar un conjunto de actividades de otros Pools	
Carril	Un Lane es una subpartición dentro de un Pool y se extenderá a lo largo de toda el Pool, ya sea vertical u horizontalmente. Los Lanes se utilizan para organizar y clasificar las actividades.	
Objeto de Datos	Un Objeto de Datos es un mecanismo para mostrar cómo los datos son requeridos o producidos por las actividades. Están conectados a las actividades a través de Asociaciones.	
Grupo	Un grupo representa una categoría de información. Este tipo de agrupación no afecta al flujo secuencial de las actividades del grupo. El nombre de la categoría aparece en el diagrama como etiqueta del grupo. Los grupos pueden utilizarse con fines de documentación o análisis.	

Figura 20. Símbolos de mapas de procesos. (The Pennsylvania State University, 2021)

7. RESULTADOS

Finalmente, como resultado se presenta la Guía de Usos BIM para la fase de formulación de proyectos en la Subgerencia de Infraestructura de INDERVALLE. Inicialmente se posiciona el mapa de proceso nivel 1 que indica los Usos BIM a aplicar en toda la fase de formulación de proyectos de infraestructura. Con este mapa el profesional que lo lea puede dirigirse al Uso BIM que corresponda y verlo de manera detalla en el mapa de proceso nivel 2 (Figura 21). La guía de mapa de procesos de Usos BIM se presenta en el Anexo 12 y se relacionan los siguientes usos BIM:

Nivel 1

- Mapa general de usos BIM propuestos

Nivel 2

- Modelo de condiciones existentes
- Estimación de costos
- Modelado 4D (planificación de fases)
- Planificación de utilización del sitio
- Análisis del sitio
- Control y planificación 3D
- Programación
- Autoría del diseño
- Revisión del diseño
- Análisis energético
- Análisis estructural
- Análisis de iluminación
- Coordinación del diseño
- Modelado de registros (recopilación de información del proyecto)
- Programación del mantenimiento
- Análisis de sistemas constructivos

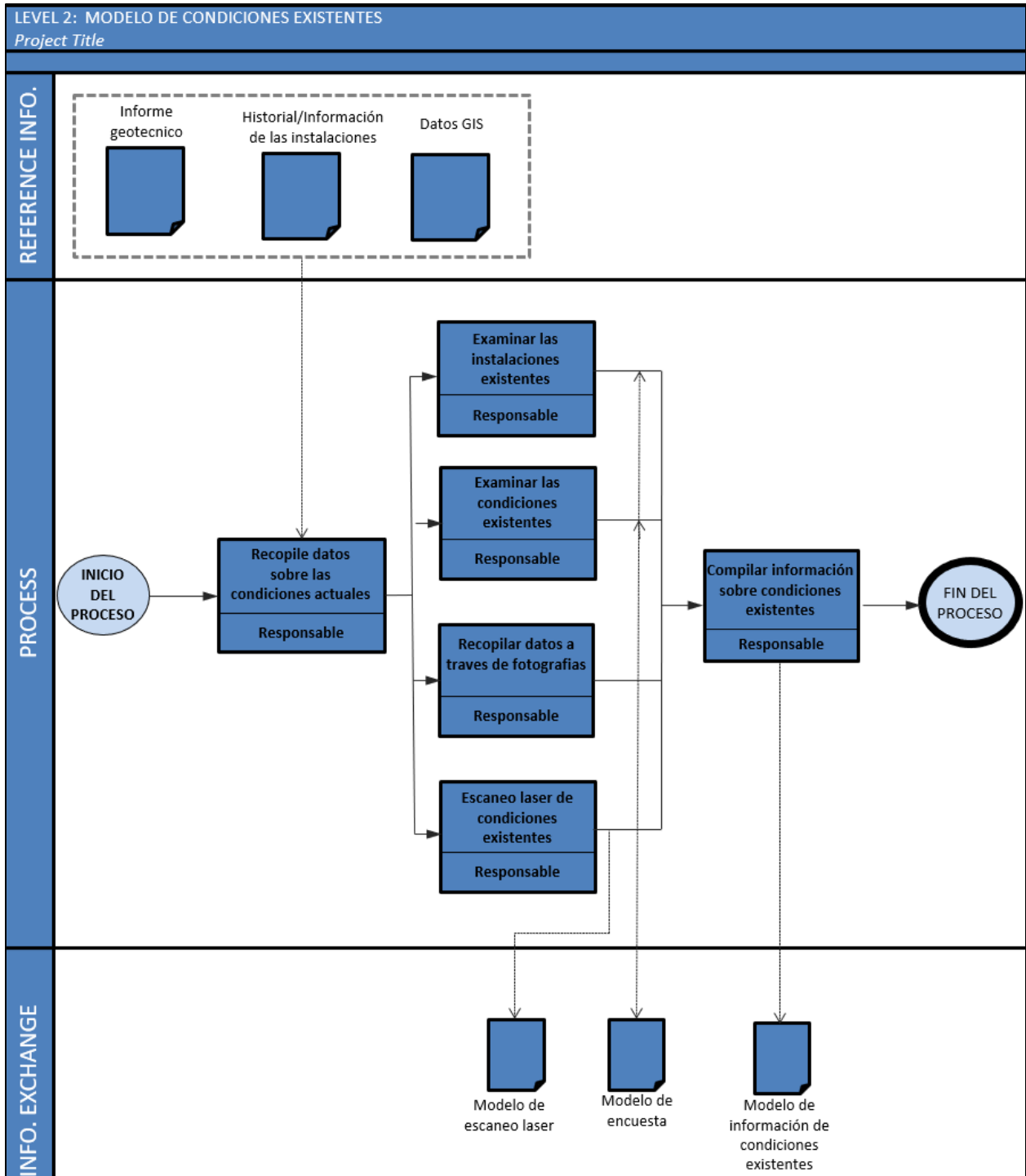


Figura 21. Mapa de proceso nivel 2. Modelo de condiciones existentes. (The Pennsylvania State University, 2021)

8. CONCLUSIONES

Una vez desarrollada la metodología y expuestos los resultados, se concluye que, se desarrolló la guía de usos BIM para la gestión de contingencias existentes en la formulación de proyectos de infraestructura en INDERVALLE, siendo esta una herramienta disponible de ahora en adelante para identificar la forma en la que se trabaja actualmente y apostarle a diseños más eficientes, detallados y acertados según las condiciones técnicas, sociales, de los proyectos de lleve a cabo INDERVALLE.

Para lograr esto, se realizó con éxito un estudio juicioso del comportamiento de los 38 proyectos ejecutados en la subgerencia de infraestructura de INDERVALLE entre los años 2017 al 2023, entre los cuales 26 de ellos tuvieron modificaciones por factores técnicos que nacen y pueden ser mitigados en la formulación de proyectos.

Por consiguiente, se logró realizar el análisis y agrupación de contingencias mediante el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas para identificar los Usos BIM como estrategias de gestión para la mejora de los procesos en la formulación.

Se cumple con los objetivos definidos y se logra realizar un análisis de la información consultada y de la mano el grupo de trabajo de la subgerencia de infraestructura. Este trabajo es un aporte valioso para la Entidad, pues hay un empeño por mejorar los procesos en la formulación, pero se no han identificado las herramientas con las que se pueden obtener soluciones y aplicarlas.

Los proyectos de infraestructura deportiva que se ejecutan en el departamento presentan contingencias que afectan la ejecución y cumplimiento de cronogramas iniciales. Esto causa inconvenientes entre las partes del proyecto, pérdidas de tiempo, aumento de costos de materiales y mano de obra, aumento de actividades para el cumplimiento del alcance.

Con el estudio realizado en el presente trabajo de grado, se evidencia que la fase de formulación en los proyectos es fundamental y puede ser el punto de partida de un proyecto exitoso o no, gracias a la información preliminar que debe tener a disposición para entender la esencia y detalles del proyecto y que esto permita tener material visual, presupuestal y digital claro y conciso para la materialización en la construcción.

Ante lo mencionado, es importante que Colombia siga trabajando en pro de abrir campo a metodologías como puede ser BIM en proyectos privados y públicos, con el fin de erradicar las prácticas comunes en la construcción y adoptar prácticas acordes al desarrollo sostenible.

Aunque falta mucho camino por recorrer para que la metodología BIM tenga la fuerza suficiente que incentive a universidades y demás instituciones a preparar profesionales que entiendan o sean expertos en la materia, es fundamental seguir trabajando en ello y fortalecer a nivel nacional el sector académico con respecto a la gestión de proyectos, fomentar la investigación en la materia e incentivar la implementación de nuevas tecnologías para mejorar día a día en la construcción.

Por tanto, es de utilidad implementar nuevas herramientas que mejoren los procesos de diseño y ejecución de obras en los proyectos para permitir la eficiencia y disminuir errores y pérdidas de tiempo. La metodología BIM es una herramienta integral de la que se puede sacar el mayor provecho en cada fase del ciclo de vida de un proyecto y que garantiza mejorar el resultado de los objetivos establecidos.

Las entidades públicas como INDERVALLE tienen contingencias que afectan la eficiencia de la ejecución de las obras, por tanto, es importante que como entidades públicas y con el fin de salvaguardar los recursos que se invierten, implementen metodologías que favorezcan los procesos y resultados.

Estas falencias deben ser vistas para trabajar por el objetivo de generar proyectos de infraestructura valiosos para la población, lo menos traumáticos posible y con un buen manejo del recurso asignado, previendo en su mayoría cualquier suceso que se pueda presentar durante su ejecución ya sea por temas técnicos, ambientales, sociales y/o económicos.

Finalmente, la aplicación de metodologías en los procesos de diseño y construcción permitirán la innovación y actualización respecto a factores ambientales y sociales que van de la mano con el desarrollo integral, sostenible y de la mano con los avances a nivel internacional en materia de construcción.

9. RECOMENDACIONES

Con el estudio realizado en el presente trabajo de grado, se recomienda:

Incentivar a las entidades públicas a fortalecer sus equipos de formulación, capacitar a sus integrantes, invertir en tecnología idónea para seguir el ciclo de vida de los proyectos y vigilar las innovaciones en los diseños y construcción, obtener información completa de los sitios que se buscan intervenir y lograr los alcances que requiere la comunidad.

Es fundamental conocer los retos de la construcción y abordarlos con metodologías de las que se hayan apropiado los profesionales en la actualidad para evitar brechas entre el nuevo conocimiento, su aprendizaje y aplicación.

Por tanto, es importante que a este trabajo de grado se le dé continuidad para conocer en detalle los beneficios de la implementación de la metodología BIM en entidades públicas en cualquiera de las fases del ciclo de vida de proyectos. También para conocer cómo esto puede incentivar el uso de la metodología a los constructores y los beneficios que puede traer.

También, incentivar a la academia a explorar herramientas que innovan y van más allá de las prácticas comunes en la ingeniería civil, en especial en Colombia, país donde se debe fortalecer la investigación y la generación de nuevo conocimiento. Incentivar también a estudiantes y profesionales a que se sigan preparando en temas que traen beneficios sociales.

A partir de esta guía, además del mapa de procesos que muestra cómo llevar a cabo adecuadamente el proceso de diseño en la formulación de un proyecto, también se recomienda que la entidad, INDERVALLE, pueda aprovechar las herramientas necesarias y fortalecer las competencias que va a requerir el equipo de trabajo que va a aplicar esta guía para obtener resultados óptimos.

Es fundamental que se haga un estudio minucioso de la metodología y cómo esta puede beneficiar a quien decida implementarla. Lo más recomendable a partir de lo estudiado en este documento es sacar provecho de lo que la herramienta puede ofrecer sin que sea imperativa su implementación de manera completa y mantener una capacitación constante de los involucrados en la formulación de proyectos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-Ashmori, Y.Y. *et al.* (2020) ‘BIM benefits and its influence on the BIM implementation in Malaysia’, *Ain Shams Engineering Journal*, pp. 1013–1019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.02.002>.

Baldrich Aragó, A. *et al.* (2021) ‘Quantity surveying and BIM 5D. Its implementation and analysis based on a case study approach in Spain’, *Journal of Building Engineering*, 44(September). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103234>.

C Santelices, R Herrera and F Muñoz (2019) ‘Problemas en la gestión de calidad e inspección técnica de obra: un estudio aplicado al contexto chileno’, *Revista ingeniería de construcción* [Preprint].

Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL (2021) *BIM FORUM COLOMBIA, Transformación Digital*. Available at: <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion>.

Camargo Sánchez, J.A. (2015) ‘Análisis de problemas de construcción derivados de errores de diseño (tesis de maestría)’, p. 90. Available at: <http://biblioteca.uniandes.edu.co/acepto201699.php?id=8455.pdf>.

Chandragiri, A.B. *et al.* (2021) ‘A study and identification of the time and cost overrun in the construction project’, *Materials Today: Proceedings*, pp. 5426–5431. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.06.268>.

Chen, Y. *et al.* (2022) ‘The values and barriers of Building Information Modeling (BIM) implementation combination evaluation in smart building energy and efficiency’, *Energy Reports*, 8, pp. 96–111. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.075>.

DANE, D.A.N. de E. (2022) ‘Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)’, pp. 1–40.

Elhusseiny, H.O., Nosair, I. and Ezeldin, A.S. (2021) ‘Systematic processing framework for analyzing the factors of construction projects’ delays in Egypt’, *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), pp. 1501–1511. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.10.016>.

Kang, K. *et al.* (2022) ‘Building demolition waste management through smart BIM: A case study in Hong Kong’, *Waste Management*, 143(November 2021), pp. 69–83. Available at:

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.027>.

Kreider, R.G. and Messner, J.I. (2013) ‘The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses’, *The Pennsylvania State University*, (September), pp. 0–22. Available at: http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_BIM.pdf.

Narvaez Rosero, M. del P. (2015) ‘GESTIÓN DE RIESGOS EN LA FASE DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO LA GUIA PMBOK’, 5(December), pp. 118–138.

Olanrewaju, O.I. *et al.* (2022) ‘Modelling the relationship between Building Information Modelling (BIM) implementation barriers, usage and awareness on building project lifecycle’, *Building and Environment*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108556>.

Paraskevopoulou, C. *et al.* (2022) ‘Assessing the failure potential of tunnels and the impacts on cost overruns and project delays’, *Tunnelling and Underground Space Technology*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2022.104443>.

Picó, E. (2008) *Introducción a la Tecnología BIM, 1*. Available at: <http://www.practicaintegrada.com/storage/tecnologiabim/>.

Sampaio, A.Z. (2021) ‘Project management in office: BIM implementation’, *Procedia Computer Science*, pp. 840–847. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.083>.

Sarmiento-Rojas, J.-A., Gonzalez-Sanabria, J.S. and Hernández Carrillo, C.G. (2020) ‘Analysis of the impact of the construction sector on Colombian economy’, *Tecnura*, 24(66), pp. 109–118. Available at: <https://doi.org/10.14483/22487638.16194>.

Serna, Sara Lozano; Galindo, Ivonne Patiño; Gómez-Cabrera, Adriana; Torres, A. (2018) ‘Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia’, *Ingeniería y ciencia*, 14.

Soto, C. (2022) *PlanBIM Chile*.

The Pennsylvania State University (2021) ‘BIM Project Execution Planning Guide - Version 3.0’, pp. 1–135. Available at: www.bim.psu.edu.

The Pennsylvania State University (2022) *BIM Planing*. Available at: <https://bim.psu.edu/>.

Vinasco Isaza, L.E. (2013) *Estadística Industrial Básica con Microsoft Excel*. Santiago de Cali: Sello Editorial Javeriano.

11. GLOSARIO DE TÉRMINOS ESPECIALES

BIM: Bulding Information Modeling, conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al proyecto que se pretende diseñar, construir o usar

Gestión de proyectos: Conjunto de metodologías para planificar y dirigir los procesos de un proyecto.

Contratación estatal: Según el artículo 32 de la ley 80 de 1993, todos los actos jurídicos generan obligaciones de las entidades a las que se refiere el estatuto de contratación, previstos en el derecho privado o en disposiciones especiales, o derivados del ejercicio de la autonomía de la voluntad, y los que, a título enunciativo, define el artículo citado.

Muestra piloto: Es la información histórica que tiene la característica a evaluar. Es la muestra disponible y que se toma inicialmente para el análisis estadístico.

Muestra significativa: Subconjunto de datos, normalmente de un grupo más grande, que puede representar características similares. El muestreo representativo ayuda a analizar poblaciones más grandes porque los datos generados contienen versiones más pequeñas y manejables del grupo más grande.

Análisis estadístico: Es la ciencia de recopilar, explorar y presentar grandes cantidades de datos para descubrir patrones y tendencias implícitos.

BPMN: conjunto de símbolos o iconos para estandarizar la representación de los elementos de forma gráfica y facilitar su comprensión

Penn State: Universidad Estatal de Pennsylvania en Estados Unidos

Intercambio de información: En los usos BIM, hace referencia al intercambio de información en el paso anterior, actual y siguiente que es necesario para iniciar el paso actual o es el producto necesario para iniciar el paso siguiente.

Prueba de hipótesis: regla que especifica cuando se puede aceptar o rechazar una afirmación sobre una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos.


MasterFormat: Es el estándar de escritura de especificaciones para la mayoría de los proyectos de diseño y construcción de edificios comerciales en América del Norte. Enumera los títulos y los números de sección para organizar los datos sobre los requisitos de construcción, productos y actividades.

Uniformat: Es un método estandarizado que ordena la información de construcción, organizando mediante partes físicas llamados sistemas y ensamblajes. Estos sistemas o ensamblajes están caracterizados por su función, sin identificar su solución técnica o de diseño.

12. ANEXOS

ANEXO 1 - Carta INDERVALLE

Página 1 de 1

	INSTITUTO DEL DEPORTE, LA EDUCACIÓN FÍSICA Y LA RECREACIÓN SISTEMA DE GESTIÓN OFICIOS	CODIGO	FO-220-016
		VERSIÓN	2
		APROBADO	18/12/2018

Santiago de Cali, 04 noviembre de 2022

200.16.01

200.1200-22



*** 20220060262 ***

Recibido : 2022-11-08 11:00:52
Radicado por : GER-gerencia
Radicado a : María Alejandra Cabal Marín
Empresa :
Dirección : Macmocabal@javerianacali.edu.co
Dept. / Ciudad : Valle del Cauca / CALI
Nro. Folios : 1 Nro. Anexos : 0

Ingeniera

MARÍA ALEJANDRA CABAL MARÍN

Estudiante De Maestría En Ingeniería Civil

Pontificia Universidad Javeriana Cali

ASUNTO: Respuesta "Solicitud De Permiso Para Obtener Información De Archivo Central Y De La Plataforma Gesproy De Contratos De Obra E Interventoría De Indervalle"

Cordial saludo,

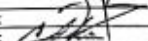
Atendiendo el asunto, donde solicita "... permiso de manipulación de información de contratos de obra e interventoría de la subgerencia de infraestructura para la revisión y el análisis de estadístico de esta información que será fundamental para el estudio y redacción para el trabajo de grado..." de manera comedida le informo que es un gusto acompañarle en la realización de su tesis por lo que cuenta con el permiso solicitado esperando que pueda llegar a feliz termino con su trabajo de grado.

Atentamente,



DAYRA FALSURY DORADO GOMEZ

Gerente Indervalle

Elaboró: Jhonatan Santiago Muñoz – Profesional de apoyo contratista	Firma: 
Revisó: Alejandro Cifuentes Cruz – secretario ejecutivo gerencia	Firma:

ANEXO 2 - Relación de contratos ejecutados a estudiar

CUADRO DE RELACIÓN CONTRATOS EJECUTADOS A TRAVÉS DE INDERVALLE ENTRE LOS AÑOS 2016 Y 2023

TRABAJO DE GRADO "GUÍA DE USOS BIM PARA LA GESTIÓN DE CONTINGENCIAS EN LA FASE DE FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN EL INSTITUTO DEL DEPORTE, LA EDUCACIÓN FÍSICA Y LA RECREACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA (INDERVALLE)" PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, CALI - 2024

MARÍA ALEJANDRA CABAL MARÍN
DIEGO FERNANDO LOPEZ MONTERO

CONDICIONES INICIALES									CONDICIONES NUEVAS									CARACTERIZACIÓN CONDICIONES NUEVAS		
#	Objeto	No. Contrato	Fecha de suscripción	Acta de inicio	Fecha terminación inicial	Fecha terminación final	Tipo de proyecto	Costo inicial del contrato	Duración del contrato	Costo al finalizar	Valor ejecutado	Valor adicionado	Causa de adición	Tipo de construcción	Novedad contractual	Causas de suspensiones	Cantidad (días)	Tiempo adicionado (días)	Causas de adición	Origen situación
1	Adecuación escenarios deportivos y recreativos para el Distrito Especial de Cali y los municipios de Florida y El Águila del departamentos del Valle del Cauca. Grupo 2: Adecuación gimnasio al aire libre barrio Villa Nancy municipio de Florida - Valle del Cauca, Adecuación cancha de fútbol municipio de El Águila - Valle del Cauca, Adecuación parque y juegos infantiles barrio Villaciombia - Distrito Especial Cali-Valle del Cauca, Adecuación gimnasio al aire libre en el barrio El Guabal - Distrito Especial de Cali - Valle del Cauca.	2771-2019	23-ago-19	27-feb-20	17-ago-20	8-dic-22	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 3.129.312.963,00	6 meses	\$ 3.130.213.161,00	\$ 3.130.213.161,00	\$ 900.198,00	Mayores movimientos de tierra en el frente de El Águila.	- Construcción de 3 gimnasios al aire libre - Construcción de 1 parque infantil - Adecuación de 1 cancha de fútbol						Formulación
2	"Mejoramiento a escenarios deportivos y recreativos para el distrito de Buenaventura, para los municipios de Buga, La Cumbre, Ulloa y Yotoco en el departamento del Valle del Cauca" Grupo 1: adecuación del gimnasio al aire libre balboa municipio de Guadalajara de Buga, adecuación gimnasio al aire libre corregimiento de Bitaco municipio de La Cumbre, adecuación escenario deportivo Jiguales municipio de Yotoco - Valle del Cauca, adecuación juegos infantiles corregimiento Moctezuma municipio de Ulloa, adecuación cancha sintética fútbol 11 recreativa comuna 9 Distrito de Buenaventura - Valle del Cauca	2768-2019	20-ago-19	18-may-20	18-nov-20	14-abr-21	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 3.556.522.889,00	6 meses	\$ 4.236.522.889,00	\$ 4.236.522.889,00	\$ 680.000.000,00	Ajuste de diseño inicial de cancha sintética en Buenaventura. La comunidad solicitó mayores dimensiones de ella.	- Construcción de 3 gimnasios al aire libre - Construcción de 1 parque infantil - Construcción de 1 polideportivo - Construcción de 1 cancha sintética	Prórroga: 1- feb-21 hasta 28-feb-21	La comunidad solicitó la ampliación de las dimensiones de la cancha que se le iba a construir	147	28	Por ajustes a diseños solicitados por la comunidad y requeridos por condiciones del terreno. Demora en inicio de frente de obra de Buga por obras de la alcaldía que no permitían el inicio de actividades	Formulación
3	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto fortalecimiento a los escenarios deportivos en los municipios de Ginebra, Toro y Yotoco en el departamento del Valle del Cauca	2479-2019	10-may-19	25-jul-19	25-feb-20	25-jun-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 2.166.893.846,00	7 meses	\$ 2.166.893.834,00	\$ 2.166.893.834,00	\$ 12,00	NA	- Construcción de un parque de juegos infantiles - Construcción de 3 cubiertas en estructura metálica sobre gradería	Suspensión 1: 1-nov-19 hasta 24-nov-19 Suspensión 2: 18-feb-20 hasta 3-mar-20 Suspensión 3: 24-mar-20 hasta 15-jun-20	Temporada de lluvias Retraso de suministro de postes para iluminación en Villa Vanegas Pandemia	84	NA	NA	Planeación e imprevistos
4	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de los siguientes proyectos: grupo 1, mejoramientos en la infraestructura de escenarios deportivos en los municipios de Cali y Trujillo en el Departamento del Valle del Cauca	1103-2018	20-jun-18	27-sep-18	27-jun-19	27-ago-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 1.014.904.722,00	9 meses	\$ 1.014.904.722,00	\$ 1.014.904.722,00	\$ -	NA	- Escenario deportivo con cerramiento - Gimnasio al aire libre - Puerta del Sol - Escenario deportivo con gimnasio al aire libre	Suspensión 17-jun-2018 hasta 17-ago-2018	Temporada de lluvias Permisos para poda y corte de raíces	61			Planeación e imprevistos
5	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de los siguientes proyectos: grupo 3, mejoramiento a escenarios deportivos a los municipios de La Unión, Palmira y Sevilla en el departamentos del Valle del Cauca	1105-2018	29-jun-18	27-sep-18	26-jun-19	27-ago-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 2.519.895.820,00	9 meses	\$ 2.519.895.820,00	\$ 2.519.895.820,00	\$ -		- Canchas sintéticas - Polideportivo	Suspensión 17-jun-2018 hasta 17-ago-2018	Temporada de lluvias	62			Imprevistos
6	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de los siguientes proyectos: grupo 4, mejoramiento y construcción a escenarios deportivos a los municipios de Dagua, San Pedro, Tuluá y Yotoco en el departamento del Valle del Cauca	1106-2018	29-jun-18	27-sep-18	27-jun-19	7-ene-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 2.642.344.525,00	9 meses	\$ 2.833.073.373,00	\$ 2.833.073.373,00	\$ 190.728.848,00	-Mayores movimientos de tierra - Adición protección al material de la estructura metálica - Se ajustan diseños	- Cubierta y cancha múltiple - Gimnasio al aire libre - Centro recreativo - Salón múltiple	Suspensión 1: 17-jun-2018 hasta 17-ago-2018 Suspensión 2: 20-ago-2019 hasta 9-dic-2019	Temporada de lluvias al inicio de la obra - Demoras en llegada de materia (teja para la cubierta)	194			Formulación

7	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras de los siguientes proyectos: Grupo 2 construcción y ampliación de la infraestructura deportiva en los municipios de Cali y San Pedro en el Departamento del Valle del Cauca	1107-2018	4-jul-18	17-oct-18	17-jun-19	15-mar-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	\$ 151.011.065,00	9 meses	\$ 151.011.065,00	\$ 151.011.065,00	\$ -	- Cancha múltiple -Adecuación cancha de fútbol -Gimnasio al aire libre	Suspensión 1: 17-jun-2019 hasta 17-ago-2019 Suspensión 2: 29-ago-2019 hasta 28-nov-2019 Suspensión 3: 11-ene-2019 hasta 06-mar-2019	-Temporada de lluvias al inicio de la obra -Demoras en llegada de material (teja para la cubierta)	272			Formulación	
8	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes municipios del departamento del Valle del Cauca - Grupo 2 -Adecuación cubierta y cancha múltiple del parque Alto Bonito de Buga; adecuación de pista de patinaje escuela Normal Superior del municipio de Guacarí	1046-2018	22-feb-18	9-may-18	9-sep-18	17-sep-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	992.276.989,00	4 meses	1.177.462.315,00	1.177.462.315,00	185.185.326,00	-Mayores cantidades en estructura metálica y cubierta, además de ítems no previstos para estos.	-Cubierta cancha múltiple -Adecuación pista de patinaje	Suspensión 1: 29-may-2018 hasta 06-ago-2018 Suspensión 2: 10-nov-2018 hasta 28-jul-2019	No hay coherencia entre planos y condiciones del sitio Diseño de cimentaciones no concuerda con el área a intervenir.	373	30	Dificultad de ejecución de los ítems de base, subbase, carpeta asfáltica por lluvias	Formulación
9	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos la obra de adecuación escenario deportivo Polideportivo Farallones	2711-2019	21-jul-19	06-sep-2019	06-dic-19	18-dic-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	581.690.308,00	3 meses	627.594.364,00	627.594.364,00	46.611.966,00	Mayores cantidades en la estructura metálica	Adecuación escenario deportivo Polideportivo Farallones	Suspensión 1: 09-dic-2019 hasta 16-dic-2019	Escases de material del proveedor de asfalto	12	10	Por la ejecución de las mayores cantidades de estructura metálica	Imprevistos
10	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos la obra de adecuación escenario deportivo barrio Nacional municipio de Cali - Valle del Cauca	2769-2019	28-ago-19	10-sep-19	10-dic-19	23-dic-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	694.915.325,00	3 meses	694.915.325,00	694.915.325,00	0,00		Adecuación escenario deportivo barrio Nacional	Suspensión 1: 09-dic-2019 hasta 16-dic-2019	Debido a que Emcali no ha terminado de realizar las maniobras y actividades de la línea de media tensión que pasa sobre el escenario deportivo, el	13	7	La pintura acrílica para la cancha múltiple a adecuar requiere mínimo una (1) semana para secado y afirmación en el pavimento de esta	Formulación
11	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes municipios del Valle del Cauca: Grupos 1 Adecuación cancha sintética recreativa municipio de El Cerrito, vereda de San Antonio, Adecuación cancha sintética recreativas municipio de Vijes Valle del Cauca, Adecuación escenario deportivo corregimiento de Venecia con biosaludable - Municipio de Trujillo, Adecuación gimnasio biosaludable barrio Sol y Luna carrera 9 G con calle 19 municipio de Andalucía	1054-2018	2-mar-18	23-may-18	23-sep-18	2-ago-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	921.015.060,00	4 meses	921.015.060,00	921.015.060,00	0,00		Adecuación cancha sintética Adecuación gimnasio biosaludable	Suspensión 1: 21-sep-2018 hasta 01-may-2019	La existencia de una red eléctrica de media tensión que por vía aérea en sentido longitudinal, atraviesa la ubicación de la cancha sintética que se construye. Esta	313	90	Por actividades no previstas en cada uno de los frentes de obra	Formulación
12	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes municipios del Valle del Cauca: Grupo 6. Adecuación coliseo de combate Santa Bárbara municipio de Buga; adecuación del patinódromo mundialista municipio de Cali, Valle del Cauca; construcción polideportivo colegio Panetlianco corregimiento de Juanchito municipio de Candelaria, Valle del Cauca; adecuación cubierta sobre cancha múltiple corregimiento El Tambor - Vijes, Valle del Cauca; adecuación pista de patinaje	1060-2018	7-mar-18	31-may-18	01-dic-18	25-nov-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	4.698.281.632,00	6 meses	5.435.769.281,00	5.435.769.281,00	737.487.649,00	Mayores cantidades de obra en los ítems de topografía, geotextil, tejado, concreto para muro de contención,	Adecuación coliseo Adecuación cubierta existente Adecuación patinódromo	Suspensión 1: 01-jun-2018 hasta 01-jul-2018 Suspensión 2: 28-dic-2018 Suspensión 3: 3-sep-2019 Suspensión 4: 5-oct-2019 Suspensión 5:	Debido al vencimiento del contrato de interventoría	359	57	A causa del invierno y por ajuste de actividades preliminares y demás actividades que requieren de tiempos mayores en su instalación además de ítems no previstos para garantizar la ejecución completa de las obras	Formulación
13	Ejecutar a precios unitarios fijos, las obras de adecuación de escenarios deportivos en los municipios de Roldanillo y Zarcal del departamento del Valle del Cauca grupo No 7, adecuación escenario deportivo alojamiento de pesas - Roldanillo Valle del Cauca	1061-2018		23-abr-18	23-ago-20	23-ago-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	231.343.047,00	4 meses	231.343.047,00	231.343.047,00	0,00	N/A	Adecuación de escenario deportivo	N/A	N/A	0	0	N/A	NA
14	Ejecutar a precios unitarios fijos las obras de adecuación de escenarios deportivos de los siguientes grupos: grupo 9 adecuación de estadio municipal de San Pedro, departamento del Valle del Cauca fase 1	1064-2018	2-mar-28	15-may-18	15-nov-18	18-feb-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	1.868.768.431,00	6 meses	1.868.768.431,00	88.499.391,00	0,00		Adecuación estadio	Suspensión 1: 10 de noviembre de 2018 hasta 10 de diciembre de 2018 Suspensión 2: 13 de diciembre de 2018 hasta 16 de enero de	Por vencimiento del contrato de interventoría Por ola invernal	95	30	Por vencimiento del contrato de interventoría Por ola invernal	Planeación

15	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes municipios del Valle del Cauca en los siguientes grupos de adjudicación: Grupo 1: Construcción parque corregimiento Ricuarte Municipio de Bolívar Valle del Cauca; adecuación polideportivo Carlos Alberto Velez municipio El Dovio Valle del Cauca; Adecuación Coliseo Maria Isabel Cruz municipio Versalles Valle del Cauca; adecuación escenario recreativo corregimiento el Basal del municipio Versalles Valle del Cauca;	1066-2018	13-mar-18	21-may-18	21-nov-18	22-feb-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	3.873.335.734,00	6 meses	3.873.335.734,00	3.873.335.734,00	0,00	NA	Adecuación parque, adecuación coliseo, adecuación polideportivo, adecuación escenario recreativo	NA	NA	93	0	NA	NA
16	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto fortalecimiento a la infraestructura deportiva de diez municipios del departamento del Valle del Cauca en los siguientes grupos de adjudicación: grupo 2; adecuación en predio vacante de una cancha de fútbol en grama natural, gradería y baños corregimiento de Tenerife	1067-2018	4-mar-18	3-dic-18	3-sep-19	26-feb-21	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	861.698.017,00	9 meses	1.285.161.201,00	1.285.161.201,00	423.463.184,00	Mayores cantidades y nuevos ítems. Se cambia la grama natural puesto que por la altura de la zona, esta se	Cancha de fútbol de grama natural, gradería y baños	Suspensión 1: 12-jun-19 hasta 05-ago-19 Suspensión 2: 19-nov-19 hasta 08-dic-19 Suspensión 3: 12-dic-19 hasta 22-dic-19	Lluvias, ola invernal que impide suministro de materiales y por emergencia sanitaria COVID-19	542	281	Lluvias, ola invernal que impide suministro de materiales y por emergencia sanitaria COVID-19	Formulación
17	Construcción de una cancha múltiple con cubierta San Cipriano - Municipio de Buenaventura, Valle del Cauca	1069-2018		21-may-18	21-nov-18	8-sep-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	869.059.242,00	3 meses	983.059.241,00	983.059.241,00	113.999.999,00	Mayores cantidades en la estructura metálica y la cubierta	Cancha de fútbol de grama natural, gradería y baños	Suspensión 1: 17-nov-18 hasta 04-jun-19	Ajustes a los diseños	291	90	Ajustes a los diseños	Formulación
18	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto fortalecimiento a la infraestructura deportiva de diez municipios del departamento del Valle del Cauca en los siguientes grupos de adjudicación: grupo 5; Construcción de cancha 11 Barrio Horizontes Unidad Recreativa Wembley, Municipio Santiago de Cali Cancha sintética futbol 11 Carrera 25a y 26 con calle 44 y 49 Barrio Fenalco Kennedy	1070-2018	16-mar-18	1-oct-18	1-abr-19	4-dic-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.750.460.931,00	6 meses	3.089.576.504,00	3.089.576.504,00	339.115.573,00	Mayor valor del contrato, por tiempo y actividades	Construcción cancha sintética	Otro si No.2 modificación de plazo 7 meses Otro si No.3 modificación de valor \$3.030.580,903 Otro si No.4 modificación	No terminación de la obra y cambio porque el monto inicial no fue suficiente	247	180	Cambio de precios y tiempo de ejecución	Formulación
19	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto fortalecimiento a la infraestructura deportiva de diez municipios del departamento del Valle del Cauca en los siguientes grupos de adjudicación: grupo 6; Cancha sintética Recreavalle centro recreacional la Pradera calle 15 transversal 14	1073-2018	3-abr-18	17-jul-18	17-nov-18	17-nov-18	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	248.168.701,00	4 meses	248.168.701,00	248.168.701,00	0,00	NA	Construcción cancha sintética	NA	NA	0	0	NA	NA
20	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto fortalecimiento a la infraestructura deportiva de diez municipios del departamento del Valle del Cauca en los siguientes grupos de adjudicación: grupo 1 adecuación total de parque la ventura municipio de Buga, gimnasio biosaludable Ginebra, gradería corregimiento Guabitas, Cancha múltiple municipio de Tuluá, cancha sintética municipio Roldanillo, gimnasio biosaludable municipio de Zarzal	1080-2018	26-abr-18	18-jul-18	18-ene-19	7-mar-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	1.543.961.062,00	6 meses	1.543.961.062,00	1.543.961.062,00	0,00	NA	Adecuación de parque Adecuación de gimnasio al aire libre Gradería Cancha sintética	Suspensión 1: 19-dic-2018 hasta 5-ene-2019	Solicita la comunidad se despeje el área de trabajo para realizar eventos decombinos y reanudar obras en enero	48	30	Por ajuste a cantidades de obra	Imprevistos
21	INDERVALLE requiere contratar a precios fijos unitarios sin reajuste, las obras del polideportivo en el corregimiento de El Queralma y obras complementarias del municipio de Dagua	1722-2017		4-ago-17	30-nov-17	31-mar-18	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	483.411.885,00	3 meses	483.411.885,00	483.411.885,00	0,00	NA	Adecuación polideportivo	Prórroga 1: hasta 30 de enero 2018 Prórroga 2: hasta 01 de marzo de 2018 Prórroga 3: hasta 31 de marzo de 2018	NA	121	121	Ajuste a diseños y presupuesto por ítems no contemplados y mayores y menores cantidades	NA
22	Adecuación del Ecoparque Pance	1771-2017	13-jul-17	13-oct-17	13-abr-18	21-dic-18	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.130.275.374,00	6 meses	2.442.726.497,00	2.442.726.497,00	312.451.123,00	Ajuste a diseños, mayores y menores cantidades	Adecuación Ecoparque Pance	Suspensión 3	Consecución de material tipo carbonilla Ejecución de obras adicionales Invierno Por ajuste a diseño y cantidades	252	51	Por ejecución de obras adicionales y por ajuste a diseño y obras	Formulación
23	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto adecuación escenarios deportivos y recreativos para los municipios de Yotoco, Buga y la Cumbre , Grupo 2 adecuación gimnasio al aire libre la cumbre vereda arboleda , adecuación escenario deportivo Miravalle Yotoco Valle del Cauca	2719-2019	21-jun-19	9-sep-19	9-mar-20	2-nov-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	984.428.648,00	9 meses	984.337.633,00	984.337.633,00	-91.015,00	NA	Adecuación gimnasio al aire libre y escenario deportivo	Acta de suspensión 1 : 9/12/2019 acta de reinicio 1: 9/01/2020 acta de suspensión 2: 25/03/2022, acta de ampliación 1	Circunstancias climáticas , confinamiento Covid - 19	420	150	Imprevistos externos	Imprevistos

24	Adecuación escenarios deportivos Coliseo La Isleta, Estadio Municipal, Patódromo La Isleta y La Institución Educativa Colegio Lázaro de Gardea (Ciprés) CIC y Polideportivo Zaragoza con miras a la realización de los juegos departamentales 2017.	2028-2017	15-sep-17	27-sep-17	30-nov-17	15-dic-17	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	1.251.562.909,00	2,5 meses	1.446.274.761,00	1.446.274.761,00	194.711.852,00	ores cantidad	Adecuación de escenarios deportivos para juegos departamentales 2017	Mayores cantidades y actividades no previstas presentados por la interventoría a intervalle para la autorización mediante	Mayores cantidades de obra respecto a las cantidades presupuestadas para cumplir con el alcance del proyecto,	75	15	Mayor tiempo en ejecución por actividades no previstas.	Formulación
25	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto adecuación escenarios deportivos y recreativos para los municipios de Yotoco, Buga y la Cumbre, Grupo 1 adecuación gimnasio al aire libre la Cumbre, adecuación escenario deportivo con cancha múltiple en el corregimiento la Habana Valle del Cauca	2720-2019	21-jun-19	9-sep-19	9-mar-20	2-nov-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	969.471.404,00	14 meses	969.383.703,00	969.383.703,00	-87.701,00	NA	Adecuación de escenarios deportivos	Acta de suspensión 1. 9-12-2019, acta de reinicio 1. 9-01-2020, Acta de suspensión 2. 25-03-2020, acta de ampliación 1	Circunstancias climáticas, ola invernal, confinamiento Covid 19, balance de obra por mayores y menores cantidades de obra	420	240	Circunstancias climáticas, mayores cantidades y confinamiento	Formulación
26	Ejecutar bajo modalidad de precios unitarios fijos las obras del proyecto adecuación escenarios deportivos de los municipios del valle del cauca en los siguientes grupos de adjudicación grupo 1. construcción de cancha con cubierta y cerramiento perimetral, corregimiento San Jose , municipio de San Pedro	2781-2019	1-oct-19	6-feb-20	10-ago-20	3-feb-21	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.893.758.129,00	12 meses	2.893.758.129,00	2.893.758.129,00	0,00	NA	Construcción y adecuación de escenarios deportivos	Suspensiones por frentes de obra	Ajuste a diseños y mayores y menos cantidades	177			Formulación
27	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos la obra: Adecuación gimnasio al aire libre barrio Quintas de Bolívar, municipio de Jamundí	3786	11-dic-19	12-dic-19	27-dic-19	27-dic-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	159.744.616,00	15 días	159.744.616,00	159.744.616,00	0,00	NA	Adecuación gimnasio al aire libre	NA	NA	0	NA		NA
28	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenario deportivo polideportivo 12 de octubre municipio de Cali	4048	3-oct-14	11-dic-18	31-dic-18	4-ago-19	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	713.444.439,00	21 días	713.444.439,00	713.444.439,00	0,00	NA	Adecuación polideportivo	Suspensión 1: 28-dic-18 hasta 01-may-19 Prórroga 1: 3 meses		216	90		Formulación
29	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes grupos de adjudicación: grupo 3, adecuación de escenario deportivo con cubierta sobre cancha múltiple barrio Los Naranjos municipio de Cali	4154-2018	25-oct-18	23-may-19	23-dic-19	22-dic-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	941.050.915,00	7 meses	941.050.915,00	941.050.915,00	0,00	NA	Adecuación escenario deportivo con cubierta en cancha múltiple	Suspensión 1: 06-jun-19 hasta 07-ago-19 Suspensión 2: 06-feb-20 hasta 30-nov-20	Se debían corregir los planos estructurales puesto que su implantación no corresponde al sitio Se realizan modificaciones a planos	365			Formulación
30	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes grupos de adjudicación: grupo 2, construcción cancha recreacional múltiple corregimiento de Celán, Bugalagrande	4540-2018	14-dic-18	23-may-19	23-dic-19	27-dic-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	256.705.600,00	7 meses	256.705.600,00	255.677.180,00	0,00	NA	Construcción cancha recreacional múltiple	Suspensión 1: 14-ago-19 hasta 20-oct-19 Suspensión 2: 25-nov-19 hasta 16-dic-19 Suspensión 3: 5-feb-20 hasta 11-nov-20	Las condiciones actuales del terreno han cambiado. El terreno es plástico y no permite la compactación necesaria para ejecutar las actividades	370			Formulación
31	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes grupos de adjudicación: grupo 1, adecuación escenario deportivo con gimnasio al aire libre municipio de Andalucía corregimiento de Campo Alegre; adecuación de escenario deportivo con cubierta sobre cancha múltiple barrio Calipso; adecuación de escenario deportivo con cubierta sobre cancha múltiple barrio El Poblado I; adecuación de escenario deportivo con cubierta sobre cancha múltiple barrio El Pondaje	4493-2018	7-dic-18	23-may-19	23-dic-19	31-dic-20	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.390.936.696,00	7 meses	256.705.600,00	256.705.600,00	178.774.843,00	Ajuste a diseños y mayores y menores cantidades del presupuesto	Cubierta para escenario deportivo Gimnasio al aire libre	Suspensión 1: 5-jun-19 hasta 4-jul-19 Suspensión 2: 16-ene-20 hasta 31-ene-20 Suspensión 3: 6-feb-20 Suspensión 4: 12-nov-20	Se suspende para replantear proceso constructivo; revisar y ajustar la localización; cambian lineamientos de EMCALI	374	48	Ajuste a diseños y mayores y menores cantidades del presupuesto Activar la compatibilidad con lectores de pantalla	Formulación
32	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación en escenarios deportivos de los siguientes grupos de adjudicación: grupo 5; Acondicionamiento cancha múltiple e implementación juegos infantiles barrio Coleguros Andes; Adecuación cerramiento barrio San Judas municipal de Santiago de Cali departamento del Valle del Cauca; Adecuación gimnasio al aire libre en barrio Guabal, Valle del Cauca; Adecuación gimnasio al aire libre barrio Gran Colombia, municipio de Santiago de Cali, Valle del Cauca;	4494-2018	7-dic-18	23-may-19	23-dic-19	14-ene-21	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.126.711.198,00	7 meses	2.251.654.249,00	2.251.654.249,00	124.943.051,00	Temporada de ola invernal	Gimnasio al aire libre	Suspensión 1: 6-feb-20 hasta 11-nov-20	Ajustes a diseños y presupuesto	388	105	Ajuste a diseños y mayores y menores cantidades del presupuesto Activar la compatibilidad con lectores de pantalla	Formulación

33	Ejecutar bajo la modalidad de precios unitarios fijos las obras de adecuación de escenarios deportivos: Gimnasio al aire libre corregimiento de Tarragona, municipio de Florida; Adecuación parque recreativo La María municipio de Bugalagrande; adecuación gimnasio al aire libre barrio Santander distrito de Cali; Adecuación gimnasio al aire libre barrio Alto Aguacatal distrito de Cali; Adecuación escenario barrio barrio Nacional distrito de Cali; Adecuación gimnasio al aire libre barrio Petecuy III distrito de Cali; Adecuación gimnasio al aire libre barrio Prados	3346	9-dic-20	11-oct-21	11-jun-22	28-feb-23	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.206.078.887,00	8 meses	2.251.654.249,00	2.251.654.249,00	124.943.051,00	Ajuste a diseños	Gimnasio al aire libre y adecuación a parque recreativo y canchas	Suspensión: 22-mar-20 hasta 22-may-20	Ajustes a diseños y presupuesto	262			Formulación
34	Realizar mediante el sistema de precios unitarios las obras en los siguientes grupos de adjudicación: Grupo 1 Adecuación cancha sintética corregimiento de Ceilán municipio de Bugalagrande; adecuación cancha sintética municipio de Zarzal; Adecuación gimnasio al aire libre corregimiento de Cananguá municipio de Guacarí y grupo 3. Adecuación con camerinos y tarima escenario deportivo del corregimiento de Morelia, municipio de Roldanillo, Valle del Cauca.	2028	1-oct-22	1-nov-22	31-dic-22	9-abr-23	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	1.461.531.417,00	Hata 31 de dic 2023	1.461.531.417,00	1.461.531.417,00	1.461.531.417,00	Ajuste a diseños y ola invernal	Gimnasio al aire libre y adecuación a parque recreativo y canchas				99		Formulación
35	Realizar mediante el sistema de precios unitarios las obras en los siguientes grupos de adjudicación: Grupo 2 Adecuación cancha múltiple corregimiento La Samelia, municipio de El Cairo; Adecuación escenario deportivo con cancha múltiple en Bellavista vereda de El Cairo; Adecuación cubierta de gradería existente en el estadios municipal de Riofrio; Adecuación gimnasio al aire libre estadio Noel Salcedo, municipio de Roldanillo.	2033	1-oct-22	1-nov-22	31-dic-22	9-abr-23	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	2.503.926.597,00	Hata 31 de dic 2022	2.503.926.597,00	2.503.926.597,00	2.503.926.597,00	Ajuste a diseños y ola invernal	Gimnasio al aire libre y adecuación a parque recreativo y canchas				99		Formulación
36	Adecuación centro de medicina deportiva, distrito especial de Santiago de Cali, departamento del Valle del Cauca.	IND-2027-2020	29-jul-22	11-oct-22	30-dic-22	30-dic-22	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	873.915.545,00	Hata 31 de dic 2022	1.079.783.228,54	1.079.783.228,54	205.867.683,54	Ajuste a diseños según condiciones del lugar al momento de ejecutar la obra	Centro de medicina						Formulación
37	Adecuación de la pista de BMX del municipio de Cartago y la adecuación de pista de patinaje del municipio de Riofrio en el departamento del Valle del Cauca	IND-23-4281	1-oct-23	25-oct-23	30-nov-23	27-dic-23	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	1.708.050.697,00	Hata 30 de nov 2023	1.708.050.697,00	1.708.050.697,00	0,00						27	No se cumple con el cronograma establecido	Formulación
38	Adecuación con obras complementarias del coliseo Óscar Figueroa ubicado en el municipio de Cartago	IND-23-4472	1-oct-23	5-nov-23	30-nov-23	27-dic-23	Proyecto para beneficio social de la población del Valle del Cauca que busca el fomento y la recreación de los mismo a través de la creación y/o adecuación de infraestructura.	282.640.212,00	Hata 30 de nov 2023	282.640.212,00	282.640.212,00	0,00						27	No se cumple con el cronograma establecido	Formulación

Fórmula aplicada

p=proporción p 0,684210526 total 38 87%
E= nivel de confianza Z 1,645 cambios for 33 68%
Z Epsilon 0,15 cambios for 26
n=muestra significativa n 25,99

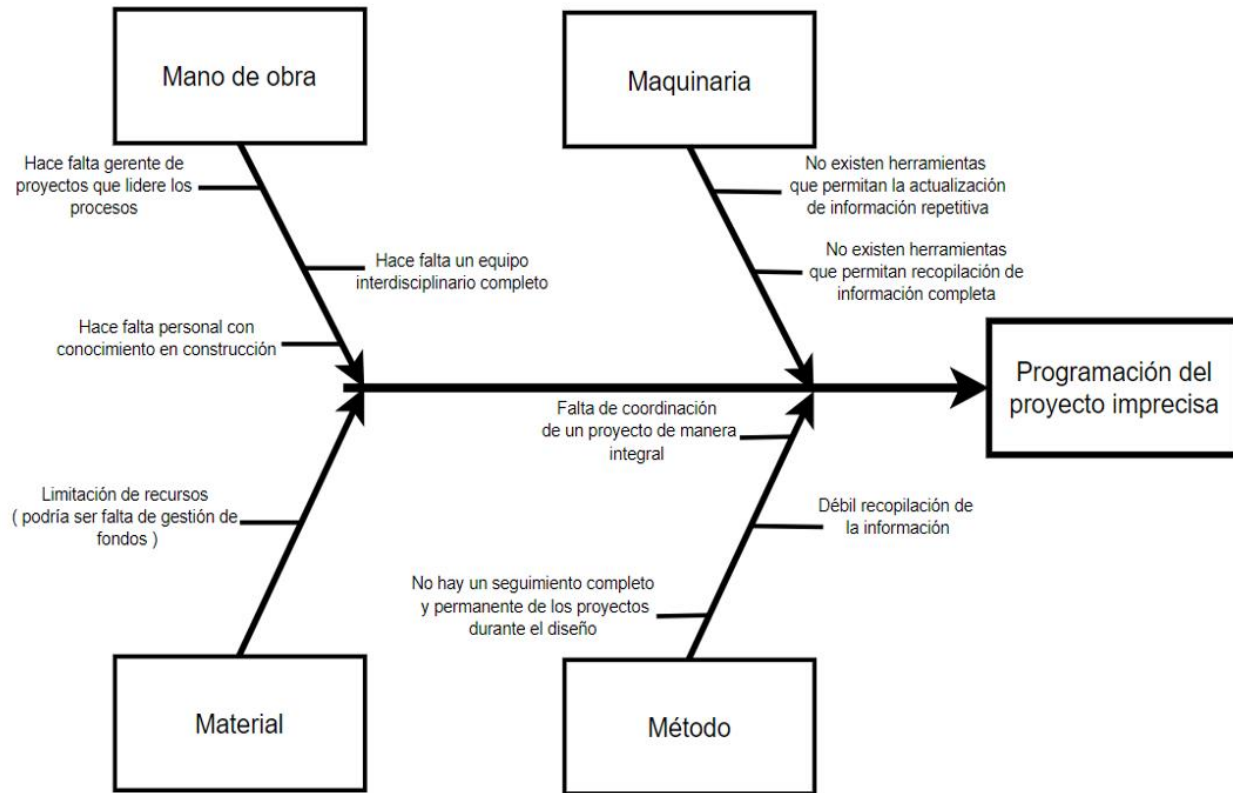
ANEXO 3 - Grupo focal

Nombre	Profesión	Funciones	Área
Ana Yiby Erazo Hurtado	Ingeniera Civil	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Diana Patricia Barona Carmona	Arquitecta	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Andrés Fernando Barco León	Arquitecto	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Carlos Arturo Dossman Cortes	Ingeniero Civil	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Christian Rocha Sandoval	Arquitecto	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción. Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos aportando las especificaciones técnicas que componen todo un proyecto.	Supervisión de ejecución
Jairo Libardo Ortega	Ingeniero Civil	Supervisor de los contratos de interventoría que velan por los contratos de obra de la subgerencia de infraestructura	Supervisión de ejecución y formulación
Manuel Santiago Escobar	Ingeniero Civil	Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos aportando las especificaciones técnicas que componen todo un proyecto	Formulación
Brahian Felipe Vargas Banquero	Arquitecto	Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos con el diseño arquitectónico y detalles constructivos de los proyectos	Formulación
María Alejandra Cabal Marín	Ingeniera Civil	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción. Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos aportando las especificaciones técnicas que componen todo un proyecto.	Supervisión de ejecución y formulación
Juan Pablo Martínez	Ingeniero Civil	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Virginia	Ingeniera Civil	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Sebastian	Arquitecto	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Alejandra Pinzón	Ingeniera Civil	Supervisar la ejecución de las obras asignadas velando por el cumplimiento de las condiciones iniciales y los cambios que se generen durante la construcción.	Supervisión de ejecución
Harold Amaya	Ingeniero Electricista	Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos aportando las especificaciones técnicas que componen todo un proyecto	Formulación
Leonardo	Ingeniero Ambiental	Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos aportando las especificaciones técnicas que componen todo un proyecto	Formulación
Orlando Neira	Ingeniero Electricista	Está con el equipo interdisciplinario de la formulación de proyectos aportando las especificaciones técnicas que componen todo un proyecto	Formulación

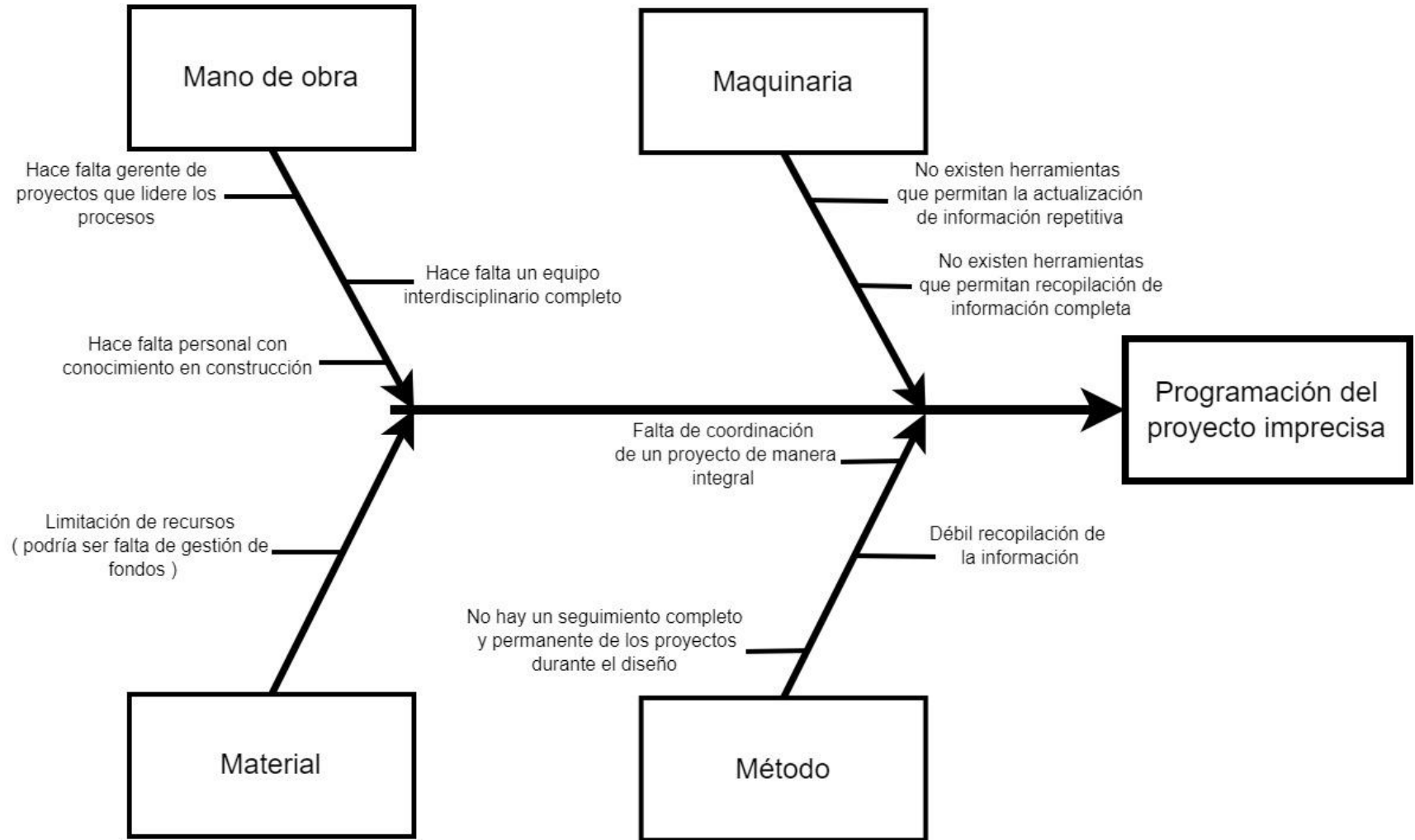
ANEXO 4 - Las 5 Ms

Mano de obra	Maquinaria	Material	Método	Management
Hace falta una persona con el perfil adecuado que lidere los proyectos	No se cuenta con el software apropiado para el trabajo en conjunto	Falta de base de datos que permita hacer seguimiento de condiciones actuales de los lugares a intervenir	Hace falta incluir la proyección de la fase de la postconstrucción para seguimiento por temas de calidad y funcionalidad	Existen diferentes requerimientos o parámetros de las fuentes de financiación que pueden generar cambios en los proyectos
Hace falta un equipo interdisciplinario	No existen herramientas que permitan la organización de información repetitiva que esté al alcance para nuevos proyectos similares	Precios deficientes para presupuestos	No hay un alcance acertado de acuerdo con la población beneficiada	No hay información de todos los requerimientos normativos
Hace falta personal con conocimiento		Precios por transportes y dificultad en la zona de trabajo	Los alcances no son precisos con la situación a mejorar con el proyecto que se formula	Falta de actualización de requerimientos normativos nuevos
	No existen herramientas que permitan recopilación de información completa que garantice incluir las actividades que se requieren en los proyectos	Limitación de recursos	No existe una recopilación adecuada de la información para los proyectos	Los tiempos entre la formulación y la ejecución son largos
			No hay una distribución adecuada de los proyectos para su ejecución	Se propone un proyecto de una escala que según la necesidad puede variar y vuelve el proyecto no tan beneficioso
			Falta de coordinación de un proyecto de manera integral	Tiempos de aprobación de proyectos no se cumplen, afectando cambio de precios por año y tiempos de entrega, hasta pérdida de dinero otorgado
			No hay un seguimiento completo y permanente de los proyectos durante el diseño	
			No existen especificaciones técnicas claras en el proyecto	
			No se cuenta con un trabajo colaborativo para determinar la interoperabilidad de los diseños (estructural, arquitectónico, hidrosanitario, eléctrico y de más) , generando ajustes ya en el proceso de ejecución, esto por falta de seguimiento y control en la fase de formulación.	Falta articulación con demás entidades estatales para que haya coherencia con la exigencias actuales
			Existen problemas específicos en cada diseño por no contar con personal idóneo, entregan detalles constructivos básicos, sin el nivel de complejidad necesario, por ende, se tiende a cometer errores por falta de información.	
			El proyecto no estaba delineado correctamente en todas sus dimensiones (funcional, geográfica, organizativa y de expectativas concretas)	

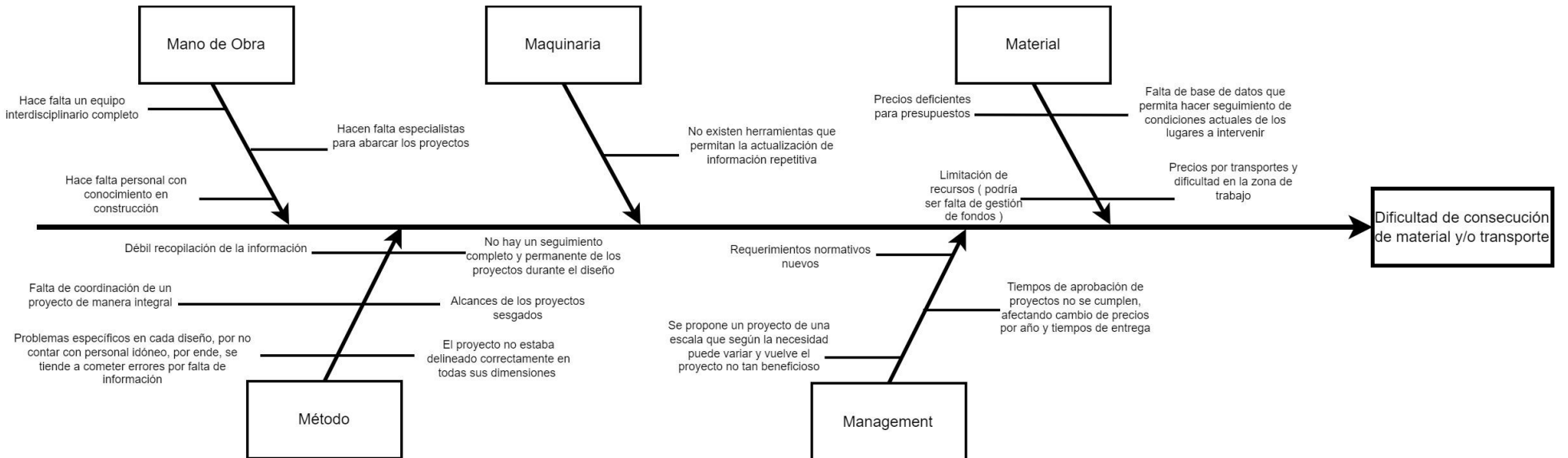
ANEXO 5 – Diagrama de Ishikawa programación de proyecto imprecisa



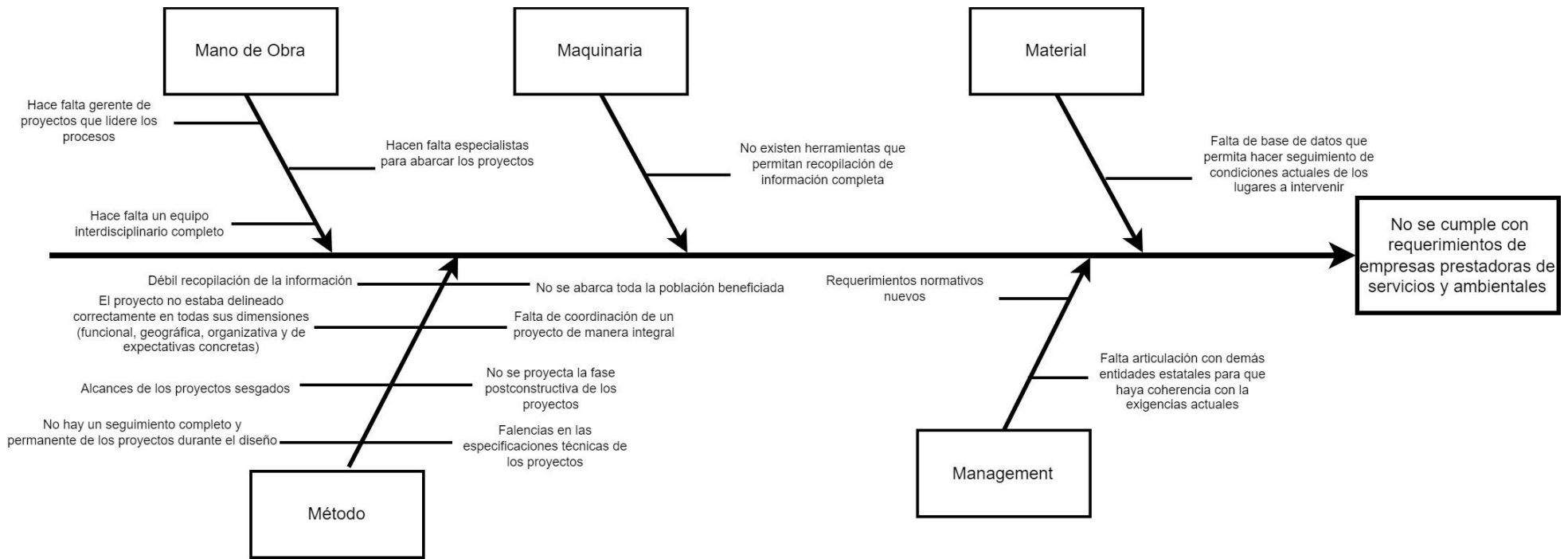
ANEXO 6 – Diagrama de Ishikawa presupuesto incompleto



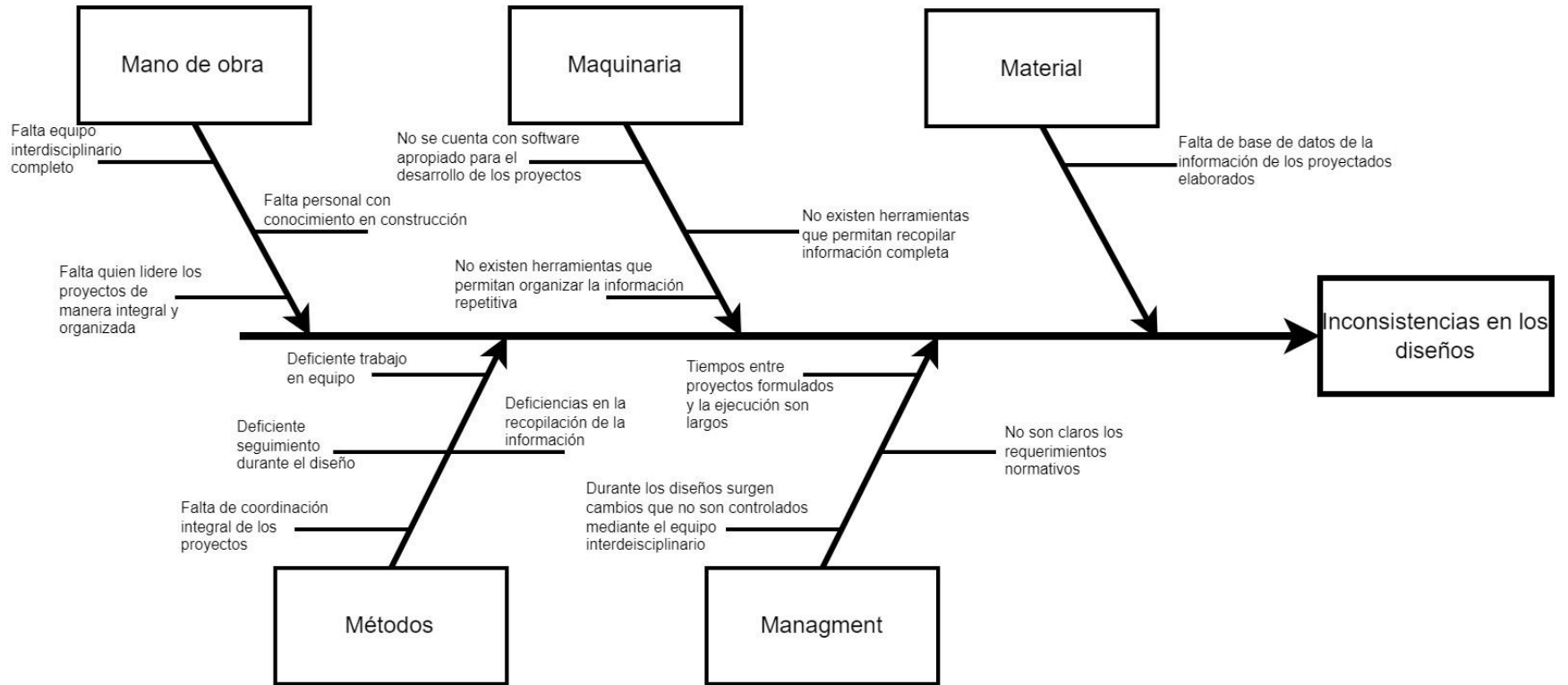
ANEXO 7 – Diagrama de Ishikawa dificultad de consecución de material



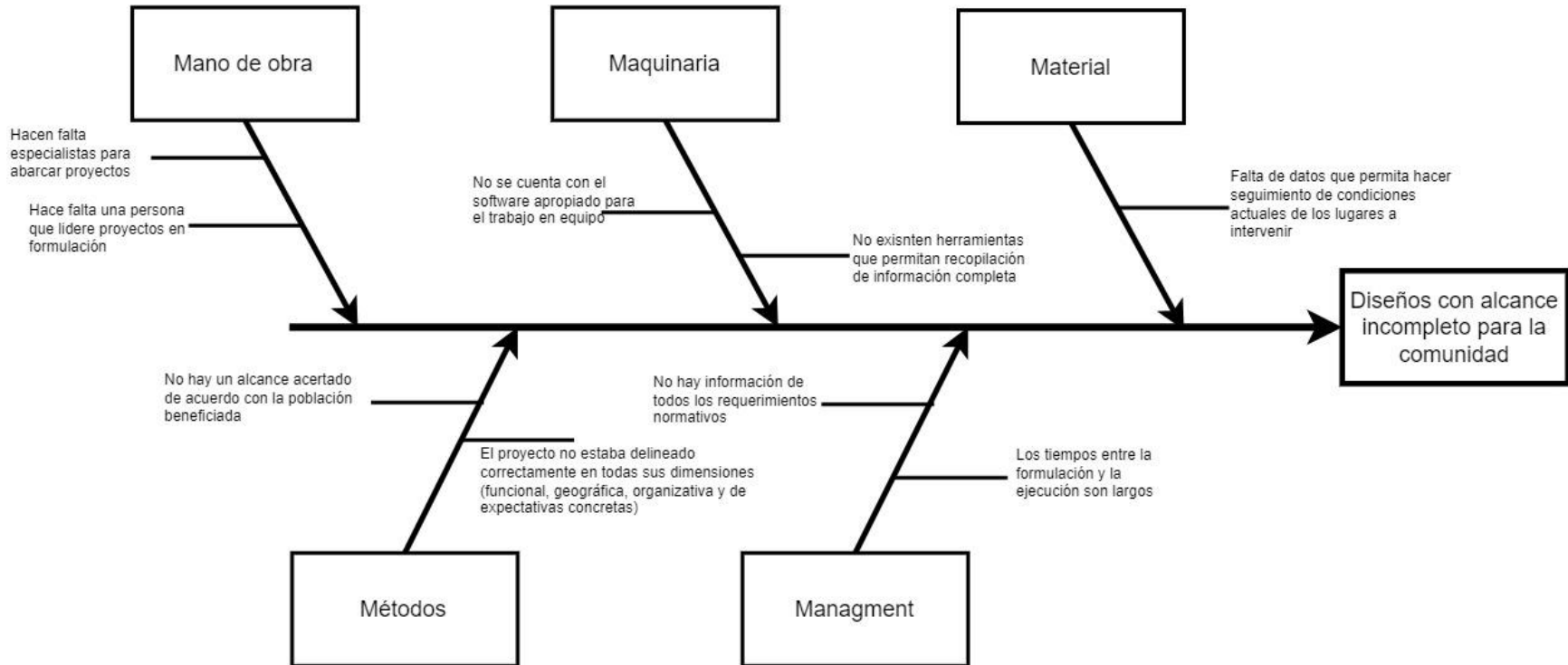
ANEXO 8 – Diagrama de Ishikawa no se cumplen con requerimientos de empresas prestadoras de servicios y ambientales



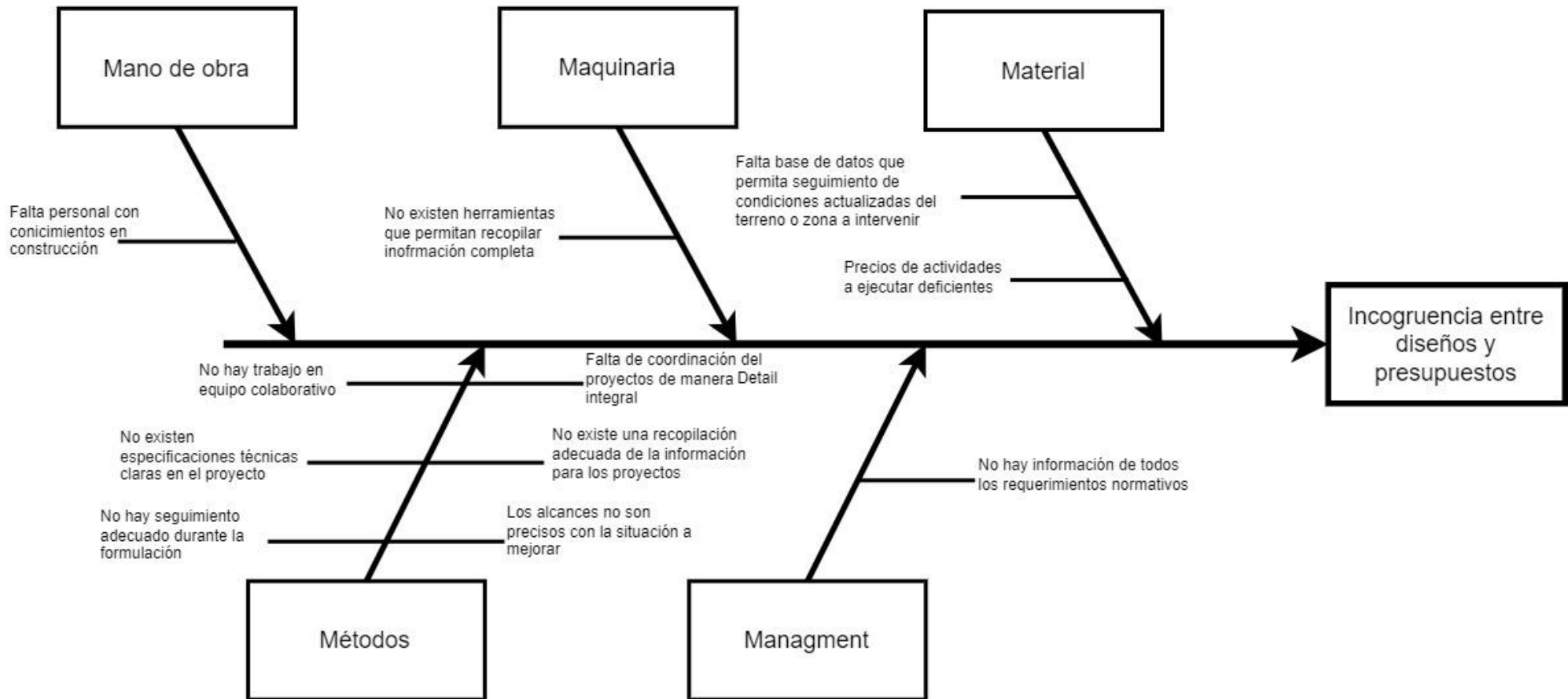
ANEXO 9 – Diagrama de Ishikawa inconsistencias en los diseños



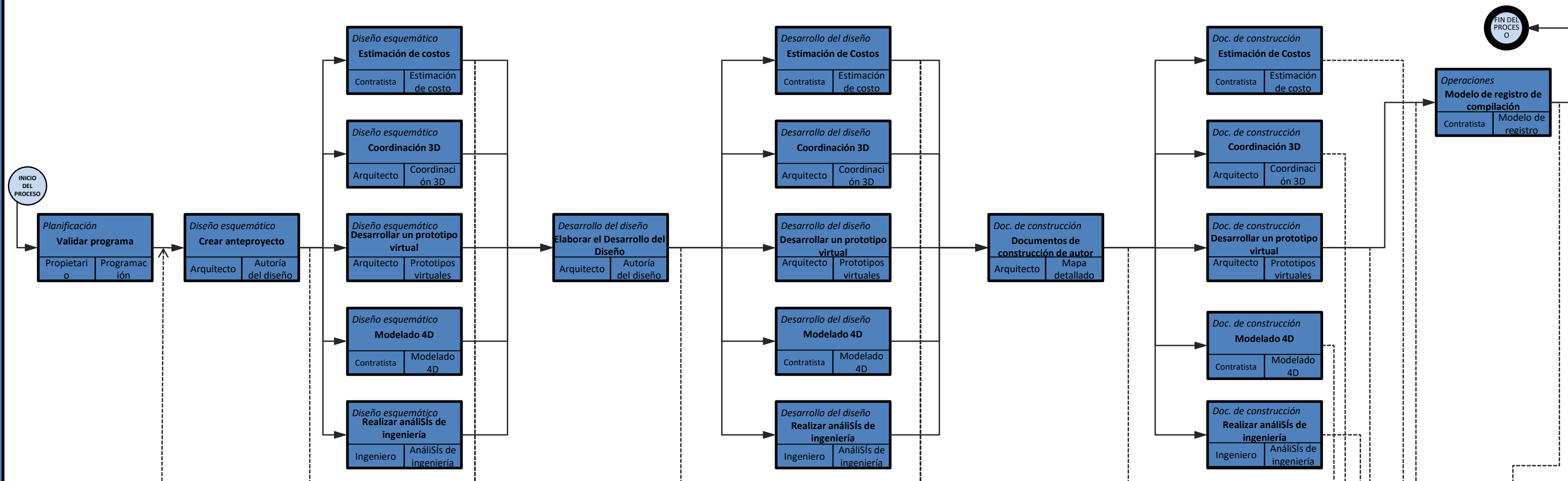
ANEXO 10 – Diagrama de Ishikawa alcance incompleto para la comunidad.



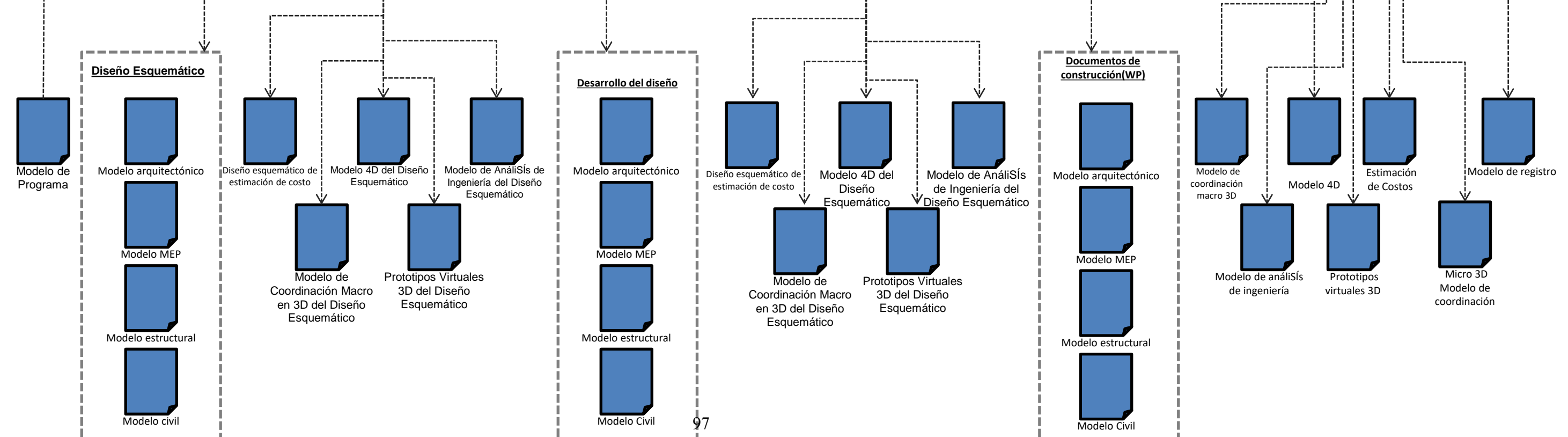
ANEXO 11 – Diagrama de Ishikawa dificultad de consecución de material y/o transporte



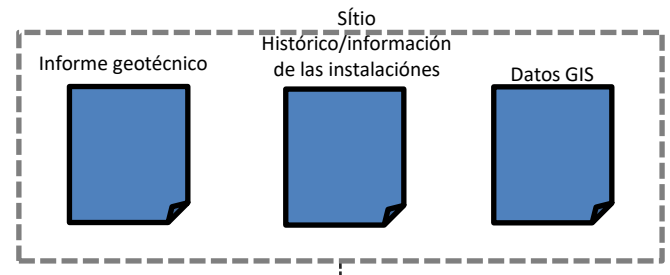
BIM USES



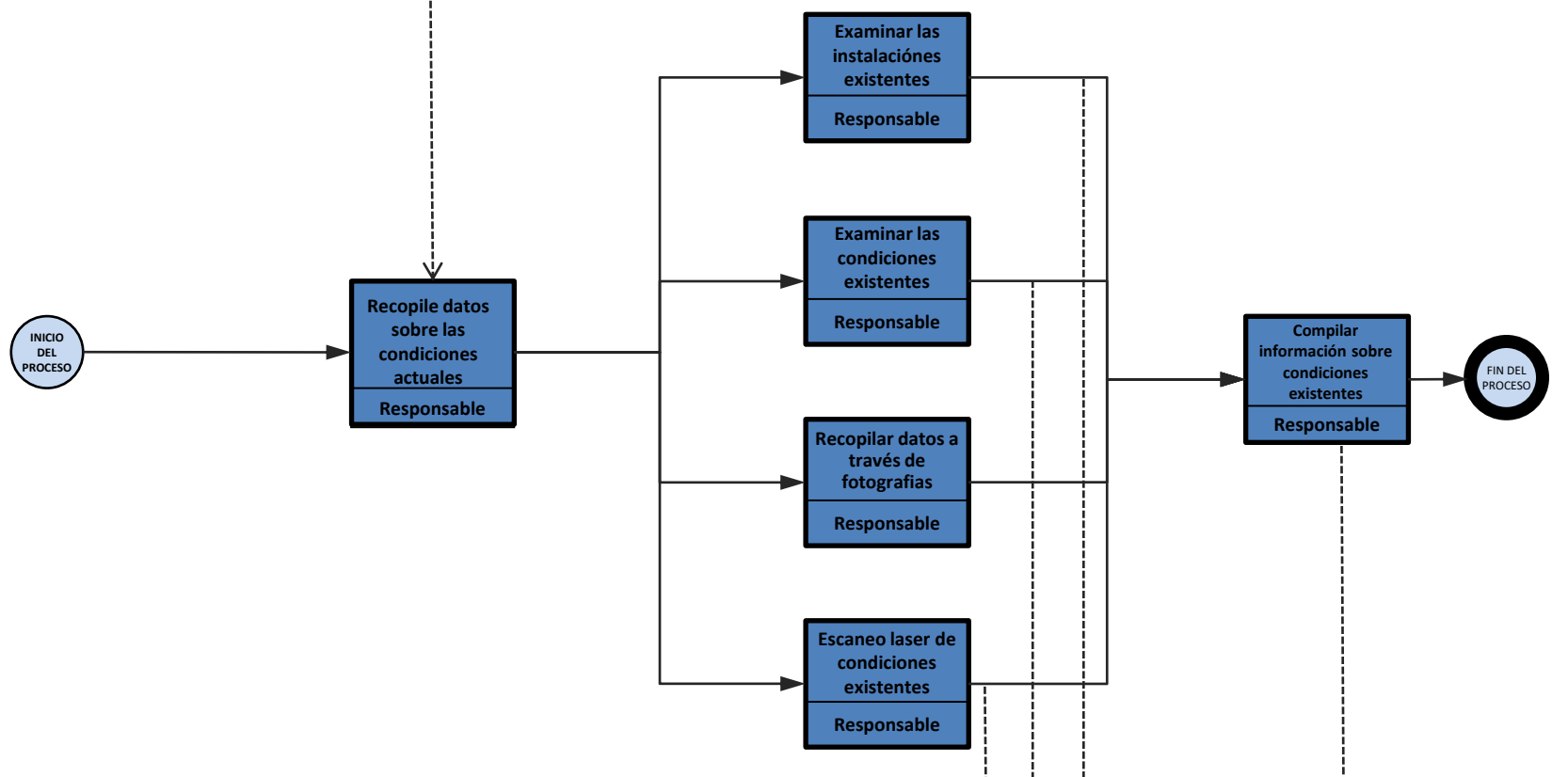
INFO EXCHANGE



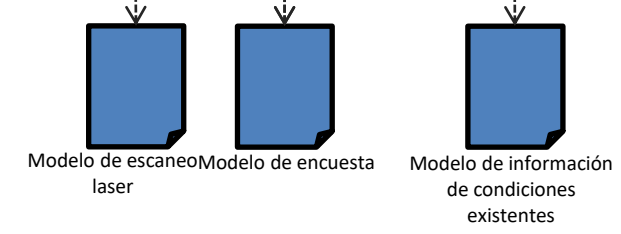
REFERENCE INFO.



PROCESS



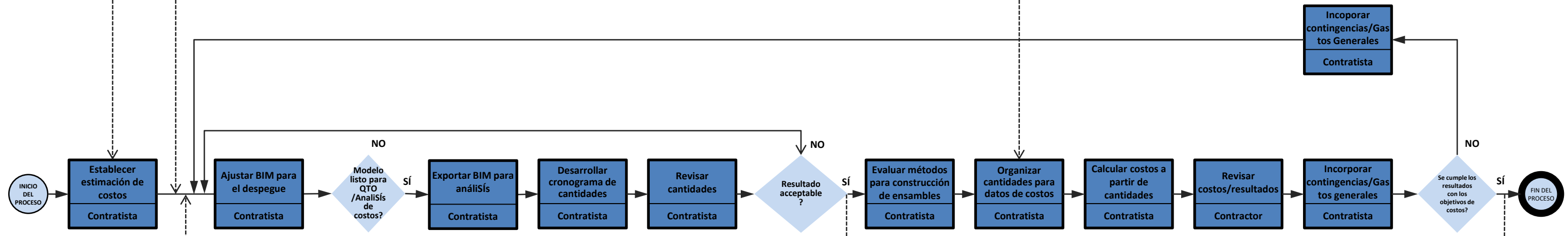
INFO. EXCHANGE



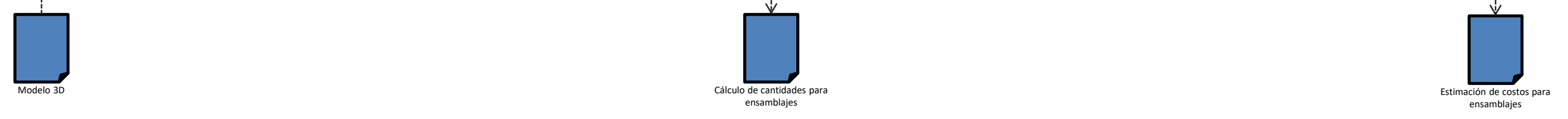
REFERENCE INFO.



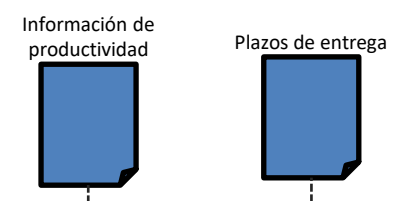
PROCESS



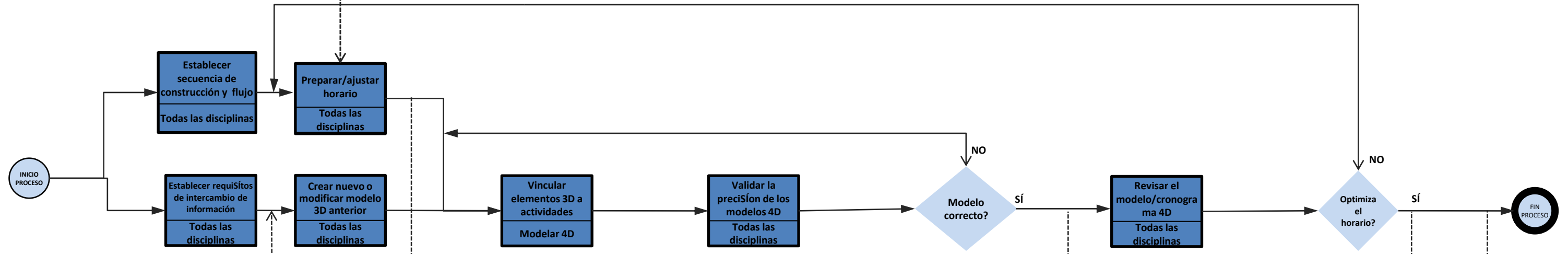
INFO. EXCHANGE



REFERENCE INFO.



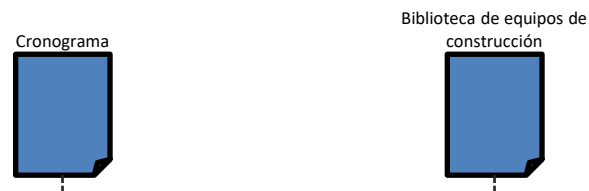
PROCESS



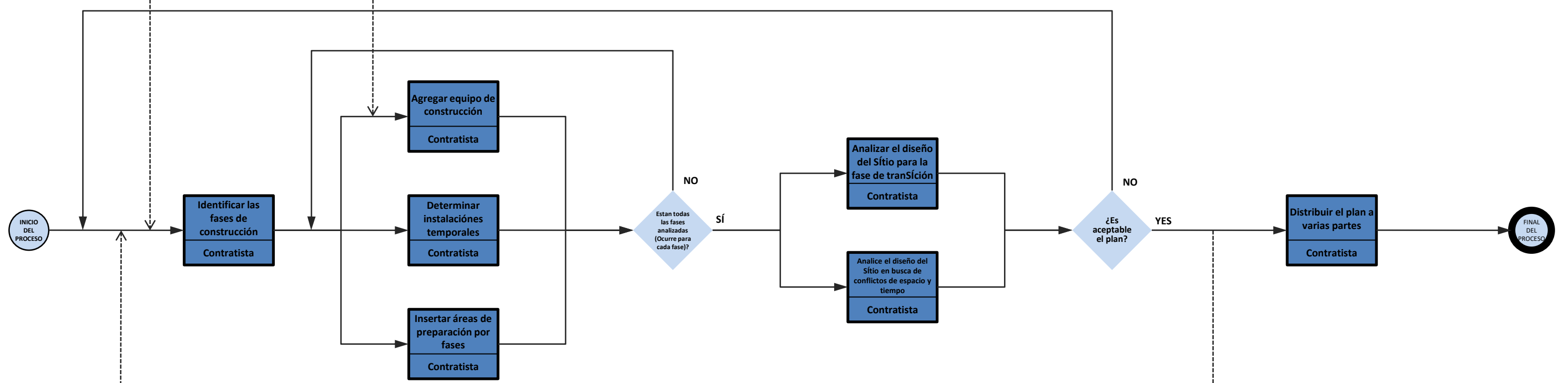
INFO. EXCHANGE



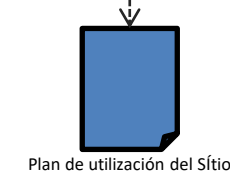
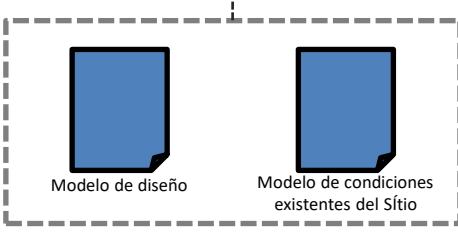
REFERENCE INFO.



PROCESS



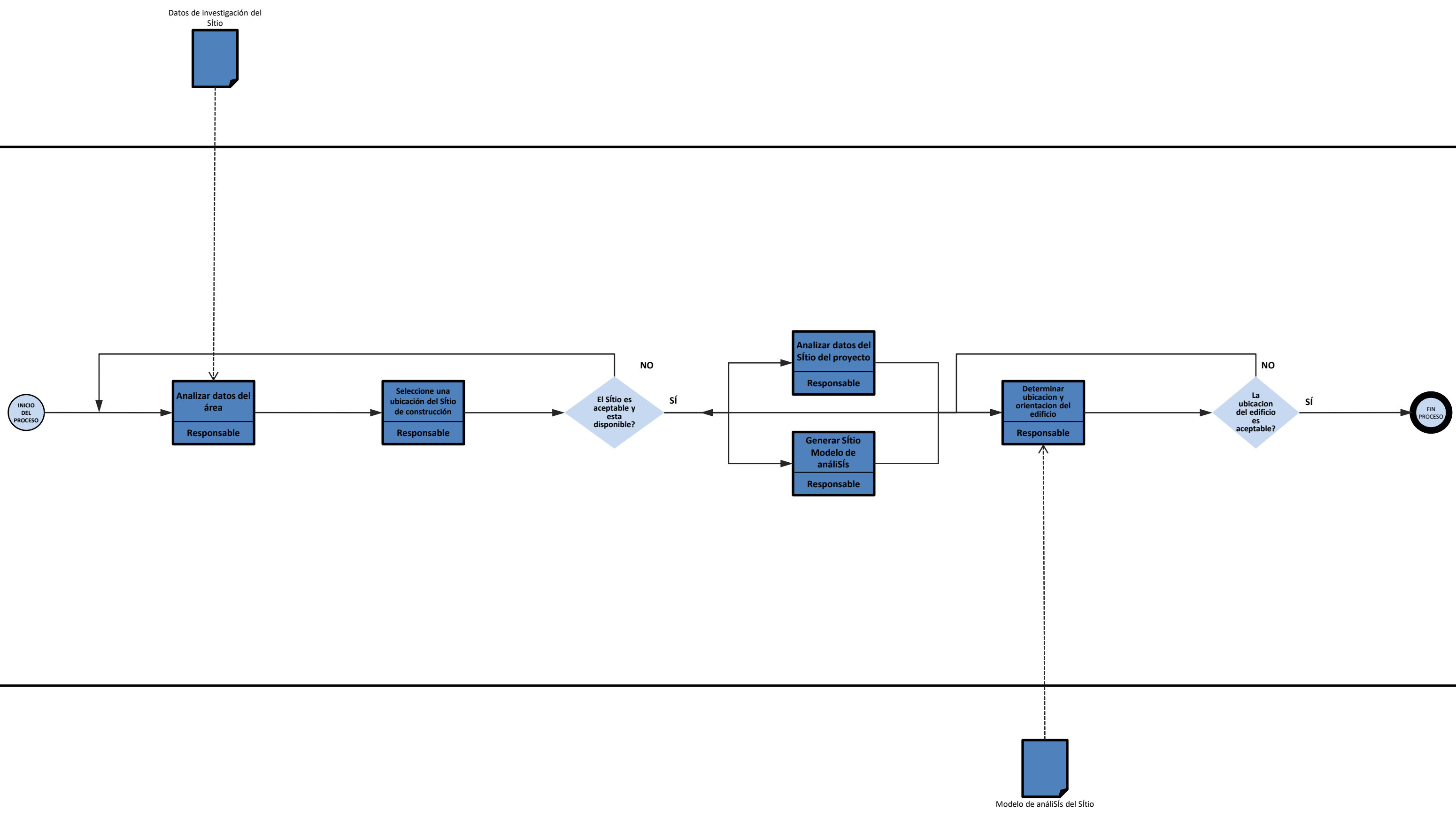
INFO. EXCHANGE



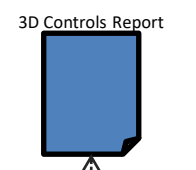
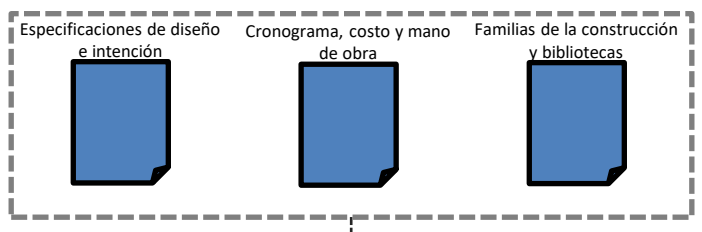
REFERENCE INFO.

PROCESS

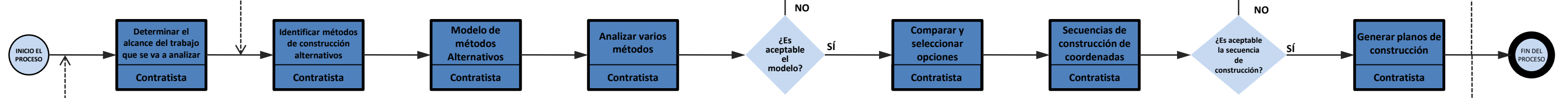
INFO. EXCHANGE



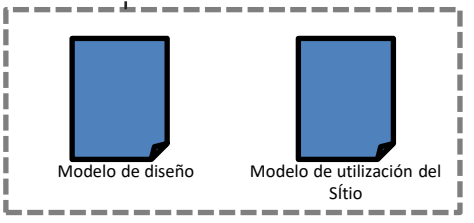
REFERENCE INFO.



PROCESS



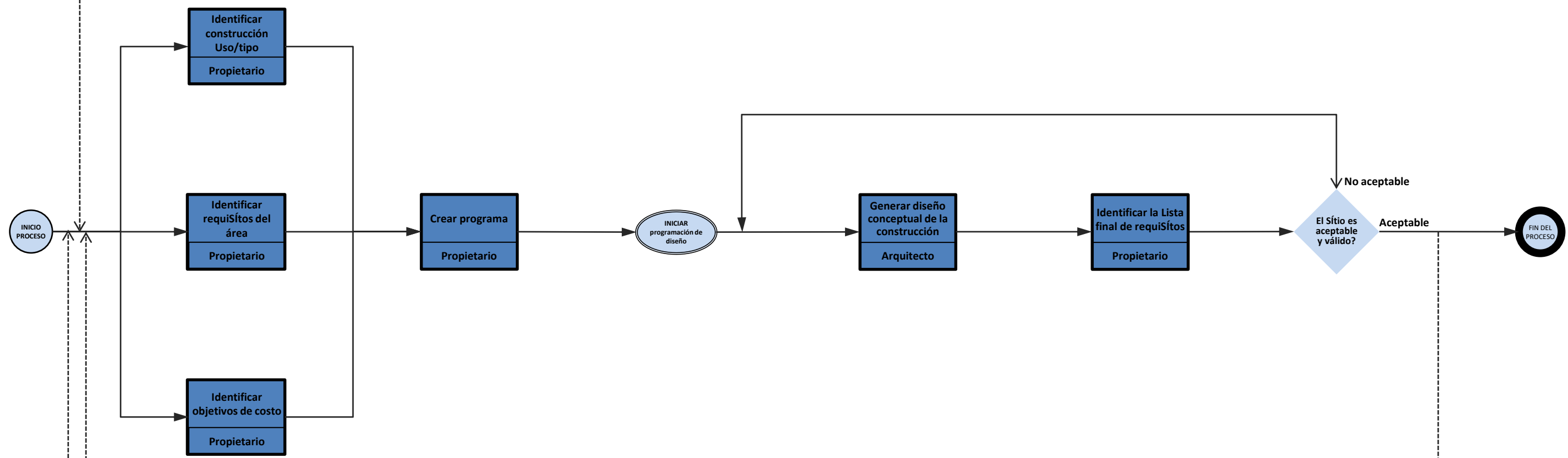
INFO. EXCHANGE



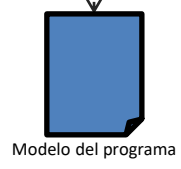
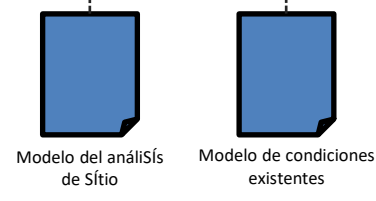
REFERENCE INFO.



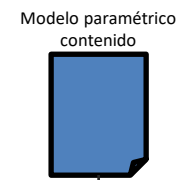
PROCESS



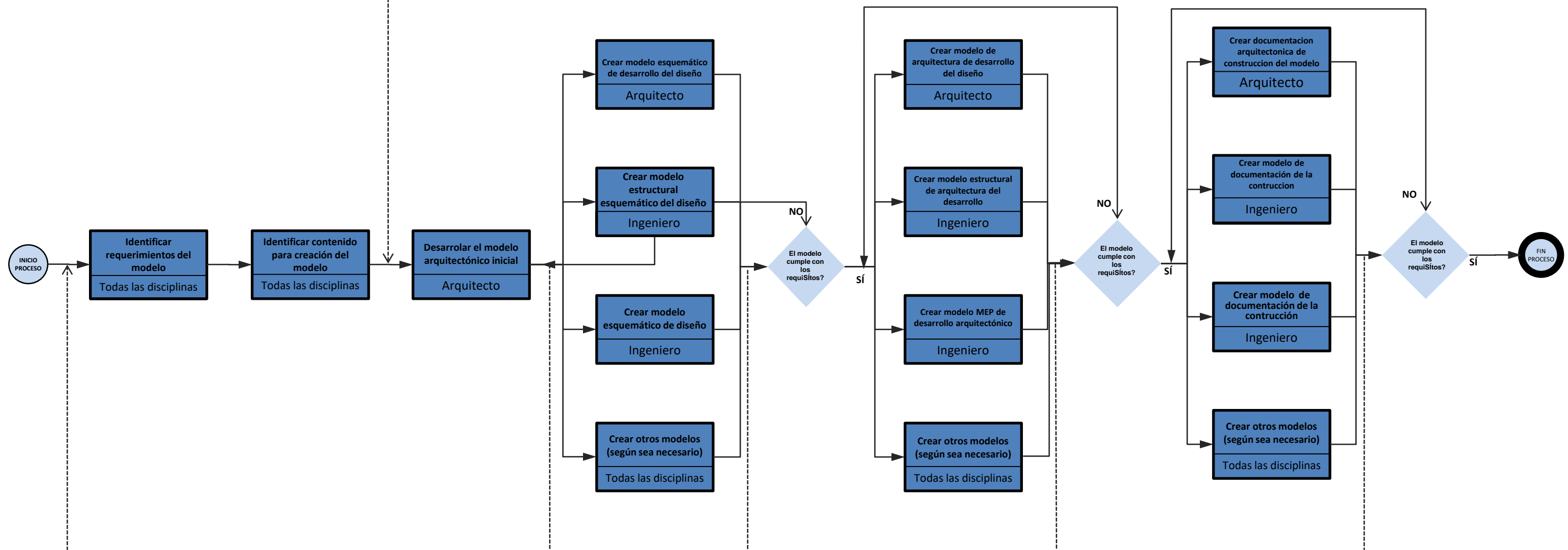
INFO. EXCHANGE



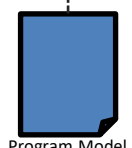
REFERENCE INFO.



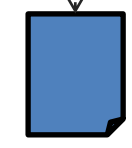
PROCESS



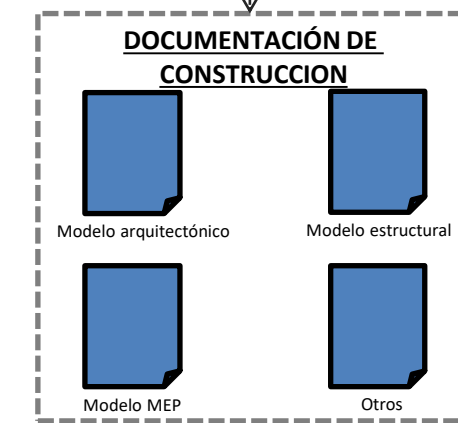
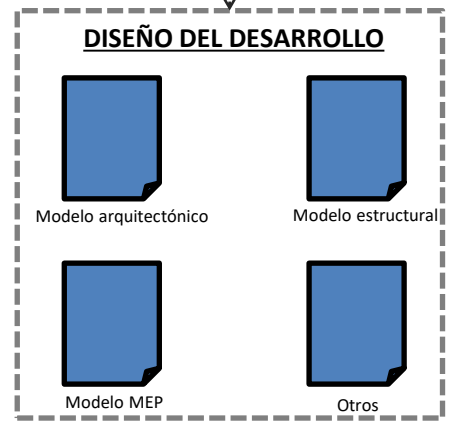
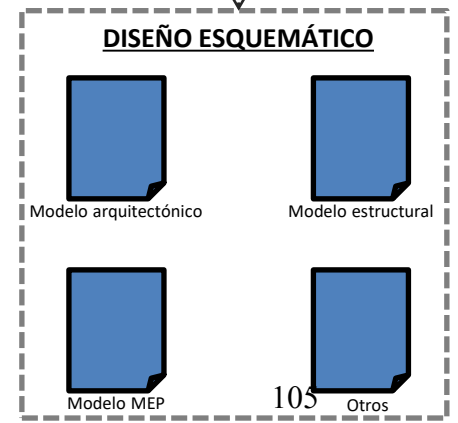
INFO. EXCHANGE



Program Model



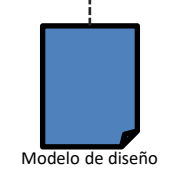
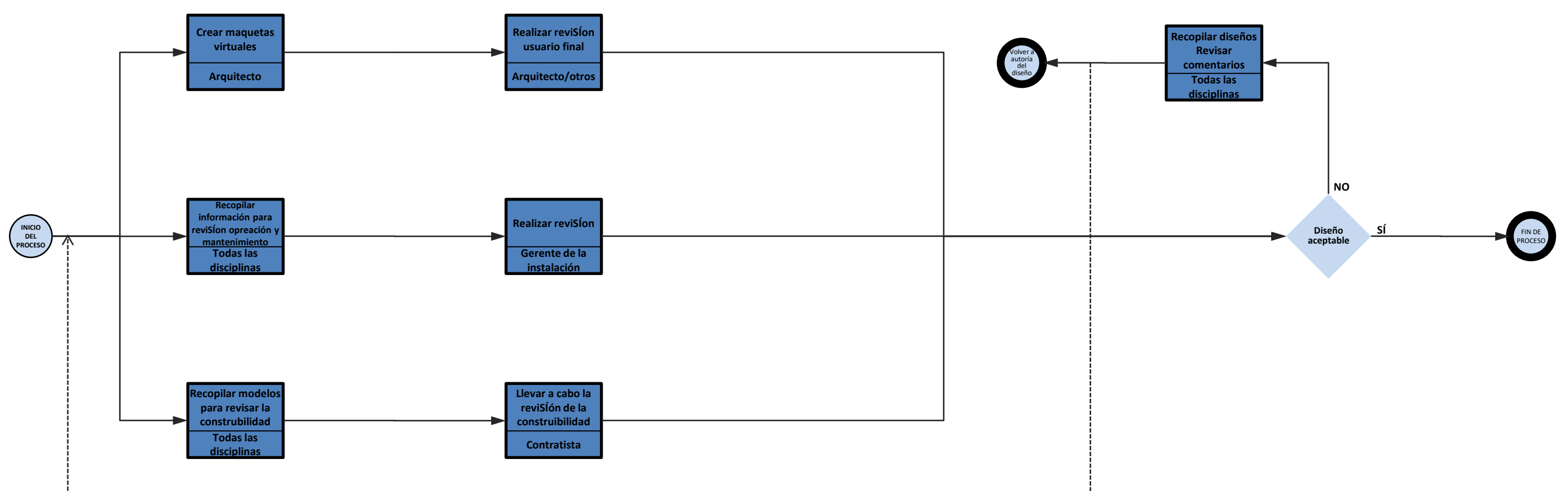
Modelo preliminar arquitectónico



REFERENCE INFO.

PROCESS

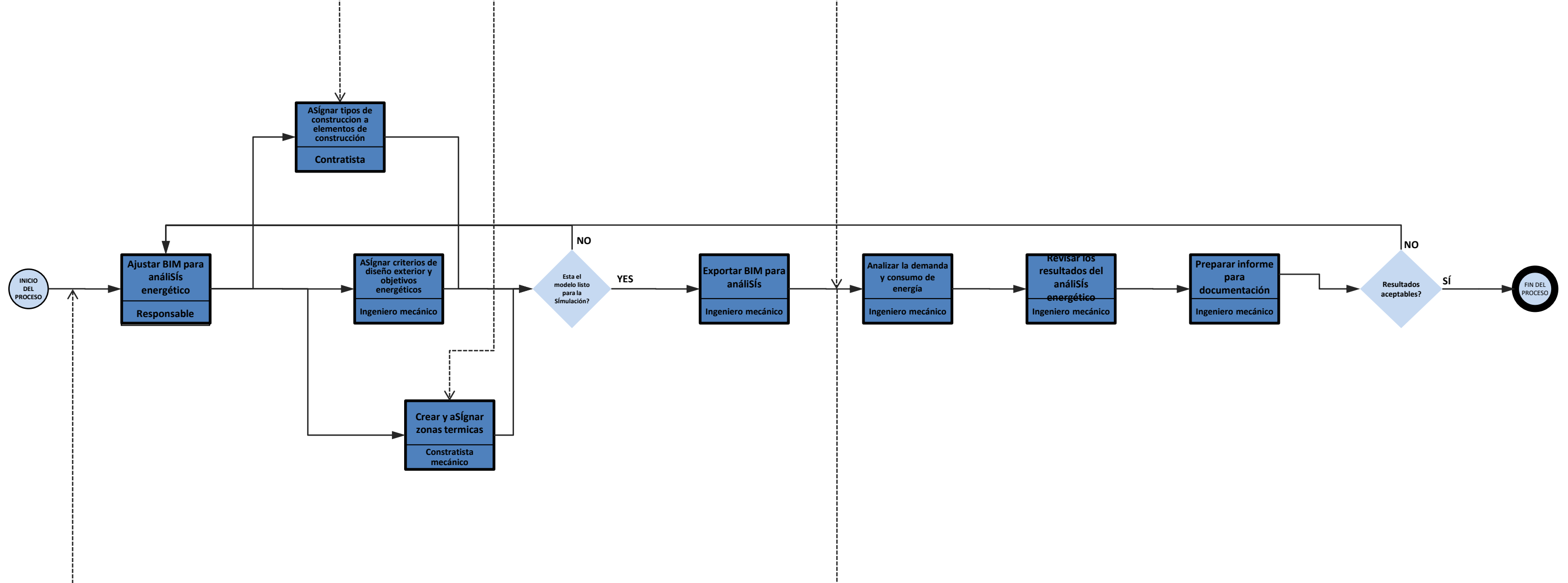
INFO. EXCHANGE



REFERENCE INFO.



PROCESS

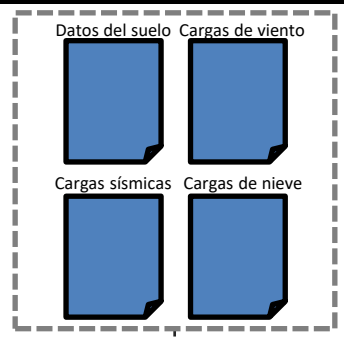


INFO. EXCHANGE

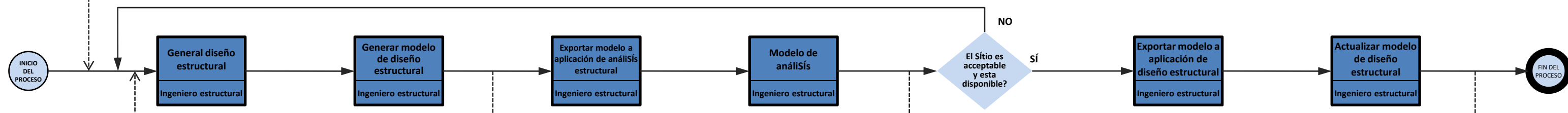


Note: This map was developed from a review of the bSa/OGC AECOO-1 Testbed Project

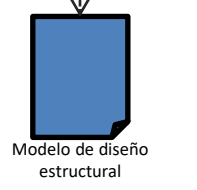
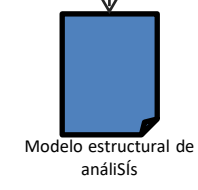
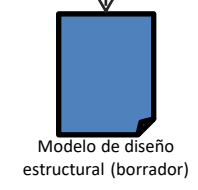
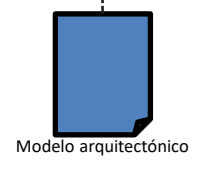
REFERENCE INFO.



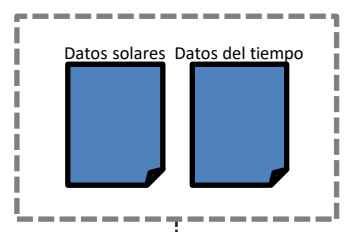
PROCESS



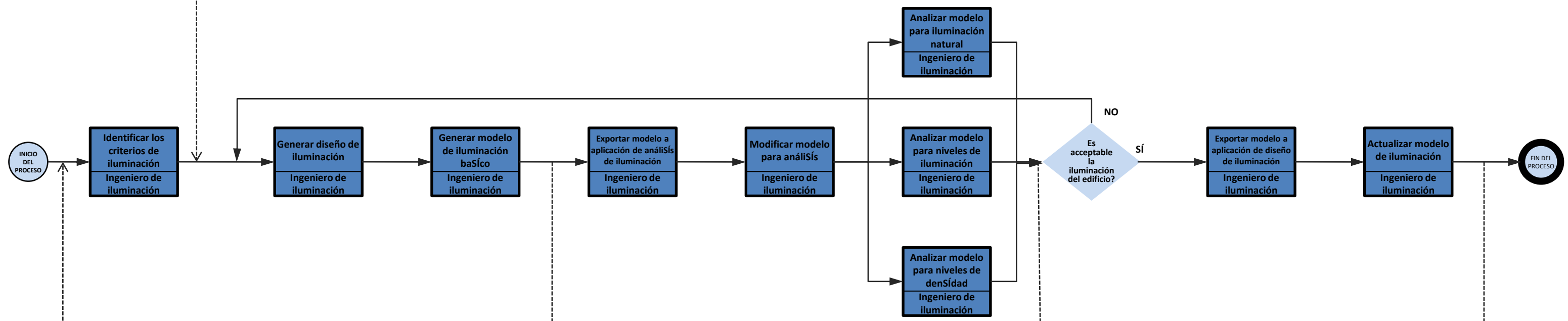
INFO. EXCHANGE



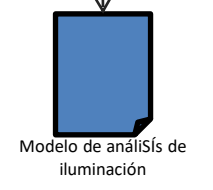
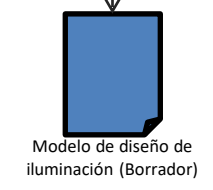
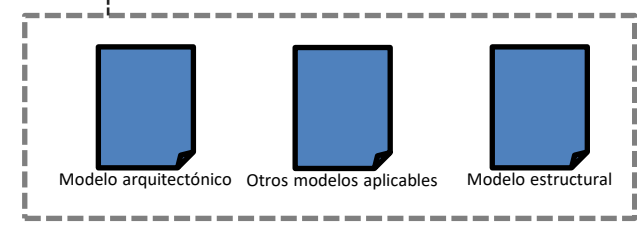
REFERENCE INFO.



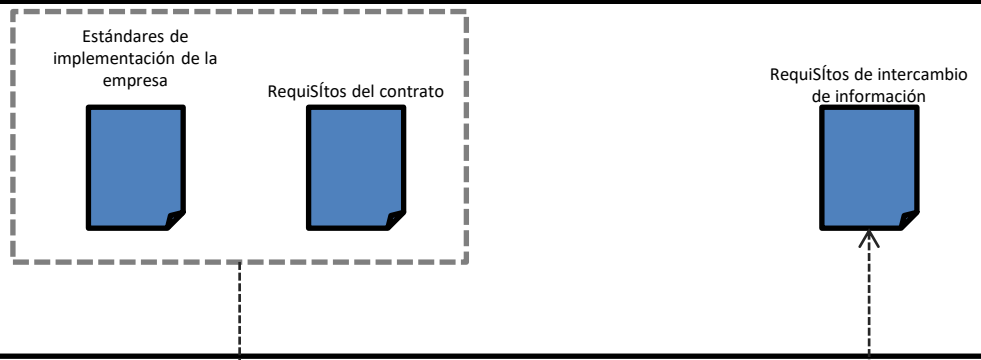
PROCESS



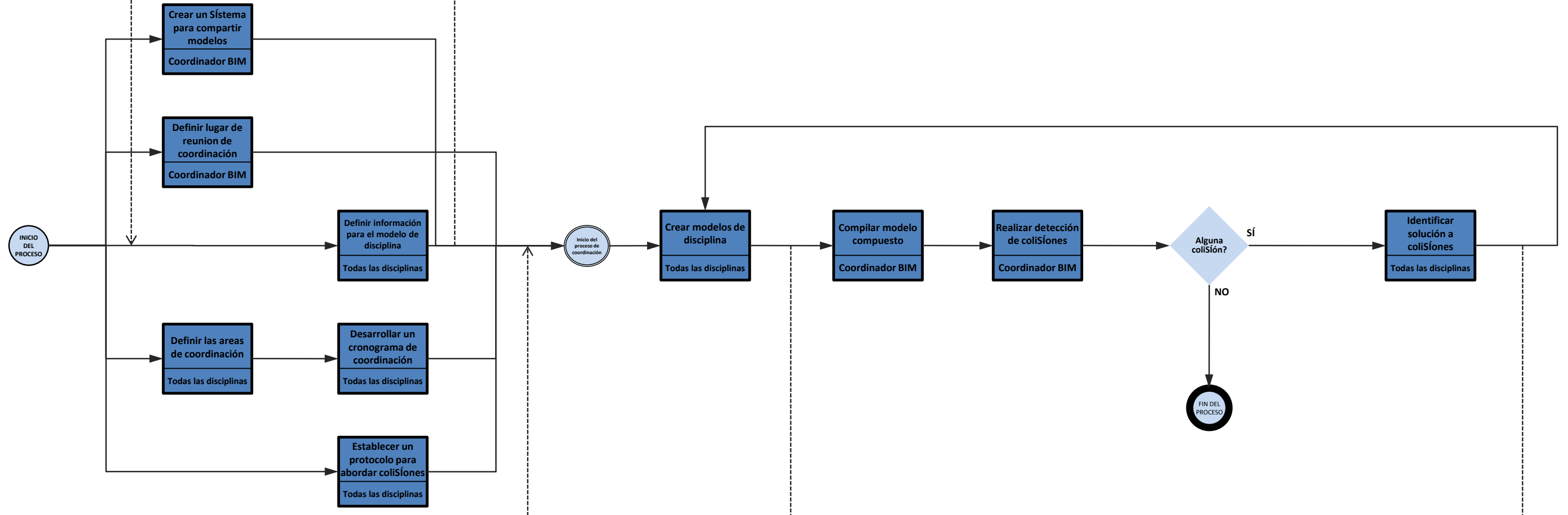
INFO. EXCHANGE



REFERENCE INFO.



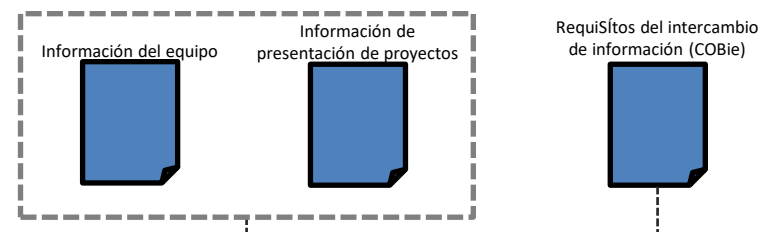
PROCESS



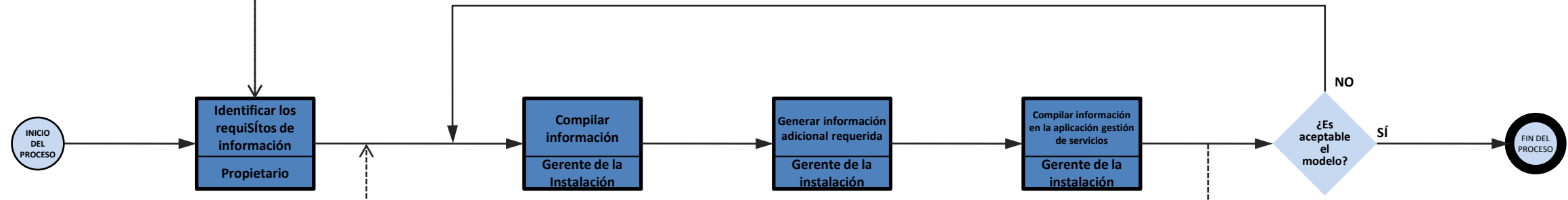
INFO. EXCHANGE



REFERENCE INFO.



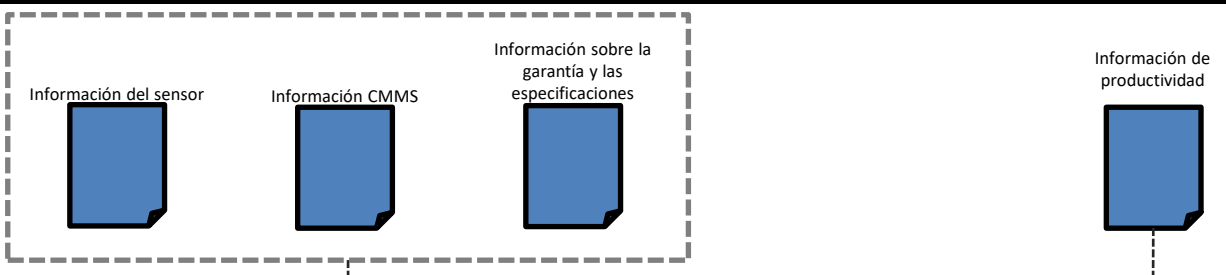
PROCESS



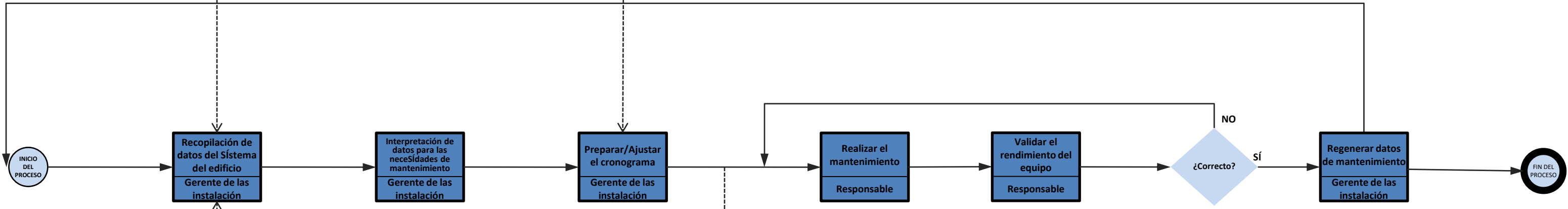
INFO. EXCHANGE



REFERENCE INFO.



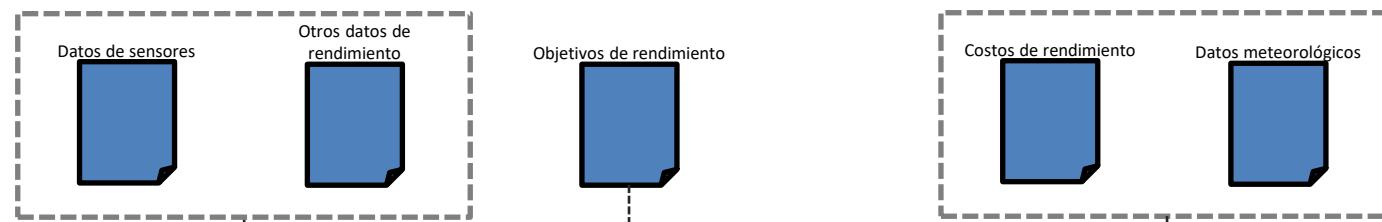
PROCESS



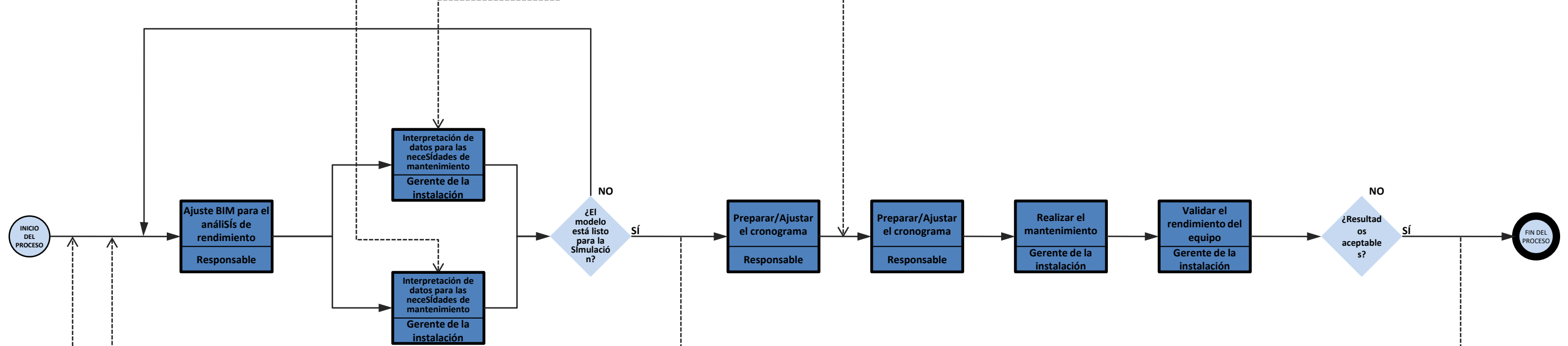
INFO. EXCHANGE



REFERENCE INFO.



PROCESS



INFO. EXCHANGE

