



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA – UNIDAD DE POSGRADO
PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ARQUITECTURA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**APLICACIÓN DE LA GERENCIA DE PROYECTOS PARA EL PLAN DE
IMPLEMENTACIÓN BIM PARA LA GERENCIA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA CIVIL DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL GRADO:
EN:
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**PRESENTA:
JOSE ALBERTO ROBLES ACOSTA**



**Miembros del Comité:
Director de tesina
Dr. Francisco Javier Porras Morales**

**Arq. Carlos Motolinia Reyes
Sinodal Propietario 1**

**Mtro. Juan Manuel Romo Blanco
Sinodal Propietario 2**

**Arq. Belinda Ramírez Reyes
Sinodal Suplente 1**

**Arq. Guillermo Ortiz Taboada
Sinodal Suplente 2**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.
SEPTIEMBRE DE 2021**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



APLICACIÓN DE LA GERENCIA DE PROYECTOS PARA EL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM PARA LA GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Tesina que presenta:

José Alberto Robles Acosta

Para obtener el grado de:

Especialización en Gerencia de Proyectos

Miembros del Comité:

Director de tesina

Dr. Francisco Javier Porras Morales

Arq. Carlos Motolinia Reyes

Sinodal Propietario 1

Arq. Belinda Ramírez Reyes

Sinodal Suplente 1

Mtro. Juan Manuel Romo Blanco

Sinodal Propietario 2

Arq. Guillermo Ortiz Taboada

Sinodal Suplente 2

Ciudad Universitaria, CD. MX.

Septiembre de 2021

Dedicatoria y Agradecimientos

*Para mi esposa Azucena y mi hijo Luis Enrique
Por ellos, todo.*

A mi familia Robles Acosta, mis tíos, mis primos, a mi madre Estela, mi hermana Mónica.

Mis tíos Acosta, tío Rogelio, tía Consuelo, tía Esperanza, tía Pueblito con todos los primos.

A mi familia política Moreno Molina, Sr. Luis, Luis Antonio y Violeta.

Todos ellos que me apoyaron, me enseñaron y me enseñan lo que es ser parte de una familia.

A mis compadres Benito y Carmen, siempre en el corazón.

Agradezco el apoyo del Ing. Charly Villarreal, de mi jefe el Arq. Fausto Solis y a todos mis compañeros del Departamento de Infraestructura Sustentable.

Y para los que ya no están físicamente, pero tenían la confianza de que lo lograría o que con su ejemplo y acciones me han enseñado mucho:

Mis padres papá Simón y mamá Inés

Mis padrinos Cándido y Socorro

Mi suegra Yolanda

Sr. Enrique Villalba

Y el Ing. Wilbert Valdez, uno de los mejores ingenieros constructores que he conocido y quien de hecho me dio la oportunidad de cursar esta especialización porque siempre me tuvo la confianza.

Resumen

El presente documento desglosa la aplicación de la Gerencia de Proyectos a un proyecto en específico: el "Plan de Implementación BIM para la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la Comisión Federal de Electricidad".

Se desarrolla la planificación de las acciones, técnicas y herramientas, desde la visión de la Gerencia de Proyectos, para que el Plan de Implementación BIM se cumpla y así la GEIC logre aplicar la metodología BIM a los proyectos y servicios que ofrece.

Se muestra como a través de los conocimientos de la Gerencia de Proyectos, el arquitecto como jefe de Proyecto, puede llegar al resultado deseado dando certidumbre al proyecto minimizando los riesgos y optimizando los recursos con los que se cuentan, tan necesario hoy en día.

Summary

This document breaks down the application of Project Management to a specific project: the "BIM Implementation Plan for the Civil Engineering Studies Management of the Federal Electricity Commission".

The planning of actions, techniques and tools is developed, from the vision of the Project Management, so that the BIM Implementation Plan is fulfilled and thus the GEIC manages to apply the BIM methodology to the projects and services it offers.

It shows how through the knowledge of the Project Management, the architect as Project Manager, can reach the desired result by giving certainty to the project by minimizing the risks and optimizing the resources that are available, so necessary today.

4.1.	¿Qué es BIM?	38
4.1.1.	Qué es BIM según Planbim Chile	39
4.2.	Antecedentes.....	40
4.2.1.	BIM exige crecimiento	41
4.2.2.	Flujo de trabajo BIM para proyectos civiles.....	41
4.3.	Objetivo	43
4.3.1.	Objetivo general	43
4.3.2.	Objetivos particulares del plan	44
4.4.	Marco de trabajo.....	45
4.5.	Estrategia de la implementación MIC en la GEIC	46
4.5.1.	Cultura.....	46
4.5.2.	Tecnología	47
4.5.3.	Procesos	48
5.	INICIO de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC	51
5.1.	Acta de Constitución del Proyecto.....	51
5.1.1.	Información del Proyecto.....	51
5.1.1.1.	Datos	51
5.1.1.2.	Patrocinador / Patrocinadores	51
5.1.2.	Propósito y Justificación del Proyecto.....	51
5.1.3.	Descripción del Proyecto	52
5.1.4.	Entregables.....	52
5.1.5.	Requerimientos de alto nivel.....	52
5.1.5.1.	Requerimientos del producto	52
5.1.6.	Objetivos	53
5.1.7.	Riesgos iniciales de alto nivel	53
5.1.8.	Cronograma de hitos principales	54
5.1.9.	Presupuesto estimado de Proyecto	54
5.1.10.	Lista de Interesados (stakeholders)	54
5.1.11.	Requisitos de aprobación del proyecto.....	54
5.1.12.	Asignación del Gerente de Proyecto y nivel de autoridad	55
5.1.12.1.	Gerente de Proyecto.....	55
5.1.12.2.	Niveles de autoridad	55
5.1.13.	Personal y recursos preasignados	55

5.1.14.	Aprobaciones	56
6.	PLANIFICACIÓN de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC	57
6.1.	Plan para la dirección de proyecto	57
6.2.	Definición del alcance	57
6.3.	Cronograma de actividades	58
6.4.	Definición de pesos a las actividades.....	59
6.5.	Desarrollo de curvas de progreso.....	61
6.6.	Presupuesto	62
6.7.	Planificación de calidad del PIMIC	62
6.8.	Planificación de recursos humanos.....	63
6.9.	Planificación de comunicaciones.....	63
6.10.	Planificación de las adquisiciones	64
6.11.	Análisis de los riesgos	65
6.12.	Planificación de la seguridad y el aspecto ambiental	66
6.13.	Planificación financiera	67
6.13.1.	Retorno sobre la Inversión (ROI – Return on Investment)	68
6.13.1.1.	ROI para la inversión en BIM.....	71
6.13.1.2.	ROI en el BIM Spatial Coordination	73
6.13.1.3.	Conclusiones clave	74
7.	EJECUCIÓN del Plan de Implementación MIC.....	75
8.	MONITOREO Y CONTROL de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC.....	76
8.1.	Control de cambios para el PIMIC	76
8.2.	Valor ganado (EVM - Earned Value Management)	80
9.	CIERRE de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC	84
10.	Conclusiones	85
	Índice de tablas	88
	Índice de Ilustraciones	89
	Referencias Bibliográficas.....	92
	Abreviaturas, acrónimos y siglas	94
	Anexos.....	96
	Anexo 1	96
	Anexo 2.....	98

1. Introducción

1.1. ¿Qué es la GEIC?

La Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil es una gerencia de la Comisión Federal de Electricidad conformada por más de 700 especialistas dentro de la siguiente jerarquía:



Ilustración 1 Área a la que pertenece la GEIC dentro de la CFE.

Al interior de CFE proporciona servicios de ingeniería básica para el desarrollo de proyectos de nueva infraestructura eléctrica. Y brinda apoyo a los procesos sustantivos de la CFE.

Realiza trabajos a otras entidades de gobierno, empresas particulares, y colabora con consultoría a países de Centro y Sudamérica.

Contribuye a la confiabilidad, seguridad, optimización económica, prevención de daños y a minimizar los impactos del ambiente.

Proporciona servicios especializados y soluciones integrales en las ramas de la Ingeniería Civil y Ciencias de la Tierra a quienes diseñan, construyen y operan grandes obras de infraestructura.

Con experiencia en más de 4,000 proyectos.

Ofrece 3 líneas de negocio diseñadas para proporcionar soluciones integrales acorde a las necesidades de los clientes.

- **Desarrollo de infraestructura.** Servicios para desarrollar la ingeniería de proyecto y asistencia técnica durante la construcción de las obras.

- **Conservación de infraestructura.** Servicios para apoyar la gestión de riesgos y proporcionar asistencia técnica para la mejora a la operación y solución de problemas técnicos.
- **Desarrollo de energías renovables.** Estudios para apoyar el desarrollo de proyectos de fuentes alternas de energía.

Consultar Twitter @[CFE GEIC](#)

1.2. ¿Qué es un Plan de Implementación BIM?

BIM es el camino a la productividad pues la implementación de la metodología no es solo un cambio de herramienta, sino implica realizar cambios en los roles, flujos de trabajo, canales de comunicación y, sobre todo, en la cultura organizacional. (1) La implementación requiere un proceso de transformación organizacional y es por esto por lo que su implementación en una organización no es un proceso sencillo que se pueda efectuar con un simple cambio de software. Para ello, será necesaria la implicación de todos los integrantes de la compañía.

Una vez se ha decidido implantar BIM, hay que desarrollar un Plan de Implementación BIM (BIP en sus siglas en inglés), que generalmente está liderado por la figura del BIM Manager. (2)

De acuerdo con la Real Academia Española, **implementar** es poner en funcionamiento, aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo.

En general, la implementación se refiere a la ejecución o puesta en acción de todas las actividades y tareas correspondientes al plan de negocio para hacer realidad el negocio.

La implementación involucra la asignación de tareas y líneas de tiempo a las personas que formarán parte del nuevo negocio y que participarán en su formación y funcionamiento.

Un plan de implementación es un documento en el que se describe cómo se ejecutará el plan de negocio y pondrá en funcionamiento el negocio. La idea es que con el plan de implementación se haga realidad el negocio y que comience a funcionar y a lograr sus primeros clientes.

Su objetivo es mostrar que existe un rumbo claro y que el proyecto de negocio está bajo control. (3)

Conforme a la norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017 (4) dentro del documento nos referiremos a BIM (de sus siglas en ingles *Building Information Modeling*) también como MIC (de la traducción al español Modelado de Información de la Construcción).

El Plan de Implementación MIC (PIMIC) desarrolla lo que la GEIC necesita para utilizar la metodología MIC en sus proyectos y servicios, **ahora para la coordinación técnico-administrativa de este proyecto utilizaremos la metodología del Project Management Institute (PMI®) integrándola con la metodología MIC y el Sistema de Calidad de la GEIC – CFE**, con la finalidad de demostrar los beneficios de la gerencia de proyectos en el costo, tiempo y calidad de cualquier proyecto u obra pública.

Hoy en día para la ejecución de cualquier proyecto con recursos públicos mientras más complejo es, la cantidad de las reglas, normas y leyes a las que está sujeto es mucho mayor, por lo que, si no se tiene claro el objetivo y fin del producto, se tiende hacia la burocracia.

Burocracia: El arte de convertir lo fácil en difícil por medio de lo inútil.

Las características más distintivas de la Burocracia es el control, muchas veces excesivo, que ejerce sobre los diferentes procesos organizacionales que los hace innecesariamente complejos, afectando con ello la rapidez de la toma de decisiones. En la Burocracia además de que prácticamente todo está centralizado, también está normalizado y las reglas, políticas y procedimientos que se van generando con el tiempo para controlar las actividades, no son precisamente sencillos y de fácil aplicación; por el contrario, pareciera que esa maraña de disposiciones crece como hierba silvestre que obstaculiza el paso y vuelve intransitables los caminos. El desarrollo organizacional busca terminar con la organización burocrática. La Burocracia es lenta y la lentitud de respuesta en tiempos de cambios rápidos es una causal de muerte para las empresas.¹

Al aplicar una metodología de gerencia de proyectos a las actividades de una obra o proyecto público se evita la burocracia definiendo claramente los objetivos y la manera de lograrlos, así como la visualización de los beneficios económicos y organizacionales al desarrollar el proyecto.

¹ Dr. en Arq. Roberto Cruz y Serrano

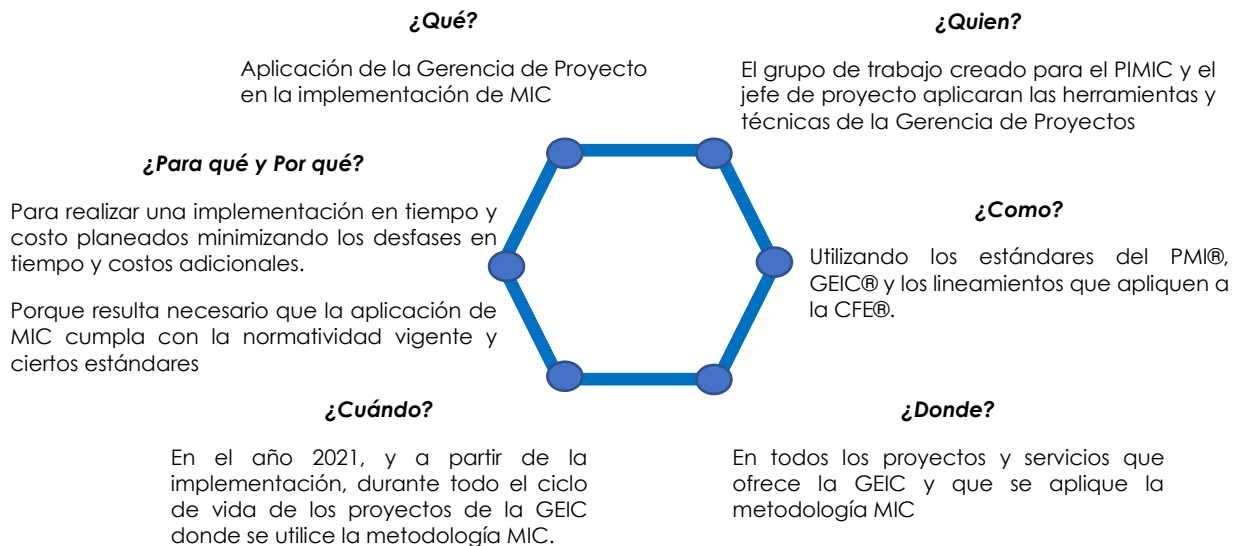
2. Fundamentación

- *La dificultad de los proyectos actuales en cuanto a los tiempos de desarrollo cada vez más cortos, los presupuestos reducidos y la necesidad y requerimientos de mayores grados de calidad, así como el cumplimiento de varias normas exigen habilidades y conocimientos amplios y en diferentes áreas.*
- *El desconocimiento de las herramientas, técnicas y métodos que se manejan a nivel global, disminuyen las habilidades requeridas en el actual contexto laboral, por lo que es necesario nuevas propuestas. (5)*

Partiendo de estos dos señalamientos del Dr. en Arq. Francisco Javier Porras en su tesis doctoral es que se desarrollara y aplicara la Gerencia de Proyectos en el PIMIC utilizando un estándar como el del PMI®, sistema utilizado a nivel global, teniendo como objetivo dar certidumbre a la implementación para que cumpla en tiempo, costo y calidad dando cumplimiento a las diferentes normas que apliquen para esta entidad pública.

2.1. Justificación del tema

Para hacer de fácil comprensión el desarrollo del siguiente tema utilizaremos el hexámetro de Quintiliano respondiendo a las siguientes preguntas fundamentales.



2.2. Hipótesis

La aplicación de las herramientas, técnicas y metodología de una Gerencia de Proyectos, con un estándar global que funcione además como integrador de los estándares, normas, leyes y reglamentos a los que está sujeto un proyecto u obra pública; deberá dar certidumbre y éxito al PIMIC generando el cumplimiento en el tiempo y costo respetando en lo posible la línea base planeada, cumpliendo con la calidad, las normas y leyes a las que este sujeto este plan de la GEIC – CFE.

2.3. Objetivos

- ✓ Utilizar el estándar del PMI® en el Plan de Implementación MIC.
- ✓ Utilizar las herramientas y definir las técnicas de la Gerencia de Proyectos en el ciclo de vida del PIMIC
- ✓ Integrar los estándares y normas que intervienen en el PIMIC
- ✓ Demostrar los beneficios de la Gerencia de Proyectos para realizar el plan cumpliendo con el tiempo, costo y calidad planeados.

Un objetivo importante es que el desarrollo de este trabajo sirva para usarse como guía en la ejecución de los futuros productos arquitectónicos que realice el Departamento de Infraestructura Sustentable de la GEIC – CFE al cual pertenezco, y después, replicarlo en todas las áreas de la GEIC aplicando la gerencia de proyectos como una herramienta de integración entre la arquitectura, la ingeniería y la administración, así como de las diferentes disciplinas que intervienen en la realización de un proyecto o servicio que ofrece la Gerencia.

2.4. Metodología

Como se ha mencionado con anterioridad, se utilizará la metodología del PMI® tomando como referencia su guía “A Guide to the Project Management Body of Knowledge” (PMBOK® Guide) por lo que simplificando el desarrollo de este trabajo se establecen como temas los mismos procesos de Administración de Proyectos identificados por esta guía y que son:

- Inicio
- Planeación
- Ejecución
- Monitoreo y Control
- Cierre

3. Influencia de la organización y ciclo de vida del proyecto

3.1. Influencia de la organización en la Gerencia del Proyecto

3.1.1. Cultura y estilo de la GEIC - CFE

En este apartado se mencionarán las normas, reglas y enfoques que influyen en el Plan de Implementación MIC de la GEIC – CFE, en base a las experiencias comunes, la practica en proyectos similares y el uso de medios considerados aceptables para realizar el trabajo.

3.1.1.1. Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)

Como ya se ha citado anteriormente, uno de los objetivos principales es tomar este proyecto como ejemplo para la aplicación de las herramientas y buenas prácticas contenidas en el PMBOK®. Por lo que será de importancia el tomar esta guía para convertirlo en parte de la cultura organizacional de la GEIC – CFE. A continuación, se anexa tabla con la correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos, incluyendo las áreas de conocimiento citadas en la Extensión de Construcción del PMBOK® marcadas con rojo.

Tabla 1 Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento. PMBOK®

GRUPO DE PROCESOS	GRUPO DE PROCESO DE INICIO	GRUPO DE PROCESO DE PLANEACIÓN	GRUPO DE PROCESO DE EJECUCIÓN	GRUPO DE PROCESO DE MONITOREO Y CONTROL	GRUPO DE PROCESO DE CIERRE
ÁREA DE CONOCIMIENTO					
4. GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO	4.1. DESARROLLAR EL ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	4.2. DESARROLLAR EL PLAN DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO	4.3. DIRIGIR Y GESTIONAR EL TRABAJO DEL PROYECTO	4.4. MONITOREAR Y CONTROLAR EL TRABAJO DEL PROYECTO	4.6. CERRAR PROYECTO
				4.5. REALIZAR EL CONTROL INTEGRADO DE CAMBIOS	
5. GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO		5.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE		5.5. VALIDAR EL ALCANCE	
		5.2. RECOPIRAR REQUISITOS		5.6. CONTROLAR EL ALCANCE	
		5.3. DEFINIR EL ALCANCE			
		5.4. CREAR LA EDT/WBS			
6. GESTIÓN DEL TIEMPO DEL PROYECTO		6.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA		6.7. CONTROLAR EL CRONOGRAMA	
		6.2. DEFINIR LAS ACTIVIDADES		6.10. MONITOREO DEL PROGRESO	
		6.3. SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES			

Gerencia de Proyecto para el PIMIC de la GEIC - CFE

GRUPO DE PROCESOS	GRUPO DE PROCESO DE INICIO	GRUPO DE PROCESO DE PLANEACIÓN	GRUPO DE PROCESO DE EJECUCIÓN	GRUPO DE PROCESO DE MONITOREO Y CONTROL	GRUPO DE PROCESO DE CIERRE
ÁREA DE CONOCIMIENTO					
		6.4. ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES			
		6.5. ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
		6.6. DESARROLLAR EL CRONOGRAMA			
		6.8. DEFINICIÓN DE PESOS A LAS ACTIVIDADES			
		6.9. DESARROLLO DE CURVAS DE PROGRESO			
7. GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO		7.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS		7.4. CONTROLAR LOS COSTOS	
		7.2. ESTIMAR LOS COSTOS			
		7.3. DETERMINAR EL PRESUPUESTO			
8. GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO		8.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LA CALIDAD	8.2. REALIZAR EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	8.3. CONTROLAR LA CALIDAD	
9. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO		9.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS	9.2. ADQUIRIR EL EQUIPO DEL PROYECTO		9.5. CERRAR EL EQUIPO DEL PROYECTO
			9.3. DESARROLLAR EL EQUIPO DEL PROYECTO		
			9.4. DIRIGIR EL EQUIPO DEL PROYECTO		
10. GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO		10.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES	10.2. GESTIONAR LAS COMUNICACIONES	10.3. CONTROLAR LAS COMUNICACIONES	
11. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO		11.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS		11.6. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE RIESGO	
		11.2. IDENTIFICAR LOS RIESGOS			
		11.3. REALIZAR EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO			
		11.4. REALIZAR EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO			
		11.5. PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS			
12. GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO		12.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES	12.2. EFECTUAR LAS ADQUISICIONES	12.3. CONTROLAR LAS ADQUISICIONES	12.4. CERRAR LAS ADQUISICIONES

Especialización en Gerencia de Proyectos

GRUPO DE PROCESOS	GRUPO DE PROCESO DE INICIO	GRUPO DE PROCESO DE PLANEACIÓN	GRUPO DE PROCESO DE EJECUCIÓN	GRUPO DE PROCESO DE MONITOREO Y CONTROL	GRUPO DE PROCESO DE CIERRE
ÁREA DE CONOCIMIENTO					
13. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO	13.1. IDENTIFICAR A LOS INTERESADOS	13.2. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS INTERESADOS	13.3. GESTIONAR LA PARTICIPACIÓN DE LOS INTERESADOS	13.4. CONTROLAR LA PARTICIPACIÓN DE LOS INTERESADOS	
14. GESTIÓN DE SEGURIDAD DEL PROYECTO		14.1. PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD	14.2. REALIZAR ASEGURAMIENTO DE SEGURIDAD	14.3. REALIZAR CONTROL DE SEGURIDAD	
15. GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO		15.1. PLANIFICACIÓN AMBIENTAL	15.2. REALIZAR ASEGURAMIENTO AMBIENTAL	15.3. REALIZAR CONTROL AMBIENTAL	
16. GESTIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO		16.1. PLANIFICACIÓN FINANCIERA		16.2. REALIZAR CONTROL FINANCIERO	16.3. REALIZAR LA ADMINISTRACIÓN Y REGISTROS FINANCIEROS
17. GESTIÓN DE RECLAMACIONES DEL PROYECTO		17.1. IDENTIFICACIÓN DE RECLAMACIONES		17.3. PREVENCIÓN DE RECLAMACIONES	17.4. RESOLUCIÓN DE RECLAMACIONES
		17.2. CUANTIFICACIÓN DE RECLAMACIONES			

3.1.1.2. Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) en México

Como un esfuerzo inicial por parte de una entidad pública, la SHCP a través de su Unidad de Inversiones de la Subsecretaría de Egresos emite en marzo de 2019 la Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) en México, **plan definido en el que se señala un mapa de la organización para implementar la metodología MIC en el desarrollo de infraestructura pública en México.**

Es por lo que nos servirá como referencia en todo el desarrollo de este plan, emparejando este plan de implementación con la estrategia que se sigue en México es un paso hacia la interoperabilidad y estandarización de los modelos que se realicen en la GEIC.

*“La presente Estrategia establece, desde una perspectiva del gobierno, cómo se apoyará para que esto se materialice, basada en una metodología innovadora para mejorar los procesos de construcción y que será aplicada para mejorar la infraestructura pública. Building Information Modeling (BIM), en nuestro país denominada Modelado de Información de la Construcción (MIC), **permitirá generar, intercambiar y gestionar información entre los múltiples actores que participan en la construcción** de proyectos a lo largo de todo su ciclo de vida”. (6)*

La estrategia MIC en México abona a la construcción eficiente de infraestructura basada en la metodología de creación de modelos con información gráfica y no gráfica en el diseño, construcción y supervisión.

Otra aportación de la metodología MIC es hacia la transparencia y rendición de cuentas al hacer estos modelos interoperables y públicos.

Al tener una construcción eficiente donde se transparenten los gastos y se rindan cuentas a la ciudadanía, se cumplen con acuerdos y compromisos internacionales además del marco normativo nacional.

Si bien la estrategia está considerada a un horizonte de ocho años, es necesario para la GEIC plantear y crear el ambiente idónea para implementar la metodología en los proyectos que realice sin esperar este plazo límite, cabe mencionar que hoy en día además representa un beneficio en lo económico la aplicación de esta.

De manera inicial la estrategia considera los siguientes proyectos de infraestructura como prioritarios para la aplicación de la metodología MIC:

Especialización en Gerencia de Proyectos

Tipo de proyecto	Criterio cuantitativo	Criterio cualitativo
Proyectos y Programas de Inversión (PPI)	Monto mayor o igual a 1,000 mdp Estudios de preinversión para proyectos de más de 1,000 mdp	Proyectos de infraestructura económica y social nuevos
Proyectos de Asociación Público Privadas (APP)	No definido	Proyectos de infraestructura
Otro tipo de proyectos bajo el esquema de concesiones y FONADIN	No definido	Todos los proyectos de construcción y modernización

Ilustración 2 Criterios para la selección de proyectos a utilizar con MIC



Ilustración 3 Etapas de aplicación de la metodología MIC en proyectos

3.1.1.2.1. Visión estratégica (objetivo general)

El objetivo general de la Estrategia es mejorar los procesos de desarrollo de la infraestructura pública, considerando la eficiencia de la planeación, disminución de sobretiempos y sobrecostos, así como fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas. Con el uso de MIC se busca:

- I. Eficientar el uso de los recursos públicos;
- II. Mejorar la calidad de los proyectos y su seguimiento integral a fin de contar con infraestructura resiliente, e
- III. Impulsar a la industria mexicana de la construcción para que cuente con competitividad global.

Para cumplir satisfactoriamente con la visión estratégica (objetivo general), se plantea realizar cuatro objetivos específicos, de los cuales se desprenden 30 estrategias. (6)

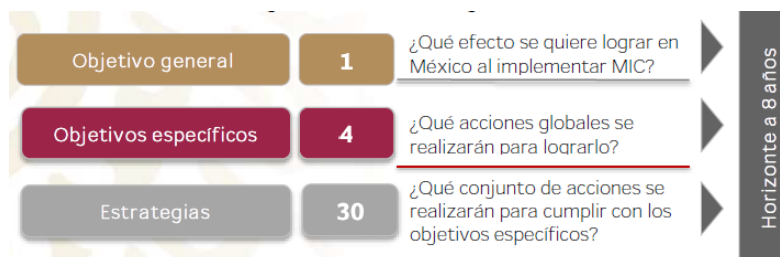


Ilustración 4 Estructura general de la Estrategia MIC México

El desarrollo de los objetivos estratégicos se apoya de tres elementos clave: política pública, procesos y cultura, además éstos últimos se complementan con un elemento transversal, la tecnología. (6)

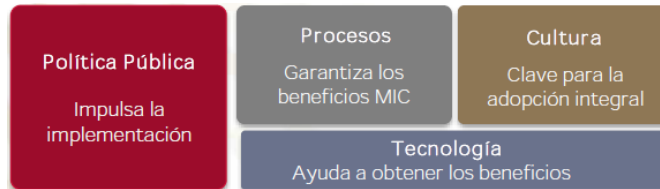


Ilustración 5 Elementos clave de la Estrategia MIC México

3.1.1.2.2. Objetivos específicos

Este plan es el inicio hacia el cumplimiento de los objetivos específicos de la Estrategia MIC México que servirá para implantar la metodología en la GEIC de forma sistemática y sostenible

Objetivos específicos	Descripción
<p>1 Fomentar el uso de MIC en los proyectos de infraestructura</p>	<p>Consiste en sentar las bases normativas para el uso obligatorio de MIC, desarrollando nuevos documentos y, en su caso, modificar los existentes. Además, difundir información de la estrategia y capacitar a funcionarios públicos a fin de lograr un cambio cultural para consolidar el uso de MIC.</p>
<p>2 Mejorar los procesos de los proyectos de infraestructura pública, mediante la metodología y aplicación de herramientas tecnológicas</p>	<p>Impulsa acciones para mejorar la gestión y los procesos de los proyectos con la metodología MIC a fin de disminuir sobrecostos y sobretiempos. Para ello se realizarán proyectos piloto, cuyo seguimiento y evaluación proporcionará los insumos específicos para adaptar la metodología en México.</p>
<p>3 Impulsar la participación del sector privado y otros organismos en la estrategia para completar la cadena de valor (recomendaciones)</p>	<p>Busca que el sector privado y otros organismos desarrollen estándares para homogenizar el uso de la metodología, así como generar la capacidad para soportar los procesos, tecnologías y competencias para el uso de la metodología en proyectos de infraestructura.</p>
<p>4 Utilizar los resultados de la implementación de la metodología para una mejora continua en la infraestructura</p>	<p>Contempla acciones futuras, que mejoren el uso y aprovechamiento de MIC en México, extiendan su aplicación en otros ámbitos no considerados inicialmente en la estrategia y coadyuven a mejorar otros elementos de la metodología.</p>

Ilustración 6 Objetivos específicos de la Estrategia MIC México

El plan de implementación de la GEIC alcanza estos 4 objetivos al considerar en el mismo orden de los objetivos lo siguiente:

- 1) Este documento será la base hacia la generación de modelos estandarizados por parte de la GEIC.
- 2) Será a partir de este documento que la GEIC mejore sus procesos considerando la elaboración de guías y estándares, así como la capacitación del personal que en este plan de implementación se indican.
- 3) Es en el marco de trabajo donde se menciona la forma en como la GEIC impulsara la participación del sector privado cuando este participe como proveedor en un proyecto de infraestructura, proporcionándole la información necesaria (guías y estándares) para participar de manera adecuada y conforme a la metodología MIC dentro de la GEIC.
- 4) Es en la aplicación de los proyectos piloto que se generara una memoria organizacional con la intención de difundirla:
 - Hacia nuestros clientes (*Bottom up*) y lo puedan aplicar en sus proyectos de infraestructura futuros una vez conocidos los beneficios del uso de MIC en estos
 - Hacia nuestros proveedores (*Top Down*) ya que, al proporcionarles las guías y estándares de la GEIC, tendrán la experiencia de usar MIC en proyectos de infraestructura adquiriendo el conocimiento de la manera de trabajar con MIC y con la GEIC (conocido en inglés como el Know How o Saber Hacer)

Será en el desarrollo de este documento donde se hará referencia a cada estrategia de las treinta que menciona la Estrategia MIC México con la intención de que este Plan de Implementación y la Estrategia tengan los mismos principios y sirva como fundamento del Plan de Implementación de la GEIC.

3.1.1.3. Alineación con estándares nacionales e internacionales

Actualmente en México existe la norma **NMX-C-527-1-ONNCCE-2017** (4) que trata sobre el Plan de Ejecución en proyectos siendo la primera parte de una serie de especificaciones con la intención de estandarizar el intercambio de información a través de Modelos de Información de la Construcción. La alineación con esta norma se considera en la elaboración del formato GEIC-Plan de Ejecución MIC y los estándares que se formulen dentro de la Gerencia.

Como se menciona en el **apartado 3.1.1.2. [Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción \(MIC\) en México](#)** el plan de implementación toma como referencia las treinta estrategias para el desarrollo sistemático de la metodología MIC en la GEIC.

Un apoyo y base importante para el desarrollo del PIMIC es el **ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS** (7) de Chile, referente pionero en esta materia a nivel Latinoamérica. Este estándar enlista los siguientes estándares para su conformación.

Tipo	Nombre	Estándar	Descripción
Base tecnológica	IDM Information Delivery Manual	ISO 29481-1: 2016 ISO 29481-2: 2012	Describe procesos
	IFC Industry Foundation Class	ISO 16739-1:2018	Transporta información / datos
	BCF BIM Collaboration Format	buildingSMART BCF	Cambios para la Coordinación
	IFD International Framework for Dictionaries	ISO 12006-3: 2007 buildingSMART Data Dictionary	Diccionario de términos
	MVD Model View Definition	buildingSMART MVD	Traduce procesos en requisitos técnicos
	COBie Construction Operations Building information exchange	BS 1192-4: 2014	Transporta información / datos para operación
General	ISO BIM 1 Organization of information about construction works. Information management using building information modelling	ISO19650-1: 2018	Describe los conceptos y principios de BIM
	ISO BIM 2 Organization of information about construction works. Information management using building information modelling	ISO19650-2: 2018	Describe la fase de entrega de los activos
Base de Conceptos	Project Building Information Protocol Form	AIA Document G202-2013	Define cinco Niveles de Desarrollo (LOD)
	Level of Development Specification	Level of Development Specification BIM Forum USA	Define seis Niveles de Desarrollo LOD
	Project Execution Planning Guide version 2.1	BIM Planning at Penn State	Define veinticinco Usos BIM
	Matriz de Elementos/Objetos del US Veterans Affairs VA BIM Guide Define Tipos de Información para cada Entidad	VA BIM Guide	Define Tipos de Información para cada Entidad
	Manual Básico de Entrega de Información (MEI)	BIM Basic Information Delivery Manual - version 1.0	Define 12 pasos para intercambiar información de manera estructurada
	Collaborative production of architectural, engineering and construction information - code of practice	BS 1192:2007	Define las convenciones de nomenclaturas de archivos y carpetas

Ilustración 7 Estándares internacionales relacionados en Planbim (7)

3.1.1.4. Alineación con la visión organizacional

3.1.1.4.1. Visión de la GEIC

Constituirse como el mejor grupo mexicano de especialistas en estudios de Ingeniería Civil y Ciencias de la Tierra; reconociendo por su participación en el desarrollo de las grandes obras de infraestructura y por su liderazgo en enfrentar los retos técnicos en la atención de problemas que vulneren la sustentabilidad de infraestructura nacional.

3.1.1.4.2. MIC mejora la visión de la GEIC

Con el uso y aplicación gradual y constante de la metodología MIC en proyectos de la GEIC se coloca a la tecnología como aliado para fortalecer a nuestros especialistas en proyectos y servicios multidisciplinares de gran tamaño trabajando de forma colaborativa disminuyendo los sobrecostos y sobretiempos derivando en la entrega de proyectos en tiempo, costo y calidad generando valor social y económico a nuestros clientes y a la infraestructura nacional.

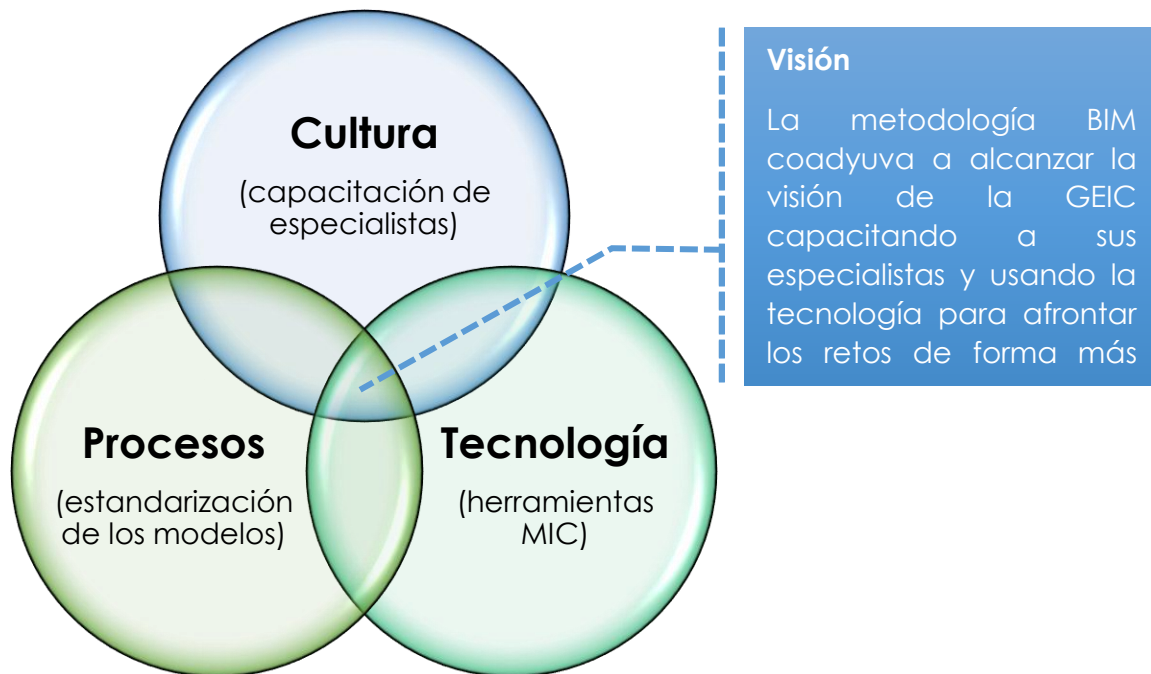


Ilustración 8 Como contribuye la metodología MIC a la visión de la GEIC

3.1.1.4.3. MIC para alcanzar los objetivos de la GEIC

Al alinear los beneficios de la metodología MIC con los objetivos de calidad, ambiental y; seguridad y salud en el trabajo de la GEIC se obtiene la siguiente tabla donde se menciona la forma en que la metodología MIC apoyaría a la GEIC a el logro de sus objetivos:

Tabla 2 Beneficios de la Metodología MIC para alcanzar los objetivos de la GEIC

Objetivo GEIC	Mejora con MIC
<i>Mantener la satisfacción de nuestros clientes</i>	Se entrega un Modelo con Información de Construcción como valor agregado a cada proyecto.
<i>Mejorar el desempeño de los procesos clave de la gerencia</i>	En este plan se incluye la manera en que la metodología optimizara los procesos de trabajo de la GEIC
<i>Mejorar la gerencia de proyectos</i>	Al trabajar en torno a un modelo digital central se logra una mayor certidumbre en la ejecución de un proyecto donde todos los involucrados tienen la misma información.
<i>Incorporar las mejoras tecnológicas en los procesos clave de la GEIC</i>	La metodología MIC como herramienta tecnológica sirve para mejorar los tiempos, costos y calidad de los servicios que ofrece la GEIC.
<i>Contar con el personal con las competencias necesarias</i>	Este plan marca la línea base para formar una cultura de trabajo del personal de la GEIC utilizando la metodología MIC.
<i>Minimizar el impacto ambiental significativo de nuestras actividades, productos y servicios.</i>	Con la utilización de modelos digitales se avanza hacia una forma de trabajo digital teniendo como consecuencia el ahorro en uso de papel e insumos de gabinete.
<i>Minimizar los riesgos de trabajo derivados de los peligros de nuestras actividades, productos y servicios</i>	Al obtener un modelo digital que se aproxime a la realidad, revisarlo y coordinarlo (gerenciamiento) antes de ejecutar un trabajo, minimiza el riesgo de error o accidente del personal que lo realiza, ya que la visualización 3D (modelo) brinda un mejor panorama que una visualización 2D (planos).

3.1.2. Comunicaciones en la GEIC - CFE

Actualmente en las instalaciones con que cuenta la GEIC – CFE en toda la República Mexicana se dispone de red Wi-Fi interna o institucional (VPN) por lo que los medios de comunicación formales son los oficios expedidos por cada jefe de proyecto o área de manera impresa y por medio eléctrico está el correo electrónico institucional xxx.xxx@cfe.gob.mx y xxx.xxx@cfe.mx.

Considerando como medios informales las llamadas, videoconferencias y mensajes de texto, pero necesarios debido a la inmediatez de compartir la información y dar soluciones de manera rápida en caso de requerirse; lo ideal es que, si bien es un medio informal, se lleve un registro de estos para cualquier duda o aclaración en un futuro.

En la aplicación de la metodología MIC en ocasiones los cambios suelen ser muy constantes o rápidos, por lo que la llamada telefónica o el correo electrónico resultan insuficientes o no informan de manera inmediata, es por ello por lo que se necesita de un software que comunique de manera inmediata a los participantes del proyecto sin importar la ubicación o el dispositivo que se encuentre utilizando.

Las funciones principales que debe tener el programa son:

- Chat
- Permitir iniciar reuniones o presentaciones
- Permitir hacer llamadas de voz o videollamadas
- Permitir enviar documentación
- Alta accesibilidad y conectividad: que sea disponible en PC, laptop, smartphone y tableta sin importar el sistema operativo (Windows, Android o iOS)
- Permite integraciones con otras aplicaciones web.

Por el convenio con Microsoft® se utiliza de manera institucional el programa **TEAMS** de **Microsoft®** cumpliendo con las funciones enlistadas anteriormente.

Además de TEAMS se puede utilizar otros programas siempre y cuando se especifiquen en el PEM como:

- Webex Meeting
- Zoom
- Skype
- Meet de Google
- TeamViewer
- Gotomeeting
- Slack
- WhatsApp
- Hangouts
- Asana



Ilustración 9 Principales programas de comunicaciones

3.1.3. Estructura en la GEIC - CFE

Como una influencia preponderante en la elaboración del organigrama para el equipo de la gerencia del PIMIC, a continuación, se muestra la estructura de la GEIC – CFE para un proyecto relevante.

Esta estructura es lo que llama el PMBOK® una **organización compuesta** como se muestra en el ejemplo de la siguiente ilustración:

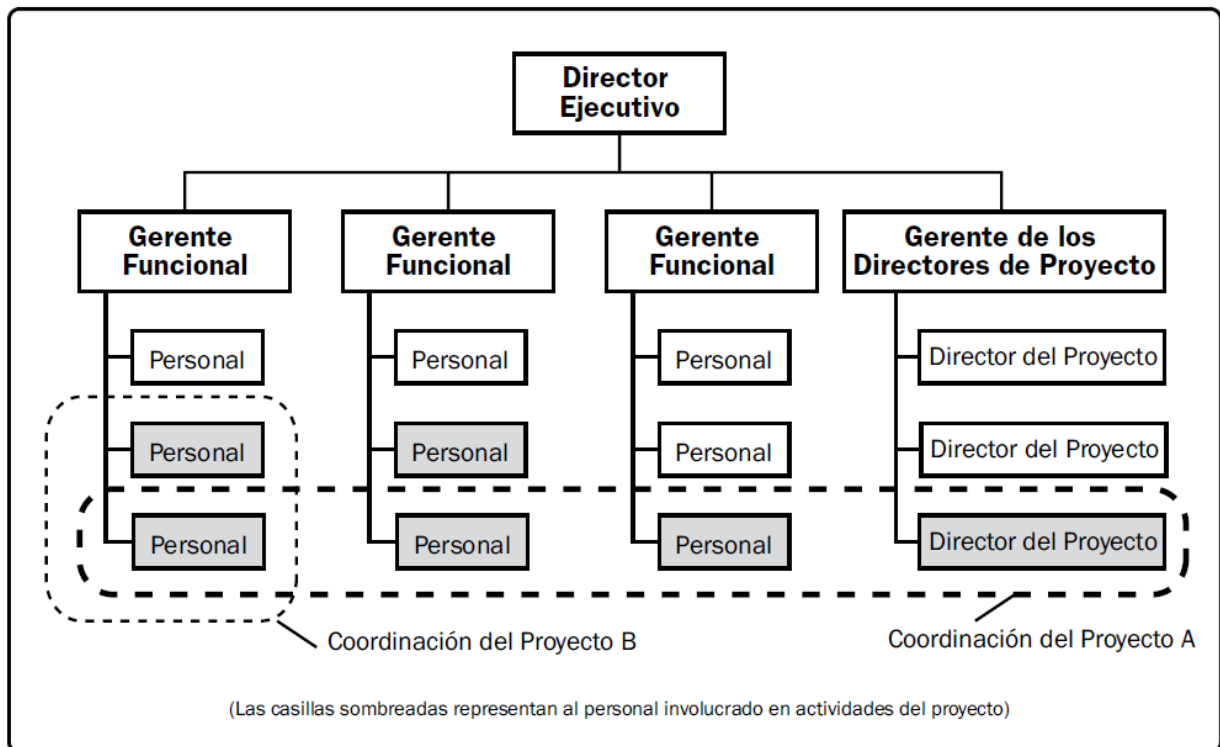


Ilustración 10 Organización Compuesta según el PMBOK®

Especialización en Gerencia de Proyectos

Ya que su estructura es básicamente la de una organización matricial fuerte, es decir, una mezcla de organización funcional y organización orientada a proyectos; donde el director de Proyecto tiene una dedicación plena al proyecto y una autoridad considerable, así como personal administrativo dedicado al proyecto. En donde siendo este el caso del proyecto cobra importancia por su magnitud, se creará un equipo de proyecto especial que se encargue del mismo incluyendo personal de tiempo completo procedente de diferentes departamentos funcionales.

Tomando esto como referencia, se encuentra en el Sistema de Calidad de la GEIC – CFE los formatos de organización para un proyecto relevante como es el PIMIC.



Ilustración 11 Organigrama esquemático para la operación de proyectos - Sistema de Calidad GEIC

Esquema organizacional para proyectos relevantes

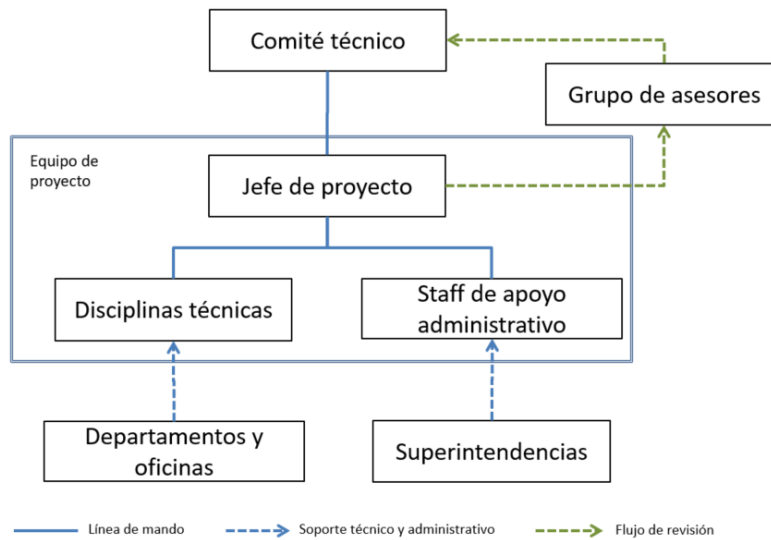


Ilustración 12 Esquema organizacional para proyectos relevantes - Sistema de Calidad GEIC

Propósito general

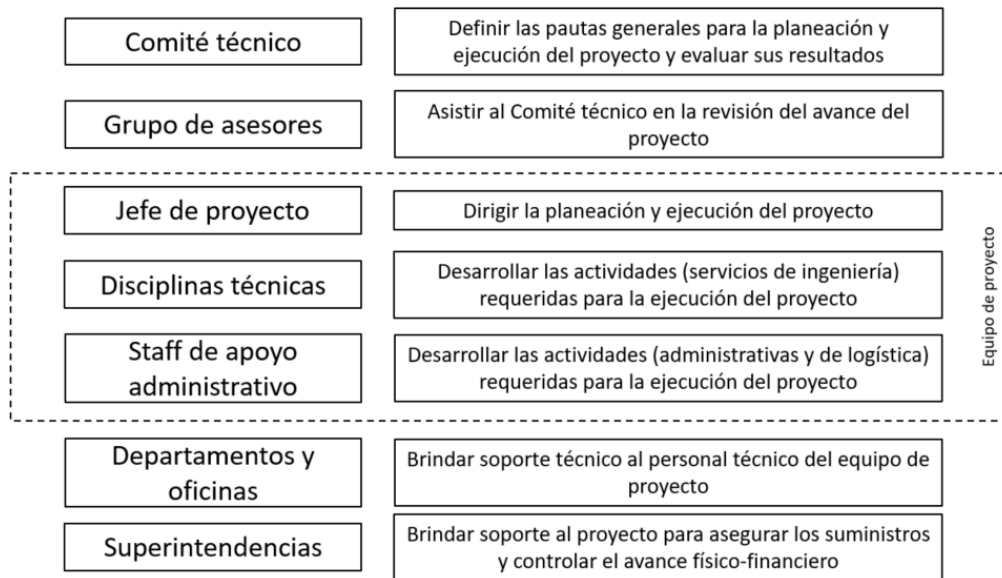


Ilustración 13 Esquema organizacional para proyectos relevantes - Sistema de Calidad GEIC

Es a partir de esta información como se generará la estructura de la organización para el proyecto del PIMIC donde el gerente (director o jefe) de este proyecto será el responsable del Área MIC dentro de la GEIC.

Por los procesos de la GEIC y tomando como referencia experiencias externas que se han comprobado satisfactoriamente con el tiempo, consideraremos la misma estrategia que utilizó el gobierno del Reino Unido apoyado en tres pilares fundamentales para el desarrollo y aplicación de la metodología: (8)

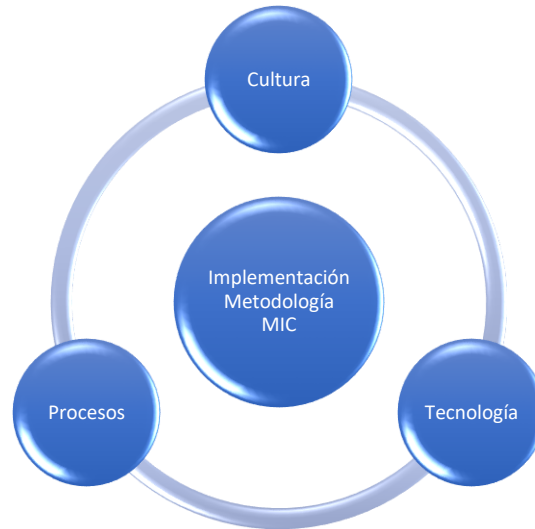


Ilustración 14 Enfoque conjunto de la estrategia del BIM del Reino Unido

Es mediante estos tres pilares que la implementación cubrirá la mayoría de las dudas y problemas que surgen al cambiar el enfoque y la manera de trabajar, por una manera más colaborativa logrando realizar proyectos multidisciplinarios en un menor tiempo.

Para el desarrollo de esta implementación y como enlace entre estos tres pilares es importante la creación de un área dentro de la GEIC que sea la responsable de interactuar con las demás áreas y disciplinas de la Gerencia recibiendo información de sus procesos y a su vez, esta área MIC brindando información de como la metodología MIC puede mejorar estos procesos.

Esta área coordinará las actividades necesarias para el desarrollo de cada pilar, con una visión amplia e integrada que conlleve a una implementación ordenada y sistemática, de manera inicial se propone que en dicha área la conformen un BIM manager y un responsable por cada pilar, esto dependerá del tiempo que considere la alta dirección de la Gerencia para la implementación.

Como parte de la implementación BIM, es muy importante fomentar el cambio y desarrollo de nuevas habilidades en el personal que forma parte de la Gerencia.

3.1.3.1. Integración de roles MIC (BIM) con organigramas de proyectos de la GEIC

Es a partir de aquí que el organigrama y proyectos de la GEIC se adaptaran a la metodología MIC.

Con la capacitación adecuada en MIC, el personal de la GEIC tendrá las habilidades MIC necesarias para que los trabajos y procesos que realiza sean ahora bajo esta metodología confirmando en su día a día los beneficios de hacer y ofrecer el mismo trabajo, pero bajo esta metodología, además de que mientras más personal de la Gerencia domine el tema, más fácil será la adopción del MIC en los procesos de la GEIC.

Tabla 3 Habilidades MIC necesarias para el personal actual de la GEIC

Personal actual en la GEIC	Rol MIC (habilidades) a convertir
Dibujante	→ Modelador
Técnico especializado	→ Modelador y Gestor de contenidos
Ingeniero de Proyecto	→ Proyectista y/o calculista
Profesionista	→ Proyectista y/o calculista
Jefe de Proyecto	→ BIM manager
Coordinador Técnico	→ BIM manager
Jefes de disciplina o área	→ BIM manager



Ilustración 15 Organigrama para proyectos GEIC integrando los roles MIC

Especialización en Gerencia de Proyectos

El objetivo que se muestra con la Tabla 3 y la Ilustración 15 es el de comprender que, **al inicio de la implementación** con el mismo personal, pero con habilidades MIC, se pueden hacer los mismos proyectos y servicios **sin sobrecostos, ni sobretiempos y con una calidad superior** que si se utilizara la metodología tradicional siendo este el valor agregado para los clientes.

La teoría dice que cuando toda la Gerencia y sus procesos trabajen bajo la metodología MIC, se realizaran los mismos servicios y proyectos con un ahorro en costo y tiempo del 6% al 8% (más rápidos y baratos) de la totalidad de los proyectos además de que la calidad sería superior ya que los profesionistas utilizarían modelos 3D para mostrar sus soluciones a los clientes o demás involucrados en el proyecto, siendo dichas soluciones más comprensibles para las personas no técnicas.

Pero, aunque no se logran estos porcentajes, al implementar la metodología MIC a los proyectos, se evita o minimiza por parte de la GEIC solicitar ampliar el monto o tiempo de ejecución, dando certidumbre y confianza a los proyectos y por ende a los clientes.

Cuando los proyectos por su tamaño ameritan más personal y más especialización, es debido considerar los roles MIC para personal exclusivo en el desarrollo de el o los modelos para el proyecto. Por ejemplo: el gerente de proyecto puede tener las habilidades de un BIM manager, conocer y manipular el o los modelos del proyecto, sin embargo, al tener más responsabilidades y tareas, será necesario que se apoye de un BIM manager para delegarle la responsabilidad de los modelos. El modelador en un proyecto pequeño puede hacer las mismas funciones que el gestor de contenidos, sin embargo, en un proyecto grande será necesario que el

Esquema organizacional para proyectos relevantes

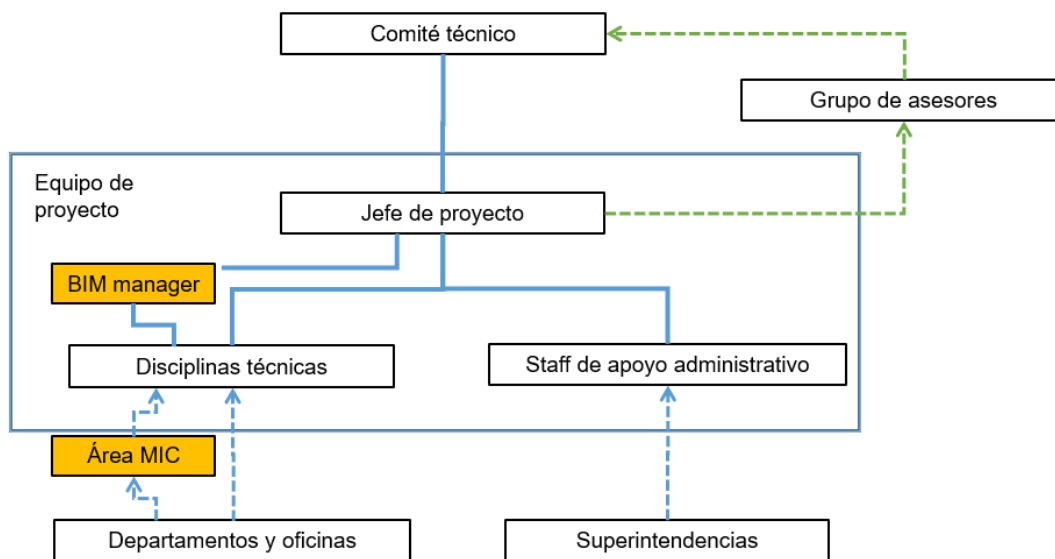


Ilustración 16 Organigrama para proyectos relevantes GEIC integrando personal con roles MIC

gestor de contenidos sea una persona dedicada exclusivamente a ello, a continuación, se muestra en la Ilustración 16 la inclusión de personal con habilidades MIC en los proyectos grandes de la GEIC.

3.1.4. Activos de los Procesos de la Organización.

3.1.4.1. Procesos y Procedimientos

Como un activo de los procesos de la GEIC se encuentra el Sistema de Gestión de Calidad Total, el cual se puede consultar desde la red interna de la Gerencia siendo necesario que todo Gerente de Proyecto dentro de la misma GEIC tenga conocimiento del procedimiento para después adaptarlo a la particularidad de cada proyecto del cual se hace responsable.

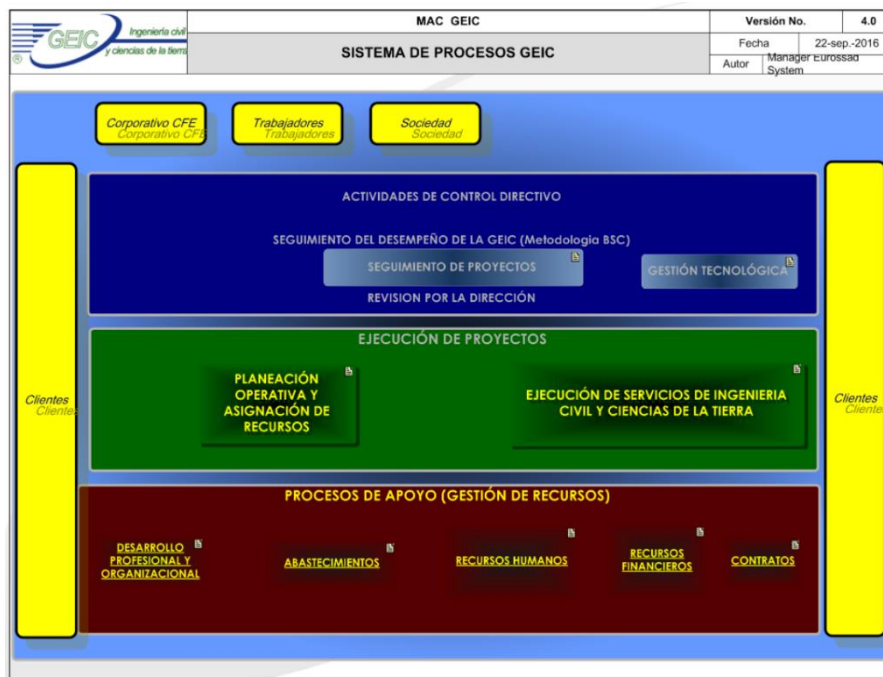


Ilustración 17 Sistema de Procesos de la GEIC - CFE

3.1.4.2. Base de conocimiento corporativa

La GEIC cuenta actualmente con un software que funciona como base de datos histórico de los proyectos que sus diferentes departamentos ha realizado o participado a lo largo de los años, con el fin de que funcione como una base de conocimiento donde se puede consultar la documentación generada para así evitar caer en mismos errores y aumentar la eficiencia del desarrollo de futuros proyectos.

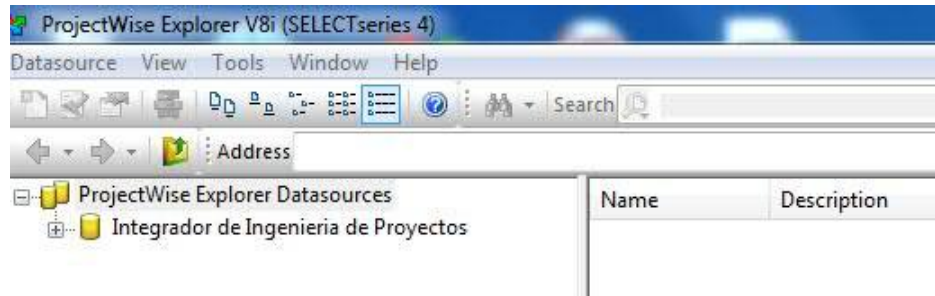


Ilustración 18 Software de la GEIC - CFE Integrador de Ingeniería de Proyectos (InIP)

Como tal el grupo de trabajo del “**Área MIC**”, cuenta con experiencia en proyectos de construcción por mencionar algunos:

- ❖ Centros de Atención a Clientes de la División de Distribución Valle de México Sur
- ❖ Adecuaciones al Centro Nacional de Control de Energía
- ❖ Laboratorios y talleres para la Zona de Transmisión Metropolitana en diferentes subestaciones del Valle de México
- ❖ Proyectos de infraestructura para los estados de Tabasco y Quintana Roo.

Lo que ha generado una base de conocimiento del grupo de trabajo basado en las lecciones aprendidas, incidentes, fallas y/o reclamos al desarrollar los proyectos.

3.1.5. Factores ambientales de la GEIC - CFE

A continuación, se mencionarán los factores ambientales que tienen mayor impacto en el proyecto, existiendo otros factores ambientales de la organización considerados pero que tienen menor impacto en el desarrollo de este trabajo por lo que aquí no se desarrollaran como es el caso de la gestión de personal o el clima político.

- Cultura y Estilo de la GEIC – CFE desarrollado en el tema 3.1.1 pág. 12
- Los estándares para considerar dentro de este trabajo.
 - Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) en México desarrollada en el tema 3.1.1.2 pág. 15
 - Norma **NMX-C-527-1-ONNCCE-2017** (4)
 - **ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS** (7) de Chile

- Los canales de comunicación de la GEIC – CFE indicados en el tema 3.1.2 pág. 22
- Las bases de datos como el InIP indicado en el tema 3.1.4.2 pág. 29

3.2. Interesados del plan de implementación BIM para la GEIC – CFE

En la LOPSRM no regula ni se menciona sobre los interesados del proyecto, siendo para la Ley el regular a partir de la planeación del proyecto, ya que se deduce que, al ser una Obra Pública, el ejecutor de esta es un ente público (GEIC – CFE), donde la Ley tiene por objeto el reglamentar las obras públicas y que cumplan con el objetivo para el que fueron concebidas como se indica en el Art. 134 de la Constitución, sin considerar el cliente o los interesados:

Los recursos económicos de que dispongan la Federación, los estados, los municipios y los órganos político-administrativos de sus demarcaciones territoriales, se administrarán con eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez para satisfacer los objetivos a los que estén destinados. (9)

Cuando no son proyectos propios y el cliente es otra entidad pública o privada, en el Sistema de Calidad Total (SiCaT) de la GEIC – CFE solo se considera como interesado al **cliente** quien también funge como el patrocinador del proyecto y es a quien se le entrega el trabajo, estudio o proyecto final, sin embargo, en el procedimiento **Planeación de Proyectos clave SAC – 720** se consideran como interesados internos a los diferentes Centros de Resultados o Departamentos cuando son proyectos multidisciplinarios.

3.3. Equipo del plan de implementación BIM para la GEIC - CFE

Tomando en cuenta y como marco la estructura de la organización de la GEIC – CFE, tratado en el tema 3.1.3 pág. 23 Estructura en la GEIC - CFE, se propone de manera inicial crear un área dentro de la Oficina de Fuentes Alternas de Energía que sea la responsable de la implementación hacia toda la gerencia, con una propuesta de estructura que se ilustra a continuación:

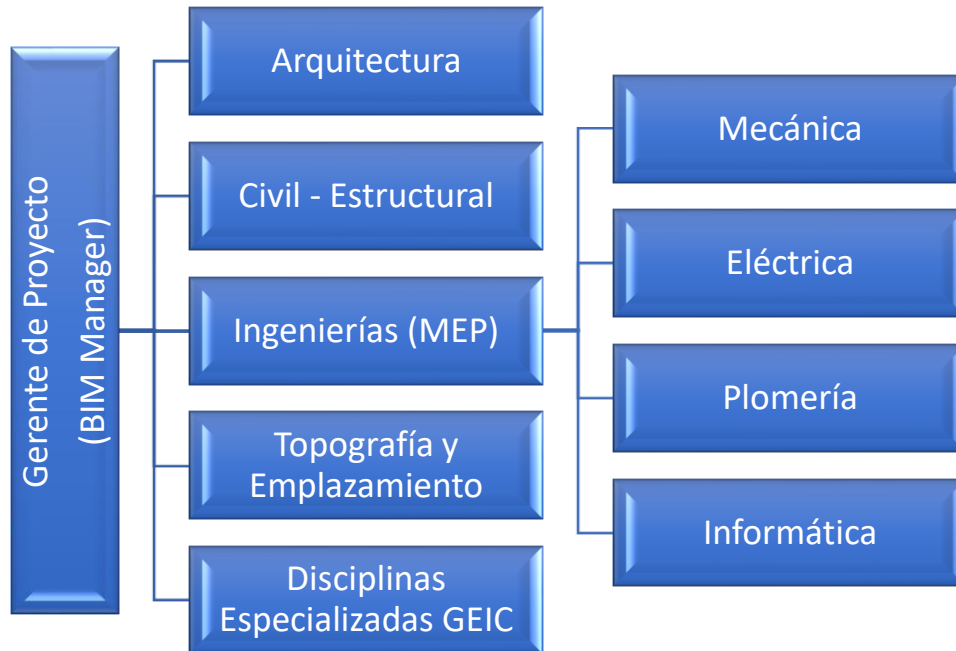


Ilustración 19 Estructura de área BIM

Con esta estructura se pretende abarcar todas las dudas y problemáticas que se tengan en cada una de las disciplinas que conforman la Gerencia para que en un principio se detecten las actividades que desarrolla cada disciplina en donde BIM puede mejorar la manera de trabajar.

3.4. Ciclo de vida del proyecto

Como se ha mencionado al utilizar el estándar del PMI como un integrador, se utilizará el ciclo de vida del proyecto de ese estándar para desarrollar el plan de implementación MIC para la GEIC, así mismo servirá al documento a tener una descripción y desarrollo del proyecto muy esquemática y bien segmentada, contando así con las siguientes fases:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y Control
- Cierre.

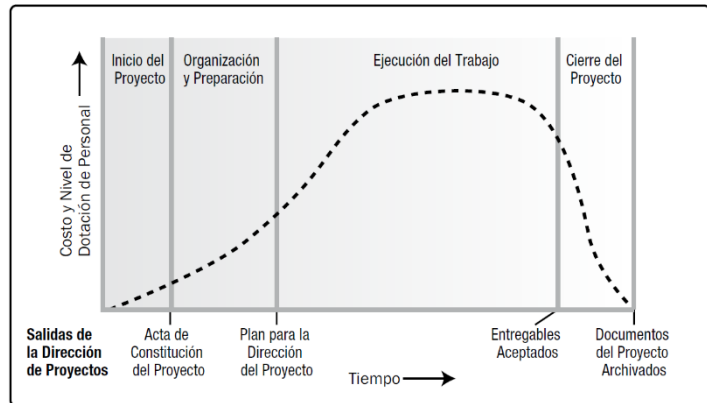


Ilustración 20 Niveles Típicos de Costo y Dotación de Personal en una Estructura Genérica del Ciclo de Vida del Proyecto. (20)

Es sumamente importante considerar e identificar desde un inicio del ciclo de vida del proyecto, para que, al mitigar el riesgo y la incertidumbre, el costo de los cambios sea el mínimo posible, ya que al realizar cambios si es que existen lo más temprano posible del proyecto, estos tienden a afectar menos el presupuesto del proyecto como se muestra en la gráfica siguiente:

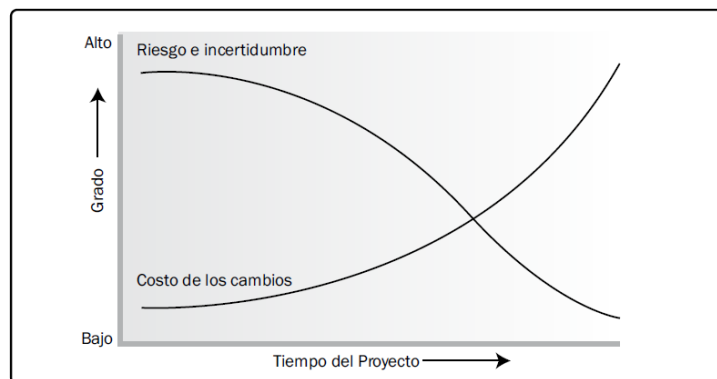


Ilustración 21 Impacto de las Variables en Función del Tiempo del Proyecto. (20)

3.4.1. Aplicación de la metodología MIC en el ciclo de vida del proyecto

Si unimos estas dos graficas en una sola, podemos apreciar el esfuerzo que se necesita en el proceso de ejecución o Expediente Técnico como se indica en la Ilustración 22:

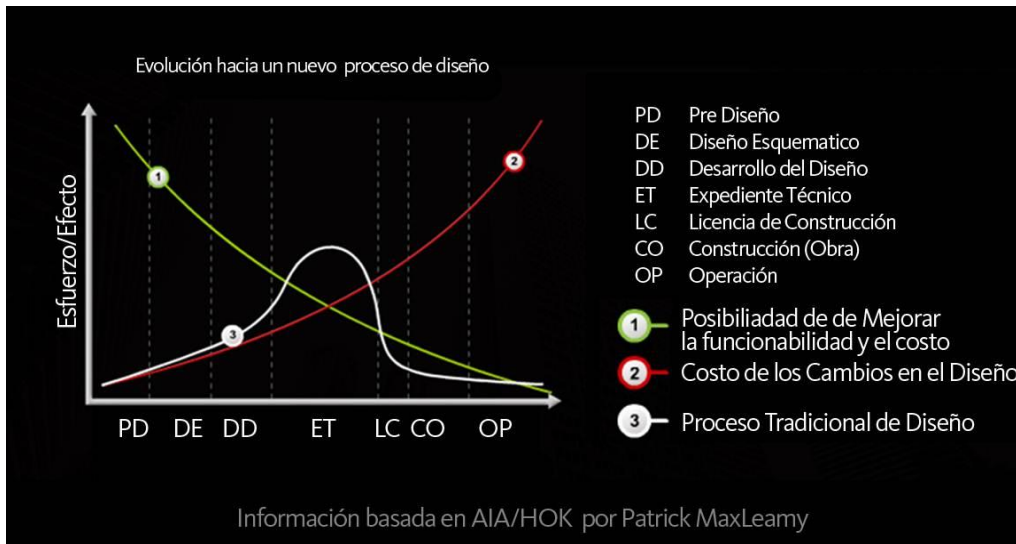


Ilustración 22 Grafica de esfuerzo en un proceso tradicional de diseño

Con la siguiente ilustración, ahora se justificará el uso de la metodología MIC en los proyectos de la GEIC y como ayuda a la Gerencia de Proyectos este uso de la metodología no solo en el Plan de Implementación sino a partir de ahora en los proyectos futuros.

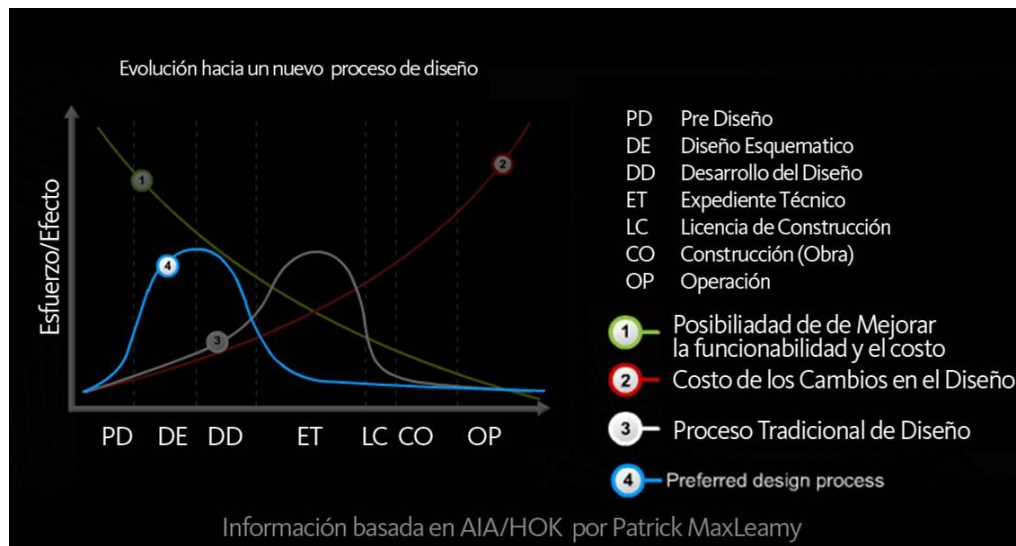


Ilustración 23 Grafica de esfuerzo utilizando la metodología MIC en un proyecto

Como se puede observar en la Ilustración 23 la curva azul representa el esfuerzo en un proyecto donde se utiliza la metodología MIC.

Este mayor esfuerzo se va a la etapa de diseño donde:

- ✓ **hay mayor posibilidad de realizar propuestas y cambios y**
- ✓ **el costo de estos cambios es mucho menor que si se realizan durante la ejecución.**

Esta última es la justificación más utilizada por los profesionales que utilizan la metodología MIC y que de hecho da la base al Retorno Sobre la Inversión (ROI) cuando se utiliza esta metodología en los proyectos arquitectónicos y de infraestructura, tema que se desarrollara en el **apartado 6.13.1 de la página 68** y que en proyectos de todos los tamaños y disciplinas en Estados Unidos, ya lo tienen comprobado con proyectos ejecutados y que explica la Associated General Contractors of America en su curso para Certificate of Management-Building Information Modeling (10)

Comprobado por la GEIC es en la implementación de proyectos piloto donde se considera que los proyectos costaran lo mismo que si se hicieran con el método tradicional (CAD), pero el valor agregado es que no solo tendrán planos para su construcción sino también un modelo (MIC) que servirá para llevar la supervisión y gerencia del proyecto, así como, la posibilidad de realizar cambios al proyecto y que estos se vean reflejados en todas las disciplinas que participan, es así que se disminuye la posibilidad de solicitar un convenio de ampliación en tiempo o costo con el cliente, porque los proyectos al realizar los cambios en menor tiempo, se entregan conforme lo acordado en tiempo y costo.

Algunos proyectos piloto utilizando la metodología MIC en la GEIC:

- Proyecto Civil-Estructural de Oficinas y Laboratorios de Metrología CFE
- Proyecto ejecutivo Auditorio del Bienestar, Cancún Q. Roo.
- Proyecto ejecutivo para Edificio Administrativo CFE-ZT Ver.
- Proyecto de infraestructura Deportiva para el municipio de Ocoyoacac en el Edo. De Mex.

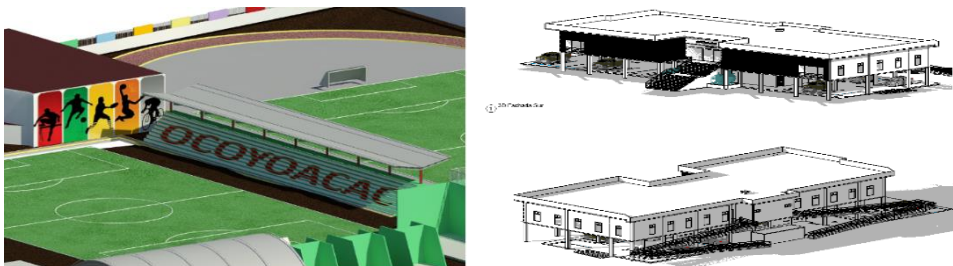


Ilustración 24 Proyectos piloto con metodología MIC

Cuando la metodología MIC se aplica en un proyecto, hacemos que los profesionales de la Arquitectura y las Ingenierías que participen en un proyecto trabajen sobre un modelo único y central. **Eso para la gerencia de proyecto hace que mediante la herramienta adecuada para revisar el modelo central su tarea de supervisión, control de cambios y verificación de que se esté en el camino correcto para llegar a los objetivos establecidos, sea mucho más fácil y casi en tiempo real, haciendo que el gerente del proyecto pueda hacer los ajustes necesarios en caso de ver una discrepancia en el modelo central, haciendo que el mayor esfuerzo de igual forma lo haga en la etapa de diseño y no durante la ejecución donde un cambio o la corrección de una parte del proyecto puede tener costos muy elevados.**

4. Plan de Implementación MIC para la GEIC – CFE

El Plan de Implementación MIC (11) es un documento desarrollado por el Departamento de Infraestructura Sustentable, del cual formo parte, para toda la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) de la Comisión Federal de Electricidad.

Donde se busca la estandarización en el uso de la metodología MIC para todos los servicios y proyectos que ofrece la GEIC, en este apartado se desarrollaran los puntos principales del PIMIC para que sirvan como referencia en los apartados siguientes donde **se desarrolla la Gerencia de Proyecto para que este Plan se aplique en el costo, tiempo y calidad programados.**

Es a partir del año 2016 que se comienzan a realizar proyectos utilizando herramientas propias de la metodología generando Modelos con Información de Construcción (MIC) aunque el principal fin es la visualización en 3D, se comienza a tener contacto con el trabajo colaborativo y la introducción de información no grafica dentro del modelo, se investiga sobre las soluciones a estos retos además de la experiencia (prueba y error) que se comienza a generar desde estos proyectos piloto.

Como un cambio necesario y natural, este documento tiene la intención de aplicar la metodología de una forma ordenada y normada para que a partir de este plan comenzar hacia una memoria organizacional que ayude a la difusión de esta metodología y aplicarla en los proyectos y servicios, paso a paso, para pasar de proyectos piloto a la mayoría o totalidad de los proyectos.

Para la integración de este documento se toman como base las normativas, estándares y protocolos nacionales e internacionales, proyectos piloto y proyectos ejemplo de otras naciones, el plan debe adaptarse a la forma de trabajar de la Gerencia en proyectos públicos y privados nacionales e internacionales.

Conforme a la norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017 (4) dentro del documento nos referiremos a **BIM** (de sus siglas en ingles **Building Information Modeling**) también como **MIC** (de la traducción al español **Modelado de Información de la Construcción**).

4.1. ¿Qué es BIM?

El término BIM se utiliza para describir un producto digital, el Modelo de Información para Construcción, así como los procesos que conlleva la creación y el uso del modelo.

La norma internacional ISO 12911:2012 define estos dos usos conforme se indica a continuación:

Modelo de Información para Construcción: representación digital compartida de características físicas y funciones de cualquier objeto construido, incluyendo edificios, puentes, caminos, plantas de procesamiento.

Modelado de Información para Construcción: proceso de gestión de información relacionada con instalaciones y proyectos con el fin de coordinar insumos y productos, independientemente de las implementaciones específicas.

Dos puntos importantes emanan de estas definiciones:

- **El BIM tiene que ver tanto con infraestructura como con edificios.** Esto resulta especialmente importante para mercados como México, en donde es necesario crear mucha infraestructura civil primaria;
- **El BIM es un proceso,** y una estrategia del BIM dentro de una organización puede tener un impacto considerable sobre la forma en que funciona el proceso y la manera en que los modelos ofrecen valor a los proyectos;

El propósito del BIM es permitir un trabajo eficiente con respecto a activos de construcción. El Grupo de Trabajo del BIM del Reino Unido lo define como:

“Colaboración que genera valor por medio del ciclo de vida integral de un activo, respaldado por la creación, el cotejo y el intercambio de modelos compartidos en 3D, así como datos inteligentes y estructurados anexos a los mismos” (8)

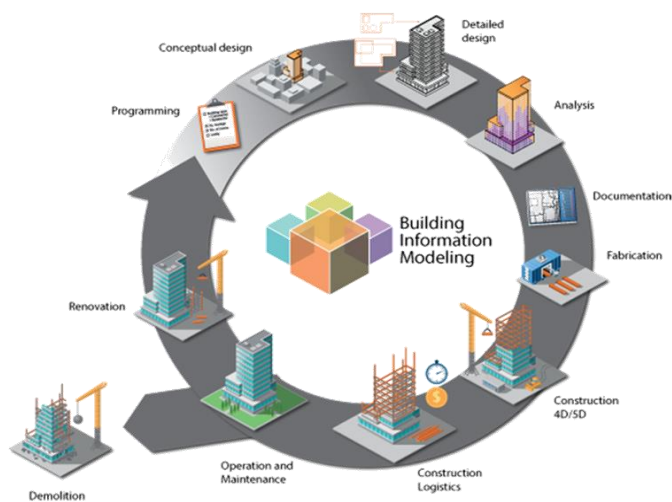


Ilustración 25 BIM y el ciclo de vida del activo

En pocas palabras, **BIM es un método para diseñar, construir y operar edificios o infraestructura que implica la creación y uso de modelos 3D inteligentes.**

Comparados con los dibujos tradicionales en 2D, estos modelos brindan a todos los involucrados una mejor comprensión del proyecto, lo que conduce a resultados de construcción más predecibles y mejores.

¿En qué se diferencia BIM de CAD?

BIM es más que solo CAD en 3D; más que el modelo en tres dimensiones de un edificio. Las soluciones de BIM utilizan una tecnología de bases de datos relacionales que integra información y relaciones en modelos, y crean así modelos “inteligentes”. (12)



Ilustración 26 ¿Que es BIM?

4.1.1. Qué es BIM según Planbim Chile

BIM (Building Information Modeling) es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. Es decir, por una parte, las tecnologías permiten generar y gestionar información mediante modelos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Por otra parte, las metodologías, basadas en estándares, permiten compartir esta información de manera estructurada entre todos los actores involucrados, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario, agregando así, valor a los procesos de la industria. BIM viene a replantear la forma tradicional de trabajo individual y fragmentado, proponiendo una metodología de trabajo colaborativo. Esta metodología pone en el centro de interés la generación de información concisa de un proyecto y el intercambio fluido de ésta entre los diferentes actores involucrados a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. (7)

4.2. Antecedentes

Al entrar en el siglo XXI, la industria de la construcción estaba pasando por una transición desde el método en 2D que se ha usado durante siglos en el diseño y la construcción, a un nuevo enfoque que usa modelos digitales 3D: el Modelado de Información para la Construcción (BIM).

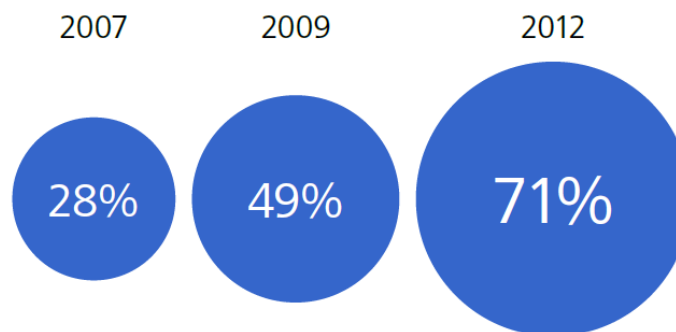
BIM involucra la creación y uso de modelos inteligentes en 3D para desarrollar y comunicar decisiones relacionadas con el proyecto. La industria de la manufactura ha estado usando prototipos digitales durante décadas para la ingeniería, análisis y fabricación de montajes de productos; de manera análoga, la industria de la construcción comenzó a adoptar un enfoque similar para sus proyectos.

Mientras BIM ganaba impulso en la industria, la crisis económica global estaba causando estragos, lo que condujo a importantes declives en la producción y los márgenes de ganancias. Actualmente, las economías repuntan lentamente y el gasto en construcción va en aumento, pero las consecuencias de la recesión perduran. La competencia es más fuerte que nunca y todos los jugadores en la cadena de suministro de la construcción, desde arquitectos e ingenieros hasta contratistas generales y fabricantes, padecen la presión de entregar proyectos en menos tiempo y con menores presupuestos. (12)

TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA: RÁPIDA ADOPCIÓN DE BIM

En este panorama, más y más firmas están recurriendo a BIM para alcanzar una ventaja competitiva y mejorar la productividad. Numerosos estudios y encuestas documentan la rápida adopción de BIM en la industria de la construcción alrededor el mundo.

Niveles de adopción de BIM en Norteamérica



Fuente: Informe SmartMarket 2012: "The Business Value of BIM in North America"

Ilustración 27 Porcentaje de empresas de construcción que están adoptando BIM en Norteamérica

4.2.1. BIM exige crecimiento

A medida que crece la adopción de BIM, el uso de modelos digitales para el diseño virtual, la construcción y la colaboración se estandariza y los gobiernos, organizaciones y propietarios de todo el mundo exigen la utilización de BIM en los nuevos proyectos de construcción. Por ejemplo:

- A inicios de 2014, el Parlamento Europeo aprobó una directiva para el aprovisionamiento del sector público que invita a las autoridades a considerar el uso de BIM en obras públicas y atrae la atención a la oportunidad y los beneficios que BIM aporta a los proyectos de construcción pública.
- En 2011, el gobierno del Reino Unido anunció una estrategia de BIM en la que se requiere que para el 2016 los proyectos gubernamentales utilicen BIM 3D de colaboración. Puesto que el gobierno es responsable de aproximadamente 40% del capital invertido en construcción en el Reino Unido, se trata de una exigencia de BIM agresiva.
- En los Estados Unidos, la Administración de Servicios Generales (GSA), la agencia del gobierno que construye y administra instalaciones federales y, como tal, el mayor propietario de espacio comercial del país empezó en 2006 a pedir la entrega de modelos de información de edificios para proyectos federales de construcción de gran escala.
- Desde 2008, el cuerpo de ingenieros de la Armada de EE. UU. exige el uso de BIM en todos los proyectos de construcción militar a fin de mejorar tiempos y costos. (12)

4.2.2. Flujo de trabajo BIM para proyectos civiles

La industria de AEC puede centrarse en crear y mantener la infraestructura de hoy, pero la propia industria es cambiante y está evolucionando a medida que la adopción de BIM sigue extendiéndose. (13)

El uso de BIM, o Building Information Modeling, ha crecido enormemente ya que se desarrolló a partir de uno o más programas de diseño tradicional a principios de la década de los 2000 a una herramienta robusta y multidimensional de hoy en día.

Ahora visto como casi omnipresente en el desarrollo vertical, **BIM está para uso generalizado en el mundo de la infraestructura**. Los niveles de adopción varían en todo el mundo por el tamaño de la organización y por tipo de proyecto, pero los siguientes datos ayudan a contar la historia:

- En general, la adopción de BIM en Norteamérica fue de sólo 17% en 2007, pero saltó a más del 70% para 2012.
- En el Reino Unido, las demandas de adopción han aumentado de 10% en 2011 a más del 70% en 2018.
- Niveles similares de adopción de BIM se están haciendo evidentes en la industria de la infraestructura civil en todo el mundo.

Dos informes recientes de Dodge Data and Analytics ilustran este cambio y proporcionan algunos datos interesantes sobre la adopción BIM en el mundo civil.

Según el Informe Dodge SmartMarket Report de 2017, de profesionales encuestados que trabajan en proyectos de infraestructura en los EE.UU., el Reino Unido, Francia y Alemania, la adopción BIM en proyectos civiles relacionados con la transportación fue de 50% en 2015. En 2017, ese nivel aumentó a casi el 80%.

En 2018, Dodge elaboró un informe similar, the Business Value of BIM for Water Projects, que incluía una encuesta a profesionales que se centran en proyectos de mejora del agua, incluidos los proyectos relacionados con el agua, instalaciones de tratamiento, túneles, proyectos de agua lineales e hidroeléctricas, entre otros. Los encuestados se encontraban principalmente en América del Norte (81%), con el resto proveniente de Europa y Asia. El nivel de BIM en este tipo de proyectos promedió un 69% en 2018, y se prevé que se adopte a un nivel de 90% de una manera u otra en estos tipos de proyectos en 2020.

Los que trabajan en instalaciones de tratamiento de agua tienen el nivel más alto de adopción de BIM en 88%, tal vez debido a la integración típica con estructuras verticales. (13)

¿Qué ha estado impulsando este cambio hacia BIM para la Industria AEC?

La respuesta simple, por supuesto, es el dinero. Los beneficios de un diseño mejorado, una mejor gestión de los tiempos del proyecto, la reducción de los errores y un mejor control de los costos son tangible para todos los proyectos de infraestructura vertical o civil.

El retorno de la inversión se produce en forma de mejora de la eficiencia y el ahorro de dinero cuando BIM se integra en el flujo de trabajo. El seguimiento de los materiales y sus cantidades en el modelo resultan en una mejor precisión de costo. El ahorro de tiempo por eliminar los costosos rediseños o resolver problemas en el campo rápidamente se traduce en un rendimiento financiero positivo.

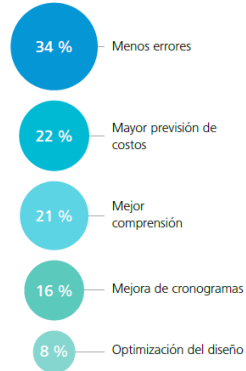
Los usuarios de BIM en los informes de Dodge están de acuerdo en que están cosechando una amplia gama de beneficios en proyectos civiles o de infraestructura, incluyendo:

- Experimentar el valor global de BIM
- Colaboración entre diferentes empresas y miembros del equipo de proyecto
- Satisfacción del cliente
- Mejorar la reputación de una organización como líder

(13)

Beneficios de BIM

La mayoría (87 %) de los usuarios de BIM de este estudio informan que reciben un beneficio positivo del uso de BIM. La mayoría considera que recién están comenzando a experimentar todo el potencial de BIM.



Fuente: Dodge Data & Analytics, "The Business Value of BIM for Infrastructure 2017"

Aumento del valor de las actividades del proyecto

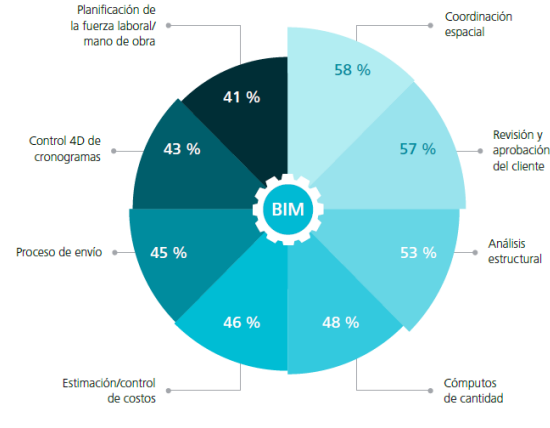


Ilustración 28 A medida que se pasa a BIM, se debe ser consciente de los cambios que podrían experimentar el negocio, los procesos y la tecnología de la organización, de modo que se pueda posicionar la empresa para cosechar los beneficios de BIM. (15)

4.3. Objetivo

4.3.1. Objetivo general

Utilizar la metodología BIM en todos los proyectos y servicios de la GEIC-CFE de una forma sistemática para que todos los involucrados en estos puedan tener o consultar información suficiente, consistente y de buena calidad de los proyectos, donde la interoperabilidad sea eficiente y constante.

Sera a través de la metodología BIM y la colaboración en la nube que los proyectos de la GEIC, sin importar el tamaño de estos, que alcancen los objetivos siguientes:

- Acceso centralizado de todo el equipo a la información del proyecto
- Optimización de la coordinación y programación del proyecto
- Menor necesidad de impresiones en papel
- Acceso en cualquier momento y lugar
- Dedicar menos tiempo a transformar (exportar-importar) y coordinar archivos mediante la interoperabilidad de herramientas BIM
- Fácil comprensión y revisión del proyecto por parte del cliente y de los involucrados en el proyecto mediante una captura centralizada de comentarios.

(14)

Lo que ayudara a entregar proyectos en tiempo y forma disminuyendo los retrabajos y las demoras que pueden ocasionar el entregar los proyectos de manera tradicional aumentando la productividad y sustentabilidad en el desarrollo y servicios de la GEIC.

"El principal incentivo para implementar MIC en los proyectos de infraestructura pública está en optimizar los costos mediante una mejor planeación y control de

los proyectos. Los beneficios esperados del uso de la metodología en México son, tanto económicos como sociales. Por un lado, se busca reducir los retrasos en la ejecución de los proyectos públicos, tener ahorros en la etapa de ejecución de los proyectos, ya que el uso MIC puede ofrecer cantidades y costos de producción más precisos, y así tener un mejor control de los recursos asignados durante las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto. Por el lado social, se podrá aprovechar todo este potencial en beneficios de todos, brindado infraestructura de mayor calidad." (6)

4.3.2. Objetivos particulares del plan

Tabla 4 Objetivos particulares del plan de implementación MIC en la GEIC

Objetivo medible	Referencia a la Estrategia MIC México	Se alcanza si:	Plazo proyectado
Crear un programa de capacitación para los especialistas de la GEIC	Objetivo específico 1	En coordinación con el área de Desarrollo Profesional se establecen la duración de los cursos y la cantidad de ellos dependiendo de las disciplinas dentro de la GEIC.	1 mes.
Que cada especialista cuente con el hardware y software necesario para desarrollar modelos MIC.	Objetivo específico 2	En coordinación con la Oficina de Informática se define el software necesario para cada disciplina, el hardware del especialista soporte de la herramienta.	5 meses
Elaborar formato de Plan de Ejecución MIC (PEM) y guías para el uso de las herramientas	Objetivo específico 1	En conjunto con el personal que ya conoce la metodología, se elaboraran las guías y formatos que ayuden a normalizar la metodología dentro de la GEIC. En coordinación con el área de Calidad estos documentos deben integrarse al Sistema de Calidad de la GEIC.	2 meses
Elaborar estándares por disciplina	Objetivo específico 3	En conjunto con cada especialista de disciplina se elabora un documento que sirva para homogenizar los modelos logrando la interoperabilidad en proyectos multidisciplinarios. En coordinación con el área de Calidad estos documentos deben integrarse al Sistema de Calidad de la GEIC.	8 meses
Creación de un Entorno de Datos Compartidos (EDC)	Objetivo específico 2	Con el apoyo de la Oficina de informática y previa convención con los especialistas que usen las herramientas MIC se establece el manejo de la información de los modelos	1 mes
Creación de un Banco Común de Información (BCI)	Objetivo específico 2	Con el apoyo de la Oficina de informática se establece el BCI donde se recopila y se gestiona la información además de funcionar como repositorio de la memoria organizacional	1 mes

4.4. Marco de trabajo

Pasarse a BIM puede ser una tarea Intimidante.

Una implementación exitosa de BIM requiere un enfoque cuidadoso y estructurado que tome en cuenta los muchos componentes integrados del negocio de una empresa, desde la visión y el liderazgo hasta los individuos que aplican BIM en la ejecución diaria de proyectos. (15)

Una implementación de BIM debe estar respaldada por toda la empresa. No puede ser una iniciativa de TI o de Investigación y desarrollo, ni implementarse solo en un proyecto o una disciplina.

Sin embargo, los equipos que comienzan a utilizar la metodología, cuando están respaldados por el equipo de liderazgo de la empresa y por expertos que están familiarizados con la implementación de BIM, pueden iniciar la adopción de BIM con proyectos piloto, medir los resultados y conseguir beneficios que más adelante pueden extenderse a toda la empresa.

Este marco de trabajo considera a la GEIC como un actor involucrado en el desarrollo de proyectos de infraestructura: Proyectos y Programas de Inversión (PPI), Proyectos de Asociación Público Privadas (APP), otro tipo de proyectos bajo el esquema de concesiones y Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)² tanto como cliente como prestador del servicio en cualquiera de los tipos de proyectos de infraestructura.

Al fungir la GEIC como un cliente o solicitante, puede implementar y difundir la metodología MIC de **arriba hacia abajo (Top Down)**, solicitando a sus proveedores de materiales y servicios, así como a su personal el uso de las herramientas propias para generar modelos bajo esta metodología.

Cuando la GEIC sea el prestador de servicio o contratista difundirá la metodología al cliente (dependencia pública o privada) de **abajo hacia arriba (Bottom up)** mostrándole los beneficios de un diseño más preciso y entendible que haga al cliente solicitar el uso de esta metodología en proyectos posteriores.

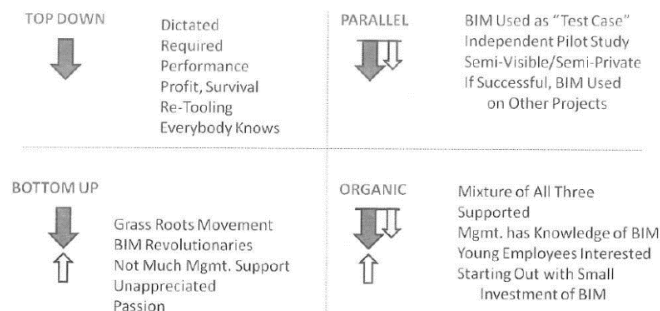


Ilustración 29 Opciones de adopción BIM (10)

² Cabe señalar que no todos los proyectos de infraestructura requieren de recursos públicos. En los esquemas de APP y concesiones se prevé el desarrollo de proyectos auto financiados, mixtos y no presupuestarios, permitiendo la inversión del sector privado y la participación de fondos nacionales. (6)

4.5. Estrategia de la implementación MIC en la GEIC

A continuación, se desarrollan los tres pilares de la Ilustración 14 Enfoque conjunto de la estrategia del BIM del Reino Unido **considerando al área MIC o gerente del proyecto dentro de la GEIC como el ente que debe desarrollarlos.**

4.5.1. Cultura

Es en este pilar donde se considera el recurso humano de la GEIC y donde el Área MIC coordinara el desarrollo del capital humano e intelectual como lo indica el Fundamento 1 de la Política Transversal de Calidad de la CFE, así como con los objetivos de la GEIC y las estrategias que indica la SHCP. (11)

Tabla 5 Alineación del pilar cultura con documentos rectores

Política Transversal de Calidad de la CFE	Fundamento 1: Desarrollo del capital humano e intelectual
Objetivos de calidad, ambiental y; seguridad y salud en el trabajo de la GEIC	Objetivo: Contar con el personal con las competencias necesarias
	Estrategia 1.1 Fortalecer el grupo trabajo interinstitucional inclusivo que apoye el diseño y la implementación de la estrategia de MIC en los proyectos de infraestructura pública, al cual se sumarán las dependencias y entidades involucradas en los proyectos piloto.
Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México - SHCP	Estrategia 1.8 Impulsar planes para la formación de capital humano, que consideren capacitación y material de apoyo dentro de cada dependencia que implemente MIC en sus procesos.
	Estrategia 1.10 Comunicar aspectos de la estrategia a nivel nacional e internacional, considerando seminarios, eventos, difusión web, entre otros.
	Estrategia 2.4 Definir roles y capacidades del capital humano involucrado, responsabilidades sobre los entregables, así como los tiempos requeridos para la implementación de MIC en los proyectos de infraestructura pública.
	Estrategia 3.1 Incrementar el nivel o la capacidad de oferta de capital humano en el ámbito de la construcción, en específico en MIC, mediante el fomento de certificaciones profesionales y contrapartes técnicas de proyectos.

Con la introducción del grupo especializado en MIC (Área MIC) se tomarán en cuenta dos tareas principales a desarrollar:

- Establecer las habilidades en MIC que deben tener los candidatos a trabajadores.
- Formar a los trabajadores actuales para que tengan competencias en la metodología MIC.

Para establecer las habilidades en MIC que deben tener los nuevos profesionistas, se establecerán roles que se alinearán con la organización de la GEIC.

Los roles dentro de la metodología MIC son muy diversos y hay diferentes opiniones, al ser relativamente nuevos no hay consenso aun sobre cuando se es uno u otro y que lo hace meritorio de ese rol.

Se tomarán algunos de los roles desde el punto de vista de David Barco Moreno especialista BIM español (16) que a mi consideración son los relevantes para la GEIC por su forma organizacional, los servicios que ofrece y el tamaño en base al número de sus proyectos y de personal especializado.

4.5.2. Tecnología

En este pilar abordaremos lo relacionado a los recursos técnicos (logística, infraestructura, hardware, software y dispositivos) necesarios y mínimos para una correcta implementación de la metodología MIC, cubriendo los objetivos y estrategias de los documentos rectores ya mencionados. (11)

Tabla 6 Alineación del pilar tecnología con documentos rectores

Política Transversal de Calidad de la CFE	Fundamento 4: Potenciar la efectividad de los procesos y la cultura de la calidad en la CFE, a través de la innovación para un desarrollo sostenible.
	Fundamento 5: Prevenir la contaminación del entorno, controlando y minimizando los impactos ambientales
Objetivos de calidad, ambiental y; seguridad y salud en el trabajo de la GEIC	Objetivo: Incorporar las mejoras tecnológicas en los procesos clave de la GEIC
	Objetivo: Minimizar el impacto ambiental significativo de nuestras actividades, productos y servicios
Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México - SHCP	Estrategia 2.8 Definir los mecanismos de comunicación necesarios que permita el trabajo colaborativo entre las dependencias ejecutoras de los proyectos y la SHCP.
	Estrategia 2.9 Considerar que es indispensable el uso de herramientas tecnológicas en las dependencias ejecutoras de los proyectos, que apoyen la implementación de los procesos de la metodología: gestión de documentos, modelo, simulación, entre otras.
	Estrategia 2.10 Impulsar acciones dirigidas a la automatización de los procesos internos de las dependencias para revisar cumplimientos normativos y autorizar proyectos, a fin de reducir los tiempos.
	Estrategia 2.11 Transparentar la información a fin de proveer a la ciudadanía de mejores instrumentos para la participación ciudadana referente a proyectos de infraestructura pública.
	Estrategia 3.3 Impulsar soluciones innovadoras que faciliten la gestión integrada de proyectos de infraestructura y eficiencia de recursos en el contexto del país.

	Estrategia 3.5 Promover el desarrollo de librerías de productos para facilitar el desarrollo de modelos estándares.
--	---

El **apoyo del área de Informática** aquí es esencial, para que junto con el área MIC se establezca la línea base de los recursos técnicos con que cuenta cada área dentro de la GEIC y a partir de esta línea adecuar los recursos técnicos necesarios para desarrollar un modelo MIC.

4.5.3. Procesos

Los procesos no solo son una parte de una implementación adecuada, sino son un elemento que sirve para comunicar e interactuar de una manera fluida y constante entre la Cultura y la Tecnología.

Los objetivos y estrategias que cubre este pilar se indican a continuación:

Tabla 7 Alineación del pilar procesos con documentos rectores

Política Transversal de Calidad de la CFE	Fundamento 4: Potenciar la efectividad de los procesos y la cultura de la calidad en la CFE, a través de la innovación para un desarrollo sostenible.
	Fundamento 7: Proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo, a través de eliminar peligros y reducir los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo
	Fundamento 8 Cumplir con el marco legal, con la legislación, normatividad y otros requisitos aplicables
Objetivos de calidad, ambiental y; seguridad y salud en el trabajo de la GEIC	Objetivo: Mantener la satisfacción de nuestros clientes
	Objetivo: Mejorar el desempeño de los procesos clave de la gerencia
	Objetivo: Mejorar la gerencia de proyectos
	Objetivo: Minimizar los riesgos de trabajo derivados de los peligros de nuestras actividades, productos y servicios
Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México - SHCP	Estrategia 1.2 Detallar el plan de trabajo que incluya las actividades específicas a realizar y fechas para la implementación de MIC de manera general y por sectores.
	Estrategia 1.3 Mapear los documentos normativos del Gobierno Federal relacionados con la ejecución de proyectos de infraestructura que deberán actualizarse o crearse para la implementación de MIC.
	Estrategia 1.6 Incorporar MIC en el marco normativo en materia de contrataciones públicas para proyectos de infraestructura.
	Estrategia 2.1 Desarrollar una guía de apoyo para la implementación de MIC en los proyectos piloto.
	Estrategia 2.2 Elaborar un plan de trabajo de cada proyecto piloto, el cual considera objetivos, alcances, tiempo, involucrados y resultados.
	Estrategia 2.3 Documentar los procesos y flujos actuales de los proyectos, así como realizar la propuesta usando MIC.

	Estrategia 2.5 Documentar y analizar los hallazgos identificados en los proyectos piloto y rediseñar el flujo de trabajo y de información, enfocados a mejorar las estimaciones de plazos, costos y resultados de los proyectos.
	Estrategia 2.6 Generar una guía de apoyo y plantillas que faciliten la implementación de MIC a las dependencias y el sector privado.
	Estrategia 2.7 Implementar los procesos mejorados de los proyectos de infraestructura pública con MIC.
	Estrategia 3.2 Fomentar la capacidad de la industria impulsando la estandarización, modularización, industrialización, para mejorar la competitividad y el desarrollo del sector de la construcción.
	Estrategia 3.4 Desarrollar estándares nacionales que posibiliten el uso homogéneo de MIC.

Es importante en este pilar, **el apoyo de la Oficina de Calidad**, para que los mapeos que se realicen o modifiquen por la implementación MIC sean incluidos en el Sistema de Calidad de la GEIC, además de todos los documentos que se enuncien en este apartado.

Los procesos los dividiremos en dos niveles:

- A nivel empresa.
- A nivel proyecto.

Los procesos a nivel empresa como este Plan de Implementación deberán estar integrados al Sistema de Calidad de la GEIC siendo los documentos que modifiquen y mejoren los procesos de la GEIC.

Los procesos a nivel de proyectos estarán enmarcados en el Plan de Ejecución MIC (PEM) y serán específicos de cada proyecto.

Una importante referencia que se ha utilizado para definir los procesos en una implementación BIM es el *BIM Project Execution Planning Guide (CIC Research Program 2011. P. 2)* con el siguiente esquema:

Especialización en Gerencia de Proyectos

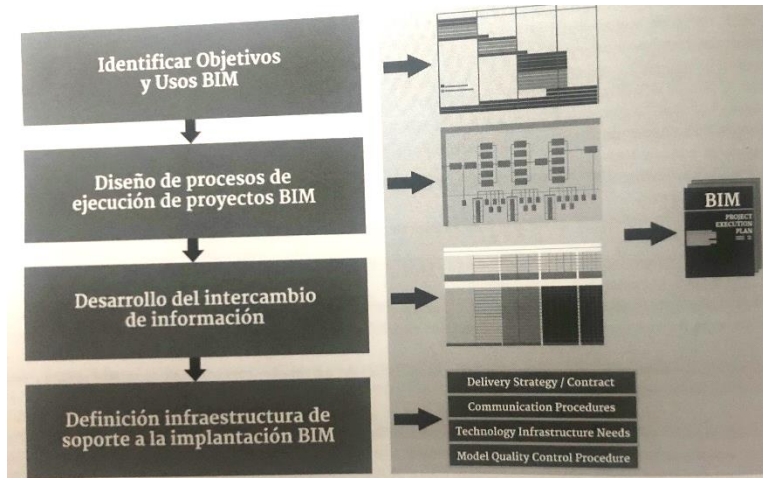


Ilustración 30 Esquema de implementación BIM basado en CIC Pennsylvania State (16)

Para los proyectos de la GEIC se adaptará el PEM a esta Guía de Implementación del CIC, al Estándar BIM para Proyectos Públicos de Chile (7) y a la NMX-C-5271-ONNCCE-2017 (4).

5. INICIO de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC

Después de mencionar y acotar la influencia de la organización y el ciclo de vida de este proyecto, así como una breve descripción del Plan de Implementación MIC; los siguientes apartados serán la aplicación de la Gerencia de Proyecto conforme al PMBOK® al Plan de Implementación MIC para la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil.

5.1. Acta de Constitución del Proyecto

5.1.1. Información del Proyecto

5.1.1.1. Datos

Empresa / Organización	Departamento de Infraestructura Sustentable - GEIC
Proyecto	Plan de Implementación MIC para la GEIC de la CFE
Fecha de preparación	26-mayo-2021
Cliente	Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
Patrocinador principal	Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil - CFE
Gerente de Proyecto	José Alberto Robles Acosta
Calle y número	Augusto Rodin 265
Colonia	Nochebuena
Código Postal	03720
Inicio del Proyecto	01-julio-2021
Duración	15 meses

5.1.1.2. Patrocinador / Patrocinadores

Nombre	Cargo	Departamento / División
Fausto Solis Gutierrez	Jefe de Oficina	Oficina de Fuentes Alternas de Energía
Carlos G. Villarreal Esquivel	Subgerente	Subgerencia de Estudios Hidrográficos

5.1.2. Propósito y Justificación del Proyecto

Documento desarrollado por el Departamento de Infraestructura Sustentable para la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la Comisión Federal de Electricidad con el propósito de explicar y difundir la metodología BIM dentro de la organización, aplicándola en el desarrollo de los proyectos de la Gerencia de una forma sistemática mostrando el valor agregado que esta metodología puede aportar a la Gerencia.

Es a partir del año 2016 que se comienzan a realizar proyectos utilizando herramientas propias de la metodología generando Modelos con Información de Construcción (MIC) aunque el principal fin es la visualización en 3D, se comienza a tener contacto con el trabajo colaborativo y la introducción de información no grafica dentro del modelo, se investiga sobre las soluciones a estos retos además de la experiencia (prueba y error) que se comienza a generar desde estos proyectos piloto.

Como un cambio necesario y natural, este documento tiene la intención de aplicar la metodología de una forma ordenada y normada para que a partir de este plan comenzar hacia una memoria organizacional que ayude a la difusión de esta metodología y aplicarla en los proyectos y servicios, paso a paso, para pasar de proyectos piloto a la mayoría o totalidad de los proyectos.

5.1.3. Descripción del Proyecto

El Plan de Implementación BIM dentro de una organización es el documento base a partir del cual se aplica la metodología BIM de forma sistemática en los proyectos y servicios existentes además de crear nuevos servicios para la organización generando un valor agregado a estos.

5.1.4. Entregables

- I. Cultura
 - a. Listado de roles MIC
 - b. Programa de capacitación en la metodología MIC
 - c. Difusión de documentos de la metodología MIC
 - d. Creación de página web con información de la metodología
- II. Tecnología
 - a. Línea base de Hardware y Software
 - b. Creación de un Entorno de Datos Compartidos (EDC)
- III. Procesos
 - a. Creación del Manual Básico de Entrega de Información (MEI)
 - b. Formato de Solicitud de Información (SDI) para clientes de la GEIC
 - c. Formatos necesarios para el Plan de Ejecución MIC (PEM)

5.1.5. Requerimientos de alto nivel

5.1.5.1. Requerimientos del producto

- I. Cultura
 - a. Listado de roles MIC
 - b. Integración de roles MIC con organigramas de proyectos de la GEIC
 - c. Programa de capacitación en la metodología MIC
 - d. Difusión interna y externa de documentos de la metodología MIC
- II. Tecnología
 - a. Tipos de redes y accesos en la GEIC para usar la metodología
 - b. Hardware y Software necesario para usar herramientas de la metodología
 - c. Creación de un Entorno de Datos Compartidos (EDC)
- III. Procesos
 - a. Incorporación de MIC a los proyectos de la GEIC
 - b. Interoperabilidad entre las disciplinas de la GEIC
 - c. Formato de Plan de Ejecución MIC (PEM) para cada proyecto

5.1.6. Objetivos

Objetivo	Indicador de éxito
Alcance de Proyecto	
Utilizar la metodología BIM en todos los proyectos y servicios de la GEIC-CFE de una forma sistemática para que todos los involucrados en estos puedan tener o consultar información suficiente, consistente y de buena calidad de los proyectos, donde la interoperabilidad sea eficiente y constante.	Entregar proyectos en tiempo y forma disminuyendo los retrabajos y las demoras, aumentando la productividad y sustentabilidad en el desarrollo y servicios de la GEIC.
Cronograma (Tiempo)	
Programa de la Gerencia de Proyectos (Área MIC)	Controlar los entregables
Programa de cultura MIC	Controlar la capacitación al personal
Programa de tecnología MIC	Controlar el software y hardware de las herramientas MIC
Programa de procesos MIC	Controlar la documentación y procesos de la metodología MIC
Costo	
Costo del pilar cultura	\$8,692,033.35
Costo del pilar tecnología	\$1,901,696.81
Costo del pilar procesos	\$1,121,553.10
Calidad	
Gerencia de Proyecto	
<ol style="list-style-type: none"> 1. NMX-C-442-ONNCCE- Supervisión y Verificación de la Construcción 2. UNE-ISO 21500:2012 "Orientación sobre la gestión de proyectos" 	
Metodología MIC	
<ol style="list-style-type: none"> 1. NMX-C-527-1-ONNCCE-2017 - Industria de la Construcción - Modelado de Información de la Construcción - Especificaciones - Parte 1: Plan de Ejecución para Proyectos 2. Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) en México 3. ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS 	
Sistema de Gestión de Calidad Total de la GEIC - CFE	

5.1.7. Riesgos iniciales de alto nivel

1.	No obtener el convenio con el SUTERM para la capacitación del personal de la GEIC
2.	No encontrar capacitadores externos con la experiencia suficiente al ser una metodología relativamente nueva en México
3.	La fluctuación rápida de los equipos de cómputo necesarios para la utilización de la metodología MIC

4.	No encontrar el consenso en la herramienta (software) a utilizar por la GEIC
----	--

5.1.8. Cronograma de hitos principales

Hito	Fecha tope
Listado de roles MIC en la GEIC	31-julio-2021
Autorización de programa de capacitación	30-agosto-2021
Creación de página web para difusión de la metodología MIC	30-noviembre-2021
Entrega de equipo de cómputo para usar las herramientas MIC	31-diciembre-2021
Ubicación y puesta en marcha del EDC	28-febrero-2022
Entrega de la primera versión del formato del Plan de Ejecución MIC	30-abril-2022
Creación del Manual de Entrega de Información (MEI)	31-julio-2022
Aplicación de la metodología MIC en un proyecto multidisciplinario de la GEIC	30-septiembre-2022

5.1.9. Presupuesto estimado de Proyecto

\$11,715,283.26 (Once millones setecientos quince mil doscientos ochenta y tres pesos 26/100 M.N.)

5.1.10. Lista de Interesados (stakeholders)

Nombre	Cargo	Departamento / División
Ing. Vicente Arévalo Mendoza	Gerente	Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
Ing. Carlos G. Villarreal Esquivel	Subgerente	Subgerencia de Estudios Hidrográficos
Dr. Juan Carlos Espinal González	Jefe de Departamento	Departamento de Infraestructura Sustentable
Arq. Fausto Solis Gutierrez	Jefe de Oficina	Oficina de Fuentes Alternas de Energía
Ing. Leticia García Amador	Jefe de Oficina	Oficina de Informática
Lic. Leslie Medrano Mejía	Jefe de Oficina	Oficina de Aseguramiento de Calidad

5.1.11. Requisitos de aprobación del proyecto

<ol style="list-style-type: none"> Entrega de Propuesta técnico-económica Entrega de EP-5 (formato interno de la GEIC)
--

3. Entrega de Obra Opus
4. Entrega de Programa de Ejecución
5. Autorización de la Gerencia
6. Apertura de Área (código) de afectación

5.1.12. Asignación del Gerente de Proyecto y nivel de autoridad

5.1.12.1. Gerente de Proyecto

Nombre	Cargo	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)
José Alberto Robles Acosta	Jefe de Proyecto	Oficina de Fuentes Alternas de Energía	Departamento de Infraestructura Sustentable

5.1.12.2. Niveles de autoridad

Área de autoridad	Descripción del nivel de autoridad
Decisiones de personal (Staffing)	La modificación en la contratación o despido del personal se realizará mediante la autorización del área de Recursos Humanos en Conjunto con el encargado del área solicitante.
Gestión de presupuesto y de sus variaciones	La modificación al presupuesto se realizará mediante la autorización del Gerente de Proyecto en conjunto con el área de Costos y presupuestos.
Decisiones técnicas	La autorización del cambio en cualquier área o pilar del proyecto se realizará mediante la autorización de Gerente de Proyecto en conjunto con la Oficina de Fuentes Alternas de Energía y del Departamento de Infraestructura Sustentable
Resolución de conflictos	La resolución de conflictos se realizará mediante la autorización del jefe de las áreas afectadas.
Ruta de escalamiento y limitaciones de autoridad	Sera verificada y autorizada por el Gerente y/o Subgerente.

5.1.13. Personal y recursos preasignados

Recursos	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)
5 equipos de cómputo con las características definidas por el gerente del proyecto	Oficina de Informática	Subgerencia de Planeación y Logística

Recursos	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)
Especialista MIC en Arquitectura	Área MIC	Departamento de Infraestructura Sustentable
Especialista MIC en Obra Civil	Área MIC	Departamento de Infraestructura Sustentable
Especialista MIC en MEP	Área MIC	Departamento de Infraestructura Sustentable
Especialista MIC en Topografía	Área MIC	Departamento de Topografía

5.1.14. Aprobaciones

Patrocinador	Fecha	Firma
Ing. Vicente Arévalo Mendoza	14-junio-2021	
Ing. Carlos Villarreal Esquivel	14-junio-2021	
Dr. Juan Carlos Espinal González	14-junio-2021	
Arq. Fausto Solis Gutierrez	14-junio-2021	

6. PLANIFICACIÓN de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC

Una vez que se tienen planteado lo que es el Plan de Implementación MIC de la GEIC junto con un acta de inicio donde se determinan los objetivos de este plan, así como información importante para que funcione como base y planear la aplicación del PIMIC.

6.1. Plan para la dirección de proyecto

En cierta forma **este documento** es el plan para la dirección o gerencia del PIMIC, pues este será el documento central que defina la base para todo el trabajo de la gerencia del PIMIC, siendo este el plan que integra el tiempo, el costo y la calidad que se necesita de toda la información para llevar a buen puerto el PIMIC.

6.2. Definición del alcance

Definido en el **apartado 4.3.1 [Objetivo general](#)**, donde se menciona lo siguiente:

- Acceso centralizado de todo el equipo a la información del proyecto
- Optimización de la coordinación y programación del proyecto
- Menor necesidad de impresiones en papel
- Acceso en cualquier momento y lugar
- Dedicar menos tiempo a transformar (exportar-importar) y coordinar archivos mediante la interoperabilidad de herramientas BIM
- Fácil comprensión y revisión del proyecto por parte del cliente y de los involucrados en el proyecto mediante una captura centralizada de comentarios.

Cuando los seis alcances enlistados sean aplicados a un proyecto piloto se cumplirá con el alcance del PIMIC y de este documento.

6.3. Cronograma de actividades

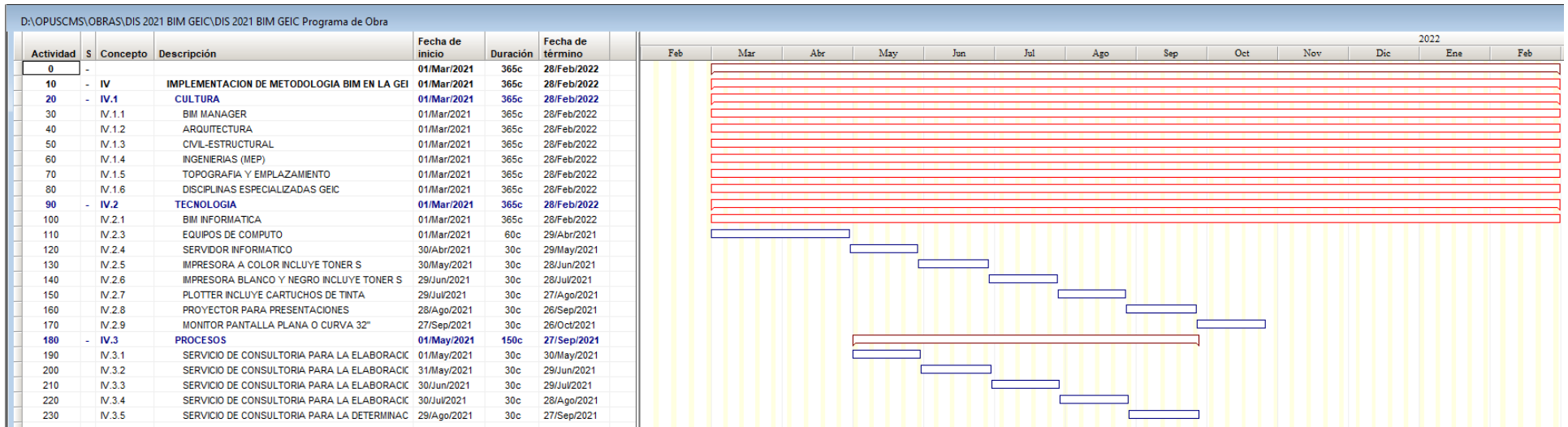


Ilustración 31 Cronograma de actividades para la Gerencia del PIMIC

Para el desarrollo del programa de actividades y presupuesto base se usó como herramienta el software Opus 2010, para que en el momento en que se tenga una modificación en tiempo o costo, esta se refleje de manera vinculada en programa y presupuesto.

Como se puede apreciar en el programa, el pilar cultura tiene un mayor peso en el tiempo de este proyecto, por lo que se tiene que considerar una especial atención tanto al personal que forme parte de este proyecto, como a la capacitación de toda la GEIC en este tema.

6.4. Definición de pesos a las actividades

Programa de Obra DIS 2021 BIM GEIC														
Actividad	Concepto	Descripción	Fecha de inicio	Duración	Fecha de término	Total	Porce.	2021 Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA BIM EN LA GEIC														
CULTURA														
30	IV.1.1	BIM MANAGER	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	3'160,326.95	26.98%							
40	IV.1.2	ARQUITECTURA	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	629,559.30	5.37%							
50	IV.1.3	CIVIL-ESTRUCTURAL	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	1'727,081.45	14.74%							
60	IV.1.4	INGENIERIAS (MEP)	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	1'727,081.45	14.74%							
70	IV.1.5	TOPOGRAFIA Y EMLAZAMIENTO	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	692,514.50	5.91%							
80	IV.1.6	DISCIPLINAS ESPECIALIZADAS GEIC	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	755,469.70	6.45%							
TECNOLOGIA														
100	IV.2.1	BIM INFORMATICA	01/Mar/2021	365c	28/Feb/2022	629,559.30	5.37%							
110	IV.2.3	EQUIPOS DE COMPUTO	01/Mar/2021	60c	29/Abr/2021	624,260.00	5.33%							
120	IV.2.4	SERVIDOR INFORMATICO	30/Abr/2021	30c	29/May/2021	48,545.00	0.41%							
130	IV.2.5	IMPRESORA A COLOR INCLUYE TONER S	30/May/2021	30c	28/Jun/2021	197,754.36	1.69%							
140	IV.2.6	IMPRESORA BLANCO Y NEGRO INCLUYE TONER S	29/Jun/2021	30c	28/Jul/2021	73,367.20	0.63%							
150	IV.2.7	PLOTTER INCLUYE CARTUCHOS DE TINTA	29/Jul/2021	30c	27/Ago/2021	235,678.80	2.01%							
160	IV.2.8	PROYECTOR PARA PRESENTACIONES	28/Ago/2021	30c	26/Sep/2021	18,326.65	0.16%							
170	IV.2.9	MONITOR PANTALLA PLANA O CURVA 32"	27/Sep/2021	30c	26/Oct/2021	73,985.50	0.63%							
PROCESOS														
190	IV.3.1	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE UN PLAN DE EJECUCION	01/May/2021	30c	30/May/2021	224,310.62	1.91%							
200	IV.3.2	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE GUIA DE MEJORES PRACTICAS DENTRO DE LA GEIC	31/May/2021	30c	29/Jun/2021	224,310.62	1.91%							
210	IV.3.3	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES POR DEPARTAMENTO	30/Jun/2021	30c	29/Jul/2021	224,310.62	1.91%							
220	IV.3.4	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES POR OFICINA	30/Jul/2021	30c	28/Ago/2021	224,310.62	1.91%							
230	IV.3.5	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA DETERMINACION DE USOS BIM DENTRO DE LA GERENCIA	29/Ago/2021	30c	27/Sep/2021	224,310.62	1.91%							
TOTAL PARCIAL:						11'715,283.26		1'137,122.01	1'080,696.17	1'052,004.85	1'199,088.75	1'116,870.72	1'222,345.15	1'012,931.28
TOTAL ACUMULADO:								1'137,122.01	2'217,818.18	3'269,823.03	4'468,911.78	5'585,782.50	6'808,127.65	7'821,058.93
% PARCIAL:								9.71%	18.93%	27.91%	38.15%	47.68%	58.11%	66.76%
% ACUMULADO:								9.71%	18.93%	27.91%	38.15%	47.68%	58.11%	66.76%

Ilustración 32 Programa de actividades de la Gerencia de marzo a septiembre

Especialización en Gerencia de Proyectos

Programa de Obra DIS 2021 BIM GEIC							
Actividad	2021		2022		Total	Porce.	
	Oct.	Nov	Dic	Ene			Feb
30					3'160,326.95	26.98%	
40					629,559.30	5.37%	
50					1'727,081.45	14.74%	
60					1'727,081.45	14.74%	
70					692,514.50	5.91%	
80					755,469.70	6.45%	
100					629,559.30	5.37%	
110					624,260.00	5.33%	
120					48,545.00	0.41%	
130					197,754.36	1.69%	
140					73,387.20	0.63%	
150					235,878.80	2.01%	
160					18,326.65	0.16%	
170					73,985.50	0.63%	
190					224,310.62	1.91%	
200					224,310.62	1.91%	
210					224,310.62	1.91%	
220					224,310.62	1.91%	
230					224,310.62	1.91%	
% PARCIAL:	824,920.70 8'645,979.63 7.84% 73.80%	779,505.95 9'425,485.58 6.65% 80.45%	811,985.39 10'237,470.97 6.93% 87.39%	763,266.22 11'000,737.19 6.52% 93.90%	714,547.13 11'715,284.32 6.10% 100.00%	11'715,283.26	

Ilustración 33 Programa de actividades de la Gerencia de octubre 2020 a febrero 2021

6.5. Desarrollo de curvas de progreso

Para el desarrollo de las curvas de progreso se utilizará el Sistema de Información Gerencial 3.0 (SIG 3.0) de la GEIC. Donde se estará cargando cada semana, los avances del proyecto.

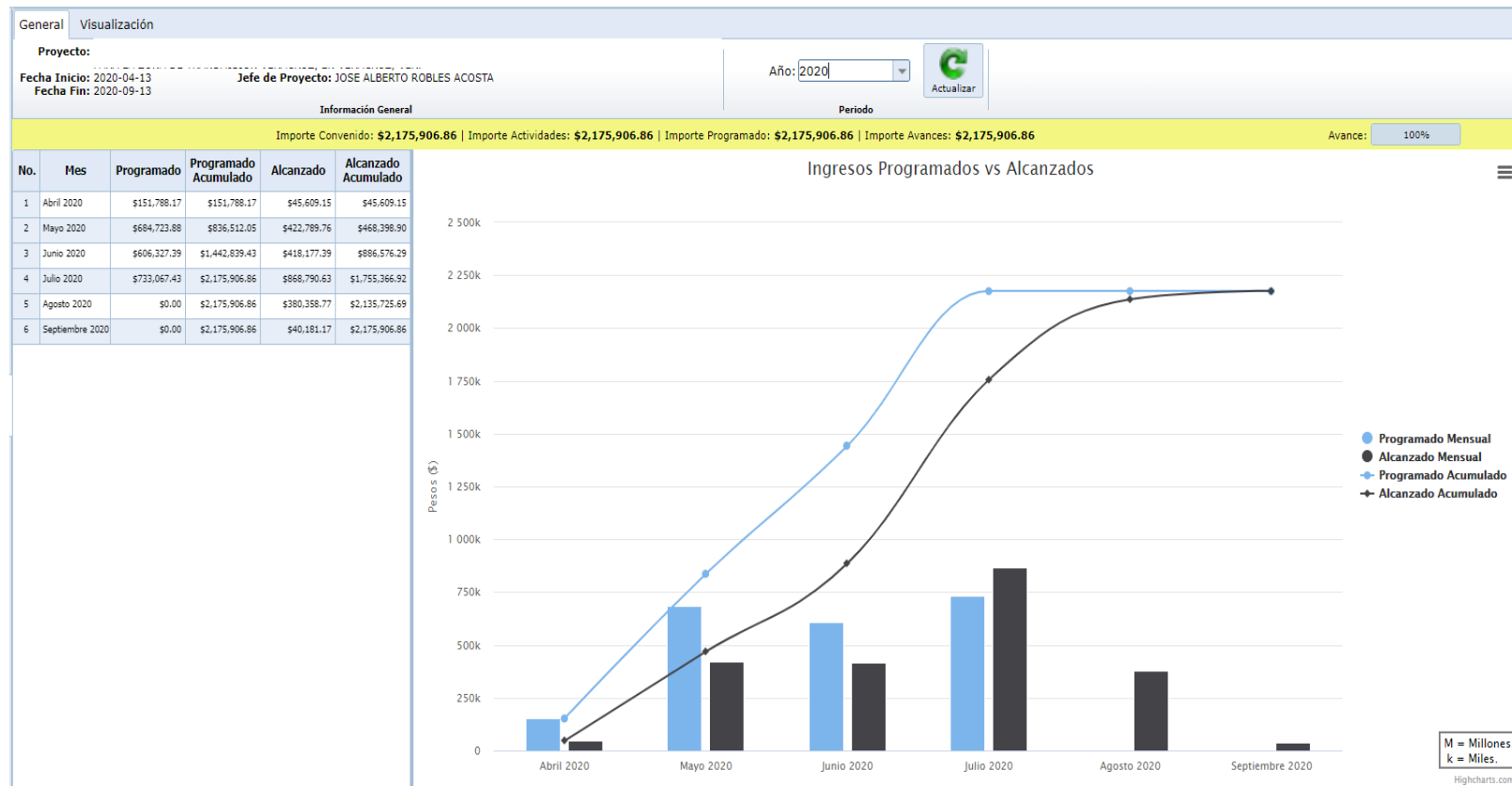


Ilustración 34 Ejemplo del SIG 3.0 de la GEIC para el desarrollo de curvas de progreso.

6.6. Presupuesto

Como se comentó anteriormente, el presupuesto se ha elaborado con la herramienta Opus 2010.

		Presupuesto			
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
IV	IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA BIM EN LA GEIC				
IV.1	CULTURA				
IV.1.1	BIM MANAGER	jor	365.00	\$ 8,658.43	\$ 3'160,326.95
IV.1.2	ARQUITECTURA	jor	365.00	\$ 1,724.82	\$ 629,559.30
IV.1.3	CIVIL-ESTRUCTURAL	jor	365.00	\$ 4,731.73	\$ 1'727,081.45
IV.1.4	INGENIERIAS (MEP)	jor	365.00	\$ 4,731.73	\$ 1'727,081.45
IV.1.5	TOPOGRAFIA Y EMPLAZAMIENTO	jor	365.00	\$ 1,897.30	\$ 692,514.50
IV.1.6	DISCIPLINAS ESPECIALIZADAS GEIC	jor	365.00	\$ 2,069.78	\$ 755,469.70
	Total de CULTURA				\$ 8'692,033.35
IV.2	TECNOLOGIA				
IV.2.1	BIM INFORMATICA	jor	365.00	\$ 1,724.82	\$ 629,559.30
IV.2.3	EQUIPOS DE COMPUTO	pieza	20.00	\$ 31,213.00	\$ 624,260.00
IV.2.4	SERVIDOR INFORMATICO	pieza	1.00	\$ 48,545.00	\$ 48,545.00
IV.2.5	IMPRESORA A COLOR INCLUYE TONER S	pieza	1.00	\$ 197,754.36	\$ 197,754.36
IV.2.6	IMPRESORA BLANCO Y NEGRO INCLUYE TONER S	pieza	1.00	\$ 73,387.20	\$ 73,387.20
IV.2.7	PLOTTER INCLUYE CARTUCHOS DE TINTA	pieza	1.00	\$ 235,878.80	\$ 235,878.80
IV.2.8	PROYECTOR PARA PRESENTACIONES	pieza	1.00	\$ 18,326.65	\$ 18,326.65
IV.2.9	MONITOR PANTALLA PLANA O CURVA 32"	pieza	10.00	\$ 7,398.55	\$ 73,985.50
	Total de TECNOLOGIA				\$ 1'901,696.81
IV.3	PROCESOS				
IV.3.1	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE UN PLAN DE EJECUCION	servicio	1.00	\$ 224,310.62	\$ 224,310.62
IV.3.2	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE GUIA DE MEJORES PRACTICAS DENTRO DE LA GEIC	servicio	1.00	\$ 224,310.62	\$ 224,310.62
IV.3.3	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES POR DEPARTAMENTO	servicio	1.00	\$ 224,310.62	\$ 224,310.62
IV.3.4	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES POR OFICINA	servicio	1.00	\$ 224,310.62	\$ 224,310.62
IV.3.5	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA DETERMINACION DE USOS BIM DENTRO DE LA GERENCIA	servicio	1.00	\$ 224,310.62	\$ 224,310.62
	Total de PROCESOS				\$ 1'121,553.10
	Total de IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA BIM EN LA GEIC				\$ 11'715,283.26
	Total de Presupuesto				\$ 11'715,283.26

Ilustración 35 Presupuesto base para el PIMIC de la GEIC

6.7. Planificación de calidad del PIMIC

En todo proyecto que ejecuta la GEIC, debe ser siguiendo el Sistema de Calidad Total, por lo que todo gerente, jefe o director de proyecto debe conocer el SiCaT.

EL SiCaT cumple con las normas ISO en materia de calidad, ambiental y seguridad y salud en el trabajo, las cuales se describen a continuación:



¿QUÉ ES UN SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN?

Una organización **puede incluir entre otros sistemas de gestión**

✓ *Calidad*



✓ *Ambiental*



✓ Seguridad y Salud en el Trabajo.



Aspectos en materia de Calidad, Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo

✓ Calidad en el producto para satisfacción del cliente, eficacia de los procesos y competitividad de la organización.



• ISO 9001:2015 (Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos)

✓ Prevención de la contaminación y atención de los aspectos ambientales en los procesos para la preservación del medio ambiente.



• ISO 14001:2015 (Sistema de Administración Ambiental)

✓ Gestión de seguridad y salud en el trabajo a través de la identificación de peligros y control de riesgos. Protección Civil y Seguridad e Higiene.



• ISO 45001:2018 (antes NMX-SAST-001:2008) (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo)

Ilustración 36 Normas ISO con las que cumple el SiCaT de la GEIC

6.8. Planificación de recursos humanos

Como se desarrolla en el **apartado 3.3** Equipo del plan de implementación BIM para la GEIC - CFE se muestra el organigrama con el personal necesario para el PIMIC, considerando un costo aproximado de \$6,784,922.51.

Mano de Obra							
ING-ESPECIALISTA	Ingeniero Especialista	jor	386.25000	\$	6,304.59	\$	2'435,147.89
ING-JUNIOR	Ingeniero Junior	jor	210.00000	\$	3,183.21	\$	668,474.10
ING-SENIOR	Ingeniero Senior	jor	742.50000	\$	4,731.73	\$	3'513,309.52
TEC-ESP	Técnico Especializado	jor	100.00000	\$	1,679.91	\$	167,991.00
Total de Mano de Obra						\$	6'784,922.51

Ilustración 37 Costo de recursos humanos según la explosión de insumos del presupuesto

6.9. Planificación de comunicaciones

Ya mencionado en el **apartado 3.1.2** Comunicaciones en la GEIC - CFE, se establece como medio de comunicación oficial, **el correo electrónico institucional y el uso del software Microsoft TEAMS®**.

6.10. Planificación de las adquisiciones

De la explosión de insumos del presupuesto se obtienen las adquisiciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos de este PIMIC.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Monto	%
Materiales						
ESE001	Equipo de seguridad personal	(%)mo	0.03000	\$ 1'029,588.00	\$ 30,887.64	0.26
MRL_M.01	Papelería	(%)mo	0.02000	\$ 1'029,588.00	\$ 20,591.76	0.18
Total de Materiales					\$ 51,479.40	0.44
Equipo						
ECOMP002	Renta de equipo de cómputo tipo escritorio desarrollo	día	250.00000	\$ 133.00	\$ 33,250.00	0.28
ECOMP004A	Equipo de cómputo tipo portátil técnica.	hora	26,000.00000	\$ 24.01	\$ 624,260.00	5.33
ECOMP007	Renta de servidor informático	día	365.00000	\$ 133.00	\$ 48,545.00	0.41
ECOMP008	Renta de impresora láser blanco y negro no incluye t	día	392.70000	\$ 42.00	\$ 16,493.40	0.14
ECOMP009	Renta de impresora láser a color, no incluye tónerdía	día	365.00000	\$ 55.00	\$ 20,075.00	0.17
ECOMP010	Renta de impresora de inyección de tinta, no incluye t	día	1.65000	\$ 42.00	\$ 69.30	0.00
ECOMP013	Renta de plotter, no incluye tintas	día	365.25000	\$ 250.00	\$ 91,312.50	0.78
ECOMP016	Renta de video proyector	día	365.00000	\$ 50.21	\$ 18,326.65	0.16
ECOMP017	Renta de pantalla LCD	día	3,650.00000	\$ 20.27	\$ 73,985.50	0.63
SFW001	Software de oficina Microsoft Office	hora	865.00000	\$ 2.44	\$ 2,110.60	0.02
SFW129	Software Autodesk Autocad Civil 3D	hora	500.00000	\$ 7.65	\$ 3,825.00	0.03
VARR002A	Pick up cabina sencilla, 4x2	hora	2,920.00000	\$ 294.23	\$ 859,151.60	7.33
Total de Equipo					\$ 1'791,404.55	15.29
Auxiliares						
ICOMP001	Tóner negro para impresora láser B/N	pieza	20.00000	\$ 2,902.86	\$ 58,057.20	0.50
ICOMP002	Tóner cyan para impresora láser color	pieza	7.00000	\$ 6,485.66	\$ 45,399.62	0.39
ICOMP003	Tóner magenta para impresora láser color	pieza	7.00000	\$ 6,485.66	\$ 45,399.62	0.39
ICOMP004	Tóner amarillo para impresora láser color	pieza	7.00000	\$ 6,485.66	\$ 45,399.62	0.39
ICOMP005	Tóner negro para impresora láser color	pieza	10.00000	\$ 4,148.05	\$ 41,480.50	0.35
ICOMP018	Cartucho de tinta amarillo para plotter	pieza	15.00000	\$ 1,205.24	\$ 18,078.60	0.15
ICOMP019	Cartucho de tinta magenta para plotter	pieza	15.00000	\$ 1,205.24	\$ 18,078.60	0.15
ICOMP020	Cartucho de tinta cyan para plotter	pieza	15.00000	\$ 1,205.24	\$ 18,078.60	0.15
ICOMP021	Cartucho de tinta negro mate para plotter	pieza	30.00000	\$ 1,205.24	\$ 36,157.20	0.31
ICOMP022	Cartucho de tinta negro fotográfico para plotter	pieza	30.00000	\$ 1,205.24	\$ 36,157.20	0.31
ICOMP023	Cartucho de tinta gris para plotter	pieza	15.00000	\$ 1,205.24	\$ 18,078.60	0.15
SA-851B2	Servicio de apoyo técnico. Técnico de campo B.	jor	1,569.50000	\$ 1,724.82	\$ 2'707,104.99	23.11
Total de Auxiliares					\$ 3'087,470.35	26.35

Ilustración 38 Materiales, equipo y auxiliares del presupuesto para el PIMIC

6.11. Análisis de los riesgos

Es a través del SAC-SGSST-431 del SiCaT de la GEIC que se realiza un análisis de los riesgos para la ejecución de este proyecto.



GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS

CENTRO O LUGAR DE TRABAJO : SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA CENTRO (TENAYUCA).

HOJA: 1 DE 2

ÁREA / ACTIVIDAD / PROCESO: KB--- PLAN DE IMPLEMENTACION MIC EN LA GEIC PISO: M7 FECHA: 16-jun-21

NOMBRE DEL EVALUADOR: ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA RPE: B5806 TEL: 52294400 EXT. 64203

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS		CONDICIÓN DE OPERACIÓN		TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y FRECUENCIA	Nº DE TRABAJADORES EXPUESTOS	ASIGNACIÓN DE GRADO DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CONTROL (MEDIDAS PREVENTIVAS/CORRECTIVAS)	NOMBRE DE PROCEDIMIENTO OP. O GUÍA	RESPONSABLE(S) DE SUPERVISAR/ REALIZAR LAS ACCIONES	FECHA DE ATENCIÓN	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PELIGRO	R	NR			M	E	M x E					PROGRAMADO	EJECUTADO
IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA BIM EN LA GEIC CULTURA														
BIM/MANAGER	1. Absorción de la radiación por el uso prolongado de equipo de computo, originando daño a la vista. 2. Uso prolongado del "mouse y teclado puede originar el síndrome de túnel de Carpio. 3. Socio-organizativos (Inconformidad social, amenaza de bomba, terrorismo, asalto). 4. Incendio. 5. Meteorológicos (hundación, huracán, tromba, tormenta eléctrica, ventarrones). 6. Enfermedades epidemiológicas de la región. 7. Sismos.	X		365 días	1	1	5	5	RIESGO ACEPTABLE	* Trabajar en una habitación con iluminación homogénea. * Situar la pantalla de manera que se eviten reflejos en la pantalla. * Parpadear constantemente para disminuir la resequead en los ojos. * Mantener el teclado a la altura de los brazos. * Mantener las muñecas en posición recta al desplazar el ratón o mouse. * Coordinarse con la brigada local de Protección Civil y atender las indicaciones en caso de siniestro. * Participar en las campañas de salud.	SAC-SGSST-431 SAC-SGSST-453	ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA	01/03/2021	
ARQUITECTURA	1. Absorción de la radiación por el uso prolongado de equipo de computo, originando daño a la vista. 2. Uso prolongado del "mouse y teclado puede originar el síndrome de túnel de Carpio. 3. Socio-organizativos (Inconformidad social, amenaza de bomba, terrorismo, asalto). 4. Incendio. 5. Meteorológicos (hundación, huracán, tromba, tormenta eléctrica, ventarrones). 6. Enfermedades epidemiológicas de la región. 7. Sismos.	X		365 días	2	1	5	5	RIESGO ACEPTABLE	* Trabajar en una habitación con iluminación homogénea. * Situar la pantalla de manera que se eviten reflejos en la pantalla. * Parpadear constantemente para disminuir la resequead en los ojos. * Mantener el teclado a la altura de los brazos. * Mantener las muñecas en posición recta al desplazar el ratón o mouse. * Coordinarse con la brigada local de Protección Civil y atender las indicaciones en caso de siniestro. * Participar en las campañas de salud.	SAC-SGSST-431 SAC-SGSST-453	ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA	01/03/2021	
CIVIL-ESTRUCTURAL	1. Absorción de la radiación por el uso prolongado de equipo de computo, originando daño a la vista. 2. Uso prolongado del "mouse y teclado puede originar el síndrome de túnel de Carpio. 3. Socio-organizativos (Inconformidad social, amenaza de bomba, terrorismo, asalto). 4. Incendio. 5. Meteorológicos (hundación, huracán, tromba, tormenta eléctrica, ventarrones). 6. Enfermedades epidemiológicas de la región. 7. Sismos.	X		365 días	2	1	5	5	RIESGO ACEPTABLE	* Trabajar en una habitación con iluminación homogénea. * Situar la pantalla de manera que se eviten reflejos en la pantalla. * Parpadear constantemente para disminuir la resequead en los ojos. * Mantener el teclado a la altura de los brazos. * Mantener las muñecas en posición recta al desplazar el ratón o mouse. * Coordinarse con la brigada local de Protección Civil y atender las indicaciones en caso de siniestro. * Participar en las campañas de salud.	SAC-SGSST-431 SAC-SGSST-453	ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA	01/03/2021	
INGENIERIA (MEF)	1. Absorción de la radiación por el uso prolongado de equipo de computo, originando daño a la vista. 2. Uso prolongado del "mouse y teclado puede originar el síndrome de túnel de Carpio. 3. Socio-organizativos (Inconformidad social, amenaza de bomba, terrorismo, asalto). 4. Incendio. 5. Meteorológicos (hundación, huracán, tromba, tormenta eléctrica, ventarrones). 6. Enfermedades epidemiológicas de la región. 7. Sismos.	X		365 días	2	1	5	5	RIESGO ACEPTABLE	* Trabajar en una habitación con iluminación homogénea. * Situar la pantalla de manera que se eviten reflejos en la pantalla. * Parpadear constantemente para disminuir la resequead en los ojos. * Mantener el teclado a la altura de los brazos. * Mantener las muñecas en posición recta al desplazar el ratón o mouse. * Coordinarse con la brigada local de Protección Civil y atender las indicaciones en caso de siniestro. * Participar en las campañas de salud.	SAC-SGSST-431 SAC-SGSST-453	ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA	01/03/2021	
TOPOGRAFIA Y EMPLAZAMIENTO	1. Absorción de la radiación por el uso prolongado de equipo de computo, originando daño a la vista. 2. Uso prolongado del "mouse y teclado puede originar el síndrome de túnel de Carpio. 3. Socio-organizativos (Inconformidad social, amenaza de bomba, terrorismo, asalto). 4. Incendio. 5. Meteorológicos (hundación, huracán, tromba, tormenta eléctrica, ventarrones). 6. Enfermedades epidemiológicas de la región. 7. Sismos.	X		365 días	2	1	5	5	RIESGO ACEPTABLE	* Trabajar en una habitación con iluminación homogénea. * Situar la pantalla de manera que se eviten reflejos en la pantalla. * Parpadear constantemente para disminuir la resequead en los ojos. * Mantener el teclado a la altura de los brazos. * Mantener las muñecas en posición recta al desplazar el ratón o mouse. * Coordinarse con la brigada local de Protección Civil y atender las indicaciones en caso de siniestro. * Participar en las campañas de salud.	SAC-SGSST-431 SAC-SGSST-453	ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA	01/03/2021	
DISCIPLINAS ESPECIALIZADAS GEIC	1. Absorción de la radiación por el uso prolongado, originando daño a la vista. 2. Uso prolongado del "mouse y teclado puede originar el síndrome de túnel de Carpio. 3. Socio-organizativos (Inconformidad social, amenaza de bomba, terrorismo, asalto). 4. Incendio. 5. Meteorológicos (hundación, huracán, tromba, tormenta eléctrica, ventarrones). 6. Enfermedades epidemiológicas de la región. 7. Sismos.	X		365 días	2	1	5	5	RIESGO ACEPTABLE	* Trabajar en una habitación con iluminación homogénea. * Situar la pantalla de manera que se eviten reflejos en la pantalla. * Parpadear constantemente para disminuir la resequead en los ojos. * Mantener el teclado a la altura de los brazos. * Mantener las muñecas en posición recta al desplazar el ratón o mouse. * Coordinarse con la brigada local de Protección Civil y atender las indicaciones en caso de siniestro. * Participar en las campañas de salud.	SAC-SGSST-431 SAC-SGSST-453	ING. ARQ. JOSÉ ALBERTO ROBLES ACOSTA	01/03/2021	

R = Actividad rutinaria.
 NR = Actividad no rutinaria.
 M = Magnitud potencial del riesgo
 E = Nivel de exposición al riesgo
 M x E = Valor numérico de la Asignación de Grado de Riesgo, que a su vez nos determina la mayor o menor prontitud con que deberá atenderse la deficiencia.

Ilustración 39 Identificación de riesgos mediante el SAC-SGSST-431 de la GEIC

Para obtener la clasificación del riesgo se utiliza la Tabla 8 Tabla para la asignación de grado de riesgo (AGR) y control de riesgos laborales del Anexo 1.

6.12. Planificación de la seguridad y el aspecto ambiental

La gestión de la seguridad y salud en el trabajo es a través de la identificación de peligros y control de riesgos. Protección Civil y Seguridad e Higiene, que se logra al elaborar el SAC-SGSST-431 para cada proyecto en particular.

En este proyecto, únicamente se utiliza el pilar de CULTURA, ya que en tecnología solo se consideran adquisiciones y en PROCESOS, el servicio brindado por terceros.

Para el caso de los aspectos ambientales, la GEIC tiene identificados los siguientes, en el centro de trabajo SEZC, que es donde se desarrollara el PIMIC de forma física.


Documento solo para información, prohibida su reproducción sin autorización de la GEIC.

Comisión Federal de Electricidad
 Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura
 Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción
 Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
 Oficina de Gestión de Calidad

ASPECTOS AMBIENTALES DEL CENTRO DE TRABAJO
SEDE Superintendencia de Estudios Zona Centro


Emisiones a la atmosfera por combustión de equipos de emergencia

ELEMENTO:

-  DIESEL


Emisiones a la atmósfera por combustión a cielo abierto

ELEMENTO:

- Práctica contra incendios 





Emisiones a la atmósfera por gases de combustión de vehículos.

ELEMENTO:

- Parque vehicular 


Recursos Naturales y su aprovechamiento.

ELEMENTO:

- Papel y cartón 
- Energía eléctrica 
- Combustibles en vehículos automotores 
- Gas L.P. 

Uso de recursos hídricos

ELEMENTO:


- Agua de red municipal 

Documento solo para información, prohibida su reproducción sin autorización de la GEIC.

Comisión Federal de Electricidad
 Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura
 Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción
 Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
 Oficina de Gestión de Calidad



Agua residual

ELEMENTO:

- Descargas domésticas 







Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

ELEMENTO:

- Residuos inorgánicos diversos (incluye plástico PET y vidrio en bajos volúmenes) 
- Residuos orgánicos 


Residuos peligrosos

ELEMENTO:

- Solventes usado 
- Pinturas gastadas 
- Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio 
- Pilas secas 
- Reactivos y medicamentos caducos 
- Botes de aerosoles 

Derrames de Residuos Peligrosos y/o de Manejo Especial

ELEMENTO:

- Sustancias químicas de los laboratorios 

1
2

Ilustración 40 Aspectos ambientales de la SEZC 1

Documento solo para información, prohibida su reproducción sin autorización de la GEIC.

Comisión Federal de Electricidad
 Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura
 Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción
 Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
 Oficina de Gestión de Calidad


Materiales y sustancias peligrosas

ELEMENTO:

• Amoniaco/hidróxido de amonio	• Acetileno
• Hidrato de Hidracina	• Solventes
• Hidróxido de sodio	• Ácido sulfúrico
• Cloro	• Bromuro de sodio
• Nitrito de sodio	• Ácido clorhídrico
• Ácido fluorhídrico	• Nitrógeno


Paisaje

ELEMENTO:

- Deshierbe o poda 


Uso de recurso solar

ELEMENTO:

- Medición de la energía solar para la generación de electricidad 





Residuos de sólidos radiactivos ionizantes

ELEMENTO:

- Almacenamiento de cápsulas ionizantes 



Residuos de manejo especial

ELEMENTO:


- Chatarra 
- Cartuchos usados con toner 
- Bienes diversos enajenables 
- Llantas usadas 

Documento solo para información, prohibida su reproducción sin autorización de la GEIC.

Comisión Federal de Electricidad
 Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura
 Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción
 Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
 Oficina de Gestión de Calidad

- Residuos electrónicos 
- Embalajes de unisel 

ASPECTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO

- Papel y cartón 

3
4

Ilustración 41 Aspectos ambientales de la SEZC 2

6.13. Planificación financiera

Este apartado puede llegar a ser trascendental para llevar un proyecto a la fase de EJECUCIÓN, pues el gerente de proyecto además de conocer sobre el tema, debe tener el tacto de tratar este tema con los inversionistas o dueños del proyecto, se entiende que los clientes siendo dueños o inversionistas no tienen el tiempo suficiente para comprender el proyecto en su totalidad en el aspecto técnico o simplemente no les interesa, sino lo importante es demostrarles cuál será su beneficio económico si se sigue con un plan y una gerencia adecuados, es por ello que aquí abordamos dos temas importantes para aquellos interesados que ponen el dinero o capital.

6.13.1. Retorno sobre la Inversión (ROI – Return on Investment)

El valor económico de la tecnología BIM en el ciclo de vida de las edificaciones (desde el diseño y la construcción hasta la explotación y el mantenimiento) suele ponderarse midiendo el índice de rentabilización de la inversión o ROI.

El papel del ROI en la toma de decisiones tecnológicas está cambiando a medida que se normaliza la veloz adopción de los procesos BIM durante todo el ciclo de vida de las edificaciones.

Un estudio de Autodesk al respecto indica que las firmas líderes buscan una visión matizada del ROI para fundamentar su estrategia de inversión e innovación. (17)

Autodesk decidió informarse por boca de clientes en distintas fases de adopción de BIM a través de dos firmas de investigación independientes: King Brown Partners, Inc., y Scan Consulting.

Durante la primera fase del estudio de percepción de la rentabilización de Autodesk BIM por parte de los clientes³, King Brown Partners y Scan Consulting realizaron 28 entrevistas telefónicas exhaustivas a profesionales de los sectores de diseño, construcción y desarrollo y operaciones inmobiliarias en Estados Unidos.

También aportaron datos a la investigación diversas mesas redondas celebradas con grupos de São Paulo (Brasil) y EE.UU. Las respuestas de los participantes se han recopilado preservando el anonimato. (17)



Ilustración 42 Estudio de percepción del ROI por Autodesk (17)

³ Estudio de percepción de la rentabilización de Autodesk BIM por parte de los clientes, King Brown Partners y Scan Consulting (2013)

Hay que comprender que al ser una metodología relativamente nueva pueden existir beneficios intangibles o de difícil medición, que en algunos casos no se consideran en el ROI pero que son importantes y en ocasiones como cada vez más involucrados en la industria AEC adoptan esta metodología, ya no es una inversión sino una necesidad. TDC LAB describe lo mejor posible todos los elementos de un Retorno Sobre la Inversión (ROI)

Retorno de Inversión BIM

El (ROI) es un indicador que nos permite entender la rentabilidad de la inversión BIM evaluando el capital destinado con respecto al beneficio obtenido.



Análisis Cualitativo

Proyecto

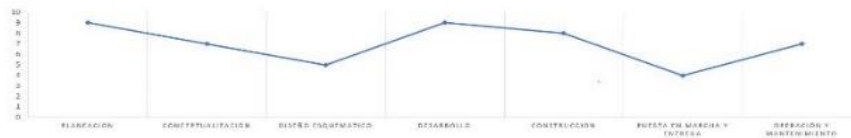
- Mejora en calidad del diseño
- Rapidez en proceso de control y aprobación
- Reducción de costos y tiempo de entregables
- Mejor comunicación en los equipos

Organización

- Estandarización procesos
- Disminución de variabilidad de resultados
- Creación de servicios y nuevos segmentos
- Reducción de riesgo

Industria

- Estandarización sistemas productivos
- Incremento en eficiencia y calidad
- Mejora el desempeño de la industria
- Estandarización de lenguaje común
- Adopción de nuevas tecnologías



Conceptos Generales

Inversión

- Plataforma tecnológica (hardware, red, almacenamiento y capacidad de nube).
- Capacidad de software (licencias, suscripciones).
- Entrenamiento / Capacitación.
- Comunicaciones, infraestructura de intercambio de datos.
- Modificaciones en el espacio de trabajo.
- Desarrollo de Marco técnico.
- Monitoreo y control
- Asignación de nuevos roles.
- Inversiones en liderazgo y cultura organizacional.

Beneficios

- Incremento de productividad y eficiencia.
- Gestión del cambio.
- Efectividad en contabilidad de costos.
- Mejor análisis de escenarios y alternativas.
- Disminución de errores.
- Mejor Coordinación.
- Mejora de la calidad de la documentación y los procesos.
- Mejora en intercambio y gestión de información.
- Calidad de entregables de información.
- Disminución reprocesos.
- Reducción en costos.

Habilitadores

- Sistemas integrados de gestión de modelos y procesos.
- Protocolo de datos y entornos comunes.
- Aplicación de usos BIM básicos (3D-4D-5D).
- Componentes del modelo ricos en datos y geométricamente precisos.
- Revisión digital de diseño.
- Compromiso temprano de los interesados.
- Gemelo digital.
- Producción sin pérdidas (LEAN).
- Colaboración en línea y gestión integrada de proyectos (IPD).

Métricas

- Precisión y cantidad de errores / omisiones.
- Activo / vida útil del equipo.
- Interferencias.
- Costo de cambios.
- Costo por defectos o garantías.
- Previsibilidad de costos.
- Ahorro de costos / contingencias.
- Gastos de impresión.
- Seguridad en construcción y operación.
- Efectividad de reuniones.
- Consistencia de coordinación del modelo (entregables).
- Tiempos de ejecución.
- Costo total.

Factores de Medición



Referencia: TDC LAB

Ilustración 43 Retorno de Inversión (ROI) en BIM (21)

Existiendo muchas variantes y propuestas de calcular el ROI en MIC, utilizaremos una fórmula sencilla propuesta por Rick Rundell (18):

El análisis del ROI es una de entre muchas otras formas de evaluar una inversión propuesta. Este método compara las ganancias previstas con una inversión con el costo de la inversión.

$$\text{Ganancias/Costo} = \text{ROI}$$

El ROI se utiliza para evaluar diversos tipos de inversiones corporativas, desde proyectos de I+D hasta programas de formación o compras de activos fijos. Cuanto más complicada es la inversión, más complicada resulta la fórmula. Piense sólo en lo que representaría calcular el coste total de una actualización de Microsoft Office en un departamento frente a calcular el coste total de una implementación de planificación de los recursos empresariales (ERP) a escala mundial. Además, a medida que la inversión crece, la creatividad necesaria para calcular el ROI se hace más significativa e incluso llega a rozar el mundo de la magia negra.

6.13.1.1. ROI para la inversión en BIM

Por suerte, calcular el ROI de un sistema de diseño puede ser relativamente fácil. La única dificultad es que se deben tener en cuenta los cambios en la productividad de los usuarios durante el periodo de consolidación. En la ilustración siguiente se muestra qué ocurre tras la implementación de un nuevo sistema. Se produce una pérdida inmediata de productividad mientras los usuarios se adaptan al nuevo sistema. Con el tiempo, la productividad se recupera hasta el mismo nivel que con el sistema original y alcanza un punto más elevado a medida que se afianza la nueva tecnología.

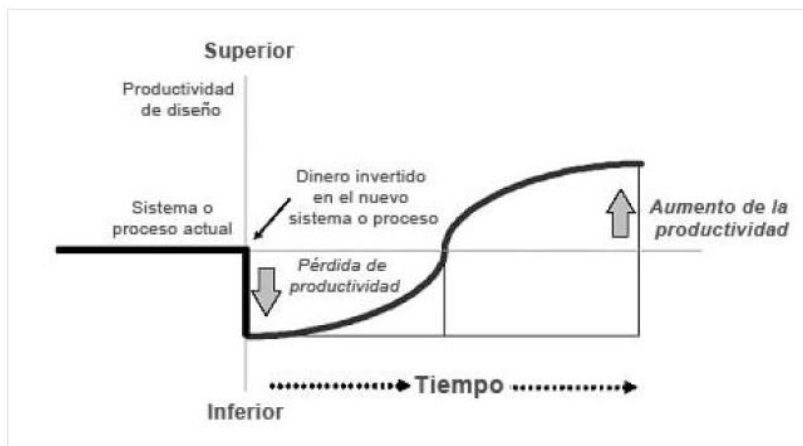


Ilustración 44 Productividad durante la implementación BIM (18)

A continuación, se muestra una fórmula estándar para calcular el ROI del primer año. Esta fórmula utiliza sólo unas pocas variables fundamentales relacionadas con el costo del sistema, la formación y los ahorros de costes de productividad generales de un sistema.

$$\frac{(B - (\frac{B}{1+E})) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)} = \text{ROI del primer año}$$

Las variables de la fórmula son:

A = coste de hardware y software (dólares)

B = coste mensual de mano de obra (dólares)

C = tiempo de formación (meses)

D = pérdida de productividad durante la formación (porcentaje)

E = aumento de productividad después de la formación (porcentaje)

Ilustración 45 Fórmula del ROI para el primer año (18)

Si consideramos para las variables, cantidades aproximadas de la Propuesta Técnico – Económica, con los siguientes datos

A= \$4,000,000 para el pilar tecnología

B= \$4,000,000 para el pilar cultura

C= 5 meses de capacitación

D= 35% de pérdida de productividad (este porcentaje puede variar y es un promedio de diferentes datos en su mayoría tomados de Autodesk)

E= 25% de aumento de productividad (este porcentaje puede variar y es un promedio de diferentes datos en su mayoría tomados de Autodesk)

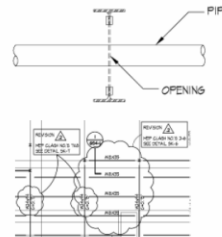
Obtenemos una **predicción del ROI del 51%**.

6.13.1.2. ROI en el BIM Spatial Coordination

Si bien en México se puede considerar como nueva la metodología MIC, en Estados Unidos de América ya hay mucha experiencia en cuanto al desarrollo de edificaciones verticales o infraestructura y es importante mencionarlo en este apartado porque para la certificación Certificate of Management - Building Information Modeling por The Associated General Contractors of America, tienen un ejemplo muy práctico donde el ROI es mucho mayor cuando se está en la ejecución de la obra si se utiliza la metodología MIC sobre la metodología tradicional. (10)

Without

- Recommendation from engineer: “Clash No. 3: We recommend increasing the size of the beam from W8x28 to W24x55 and providing an opening in the steel beam at the location of the conflict between the pipe and beam. Refer to GS2-4 for the location and SK-6 for the detail.”



Togar Suites - Union, NJ
Level 4 Model
Garage Clash Report, Clash #3

Ilustración 46 Mediante la coordinación espacial se identifica un choque entre una viga y una tubería

BIM Or Not?

Without BIM

- W8 x 28 = \$1,300
- W24 x 55 replacement = \$2,500
- Removing old beam = \$205
- Installing new beam = \$195
- Cutting a hole for the penetration on site = \$464

Total direct cost = \$4,664

With BIM

- W24 x 55 = \$2,500
- Cutting a hole for the penetration in the shop = \$210

Total direct cost = \$2,710

Ilustración 47 sin BIM (CAD), con BIM (coordinación espacial)

Al utilizar una metodología tradicional (CAD) podemos omitir ciertos choques de elementos de diferentes disciplinas, pero si el proyecto desde un inicio se utiliza BIM, se pueden detectar estos choques y realizar esta modificación al proyecto, antes de que se comience con la construcción.

Además de los gastos por esa modificación en obra, se tendrían que considerar los tiempos muertos de los subcontratistas que están detenidos por esa modificación.

BIM Or Not?

• Cost comparison continued	
Direct cost without BIM: \$4,664	Direct cost with BIM:
– 5 days of general conditions = \$22,000	\$2,710
– 5 days delay to other trades = Not Included	
– Cost of 5 days lost use = Not included	
– Liquidated damages = Not included	
Total cost = \$26,664+	Total cost = \$2,710

Ilustración 48 Tiempos muertos sin BIM y con BIM

Y con estos números se demuestra los beneficios de utilizar MIC tanto para el cliente como para la gerencia de proyecto al ahorrar dinero detectando choques antes de la ejecución (consultar la Ilustración 23 de grafica de esfuerzo).

Es con estos ejemplos que el inversionista o cliente está muy agradecido de que su gerencia de proyecto conozca como utilizar la metodología MIC y donde obtiene un mayor ROI.

6.13.1.3. Conclusiones clave

Asumir que hay muy diversos métodos para medir y evaluar el ROI. Un 21% de las empresas encuestadas han optado por tomar las decisiones sobre BIM en función del ROI, un 53% aspiran a aplicar el ROI a BIM, aunque les parezca complicado y el 7% de las firmas altamente experimentadas ya han trascendido el ROI.

Apoyarse en la medición del ROI para evaluar distintas opciones y ofrecer propuestas a los participantes internos y externos y a los clientes mientras su empresa extiende el uso de BIM a nuevas aplicaciones.

Establecer un marco de trabajo tridimensional para rentabilizar BIM (organización, participantes y madurez) mientras la empresa desarrolla este plan de implementación para los servicios basados en BIM.

Implantar una metodología interna para medir los proyectos en curso con objeto de crear la plataforma adecuada para que avancen el ROI y el nivel de madurez en BIM. (17)

7. EJECUCIÓN del Plan de Implementación MIC

Siguiendo los cinco grandes procesos de la metodología del PMI® el gerente de proyecto del PIMIC, tendrá la responsabilidad de ir adecuando este plan de dirección, así como reportar los avances en el Sistema de Información Gerencial 3.0 (SIG 3.0) de la GEIC para alimentar las curvas de progreso y revisar que todo se vaya cumpliendo conforme a lo descrito en el **apartado 6** PLANIFICACIÓN de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC

Es importante que al comenzar con la ejecución del PIMIC el gerente del proyecto use habilidades o cualidades que a título personal son intangibles y por lo mismo difíciles de medir, pero más que básicas, necesarias, para el cumplimiento cabal de los objetivos de este Plan, como lo son la inteligencia emocional, la inteligencia intuitiva, la capacidad de abstracción y capacidad de comunicación, es decir competencias humanas sobre las competencias técnicas, como se muestra en la siguiente ilustración⁴:

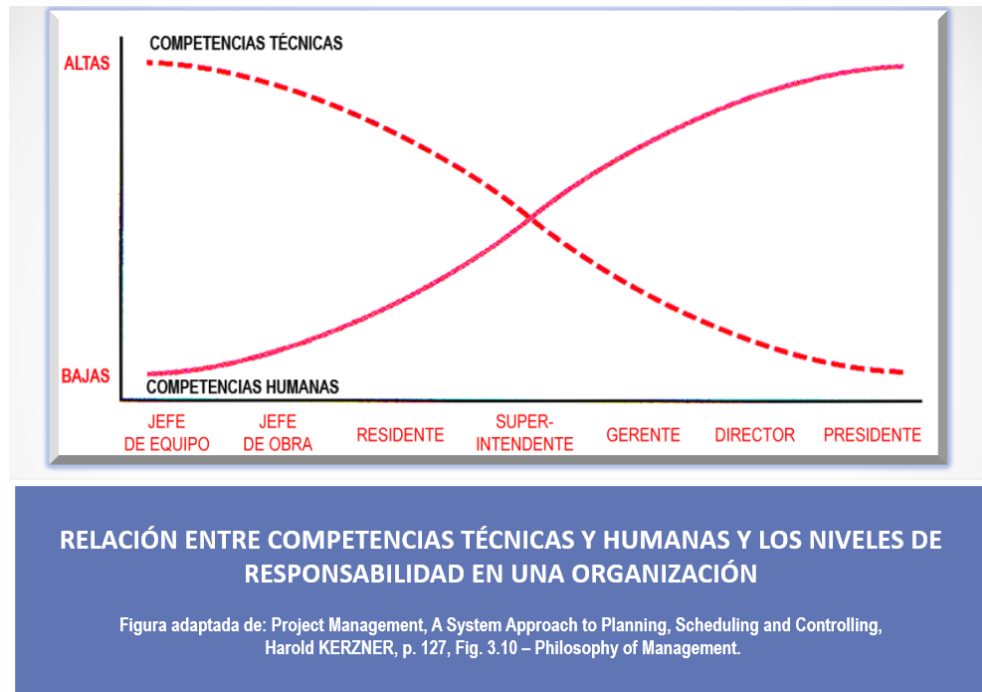


Ilustración 49 Relación entre competencias técnicas y humanas según los niveles de responsabilidad en una organización

Para llevar una correcta ejecución a continuación se describen dos herramientas en el **apartado 8** MONITOREO Y CONTROL de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC.

⁴ Dr. en Arq. Roberto Cruz y Serrano

8. MONITOREO Y CONTROL de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC

Este tema durante la ejecución del PIMIC, es de vital consideración por ser un proyecto con recursos públicos, por este motivo se debe tener un registro de los cambios que se llegasen a realizar para cumplir con el aspecto de transparencia donde no solo cualquier ente público sino la sociedad en general pueda consultar el proyecto.

Para el gerente del proyecto el registro de estos cambios funciona para que él pueda consultar, revisar, validar y en su caso tomar la decisión de un cambio de rumbo durante la ejecución del PIMIC con el fin de que el proyecto cumpla con el objetivo para el cual fue creado.

8.1. Control de cambios para el PIMIC

Con esta herramienta, durante la ejecución del PIMIC se tiene un registro y sirve para que el gerente apruebe o no el cambio, todos los participantes dentro del equipo de trabajo o área BIM de la GEIC deben conocer este formato y saber que solo a través de él, se puede solicitar un cambio; el gerente de proyecto debe de llevar el registro de la justificación de estos cambios.

El formato que se utilizara para el PIMIC es como el que se muestra en las ilustraciones: Ilustración 50, Ilustración 51 e Ilustración 52

Una vez que el gerente de proyecto toma una decisión, deberá informar a todo el grupo de trabajo para que todos los participantes consideren el cambio en sus actividades, el ejemplo del formato de boletín de cambio se muestra en el Anexo 2

	ID identificación: NAICM-AEXT-001
CONTROL DE CAMBIOS	
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE	

Nota: Por favor, rellene este formulario completamente para asegurar correctamente su registro.

1-INFORME DE SOLICITUD DE CAMBIO

1.- Origen de la solicitud

Fecha: <input type="text" value="01/12/2018"/> <small>(dd/mm/aaaa)</small>	Área: <input type="text" value="COORDINACIÓN DE LOGÍSTICA NAICM"/>
Solicitante del cambio:	
Nombre: <input type="text" value="ING. VICTOR SALAZAR MONTAÑO"/>	Nivel de cargo: <input type="text" value="COORDINADOR"/>
	Localización: <input type="text" value="NAICM"/>
Enviado a: <input type="checkbox"/> Jefe de Proyecto <input checked="" type="checkbox"/> Jefe de Ingeniería y Diseño <input type="checkbox"/> Jefe de Supervisión <input type="checkbox"/> Jefe de Servicios	<input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/> Proveedor <input type="checkbox"/> Otra Área GEIC <input type="checkbox"/> Persona externa
	<input type="text" value="ING. ARC. JOSE A. ROBLES ACOSTA"/>

2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CAMBIO

Tipo de Cambio:	Antes de la entrega de P.E.: <input type="text"/>	Después de la entrega de P.E.: <input type="text"/>	Durante la ejecución: <input checked="" type="checkbox"/>
Causas del cambio:	Internas: <input checked="" type="checkbox"/>	Externas: <input type="checkbox"/>	
Descripción de la solicitud:	Modificación a la planta general del Campamento del NAICM de la GEIC		
Razón de la solicitud de cambio:	Ampliación de los módulos para tener mayor capacidad para el personal que labora		
Áreas afectadas:	Arquitectura, Hidrosanitario, Eléctrico		

	ID identificación: NAICM-AEXT-001
CONTROL DE CAMBIOS	
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE	

Imágenes - Planos - Documentación :

- Fotografías del área
- Hoja de cálculos
- Croquis
- Documentación
- Planos anexos

P-NAICM-EXT-HYS-HID-01,02, P-NAICM-EXT-HYS-SAN-01,02

Campo anexo

3.- ANALISIS DEL CAMBIO.

Área del proyecto afectada:

- Programación
- Presupuesto
- Calidad

Causa aparente del cambio:

Otro

Especifique

- Error de ejecución
- Falta de gestión de seguridad y salud
- Incompatibilidad
- Omisión de documentación técnica
- Procedimientos contables / financieros
- Procesos operativos

Nivel de prioridad estimada

- Alta
- Media
- Baja

Fecha de resolución **02/12/2016**

Riesgos a considerar

La presión y velocidad del agua pueden dañar la tubería.
La trayectoria de la red sanitaria que cambió el sentido de la descarga.

Consecuencias de la no implantación

Que no de abasto el agua potable a los servicios considerados en el proyecto, las pendientes de la tubería sanitaria sean insuficientes de tal modo que el gasto que conduce no sea suficiente con el que necesita y puede no llegar al nivel de descarga proyectado.
Las salidas de tubería hidráulica y sanitaria no concuerden con la ubicación de la losa de desplante

	ID identificación: NAICM-AEXT-001
CONTROL DE CAMBIOS	
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE	

Soluciones alternativas

1	cambiar los diámetros y el sentido de la tubería principal para el abastecimiento de agua potable a todos los servicios. En cuanto a la red sanitaria modificar el sentido de la descarga y la ubicación los registros sanitarios.
2	
3	
4	

4.- RESOLUCION.

Solución aprobada por una autoridad facultada:

SI NO

¿Solución principal o soluciones alternativas (1,2,3,4)?

1	
---	--

Costos estimados (Pesos): Beneficios estimados:

Duración estimada de la ejecución:

Fecha límite para decisión sobre el cambio

Solicitante de la aprobación	
ING. Gaspar Elias Altamirano Barradas	
Firmado por	<input type="text"/>
Fecha actual	<input type="text" value="02/12/2016"/>

Autorizante de la aprobación	
ING. ARQ. JOSE ALBERTO ROBLES ACOSTA	
Firmado por	<input type="text"/>
Fecha actual	<input type="text" value="05/12/2016"/>

8.2. Valor ganado (EVM - Earned Value Management)

La herramienta del Valor Ganado (EVM) entre los gerentes de proyectos, es de las herramientas de gestión más utilizadas durante la ejecución de un proyecto. El Valor Ganado (EVM) es una serie de parámetros que brindan información sobre el funcionamiento del proyecto en base a una planificación. El Valor Ganado nos informará de las desviaciones de costo y tiempo del proyecto. De modo que, gracias a su funcionalidad podremos tomar decisiones más rápidas y efectivas, apoyadas en datos concretos sobre la realidad del trabajo ejecutado.

Su éxito radica en que muchos gerentes de proyecto se dejan guiar por su asesoramiento técnico. El EVM responde a varias preguntas clave en la gestión de proyectos: ¿Vamos a terminar en plazo? ¿Estamos aprovechando el tiempo? ¿Vamos adelantados o retrasados con respecto a la planificación prevista? ¿Estamos al día con el presupuesto del proyecto? ¿Cuál será nuestro sobrecosto o ahorro final? Sus respuestas nos pueden ayudar en las reuniones periódicas con el cliente o demás interesados del proyecto. Gracias a sus métricas obtendremos las conclusiones exactas del estado del proyecto a tiempo real. (19)

Para interpretar de manera adecuada el EVM podemos generar la siguiente matriz FODA como se muestra en la Ilustración 53.

En la Ilustración 54 y la Ilustración 55 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** a manera de ejemplo, se hará un ejercicio como si hubieran transcurrido los seis primeros meses de ejecución del PIMIC. Con este ejercicio será mucho más fácil explicar la interpretación del EVM de un proyecto.

En este ejercicio nos encontramos en el cuadrante IV de la matriz con un SPI de 1.07 (mayor que 1) y un CPI de 0.97 (menor que 1), traduciéndolo, la buena es que estamos adelantados al cronograma, la mala y a revisar es que estamos por encima del presupuesto.

El EAC nos indica que si seguimos con esa tendencia al final del proyecto se habrán gastado más de lo presupuestado, pero terminaríamos en 11.21 meses, casi un mes antes.

En este caso, como gerente de proyecto y siendo un proyecto público, se debería hacer los ajustes necesarios para gastar menos tomando como holgura los 0.79 meses para ir un poco más lento, ya que es mucho más fácil cumplir en tiempo y costo que solicitar recursos no presupuestados, aunque se cumpla con los objetivos antes de lo proyectado.

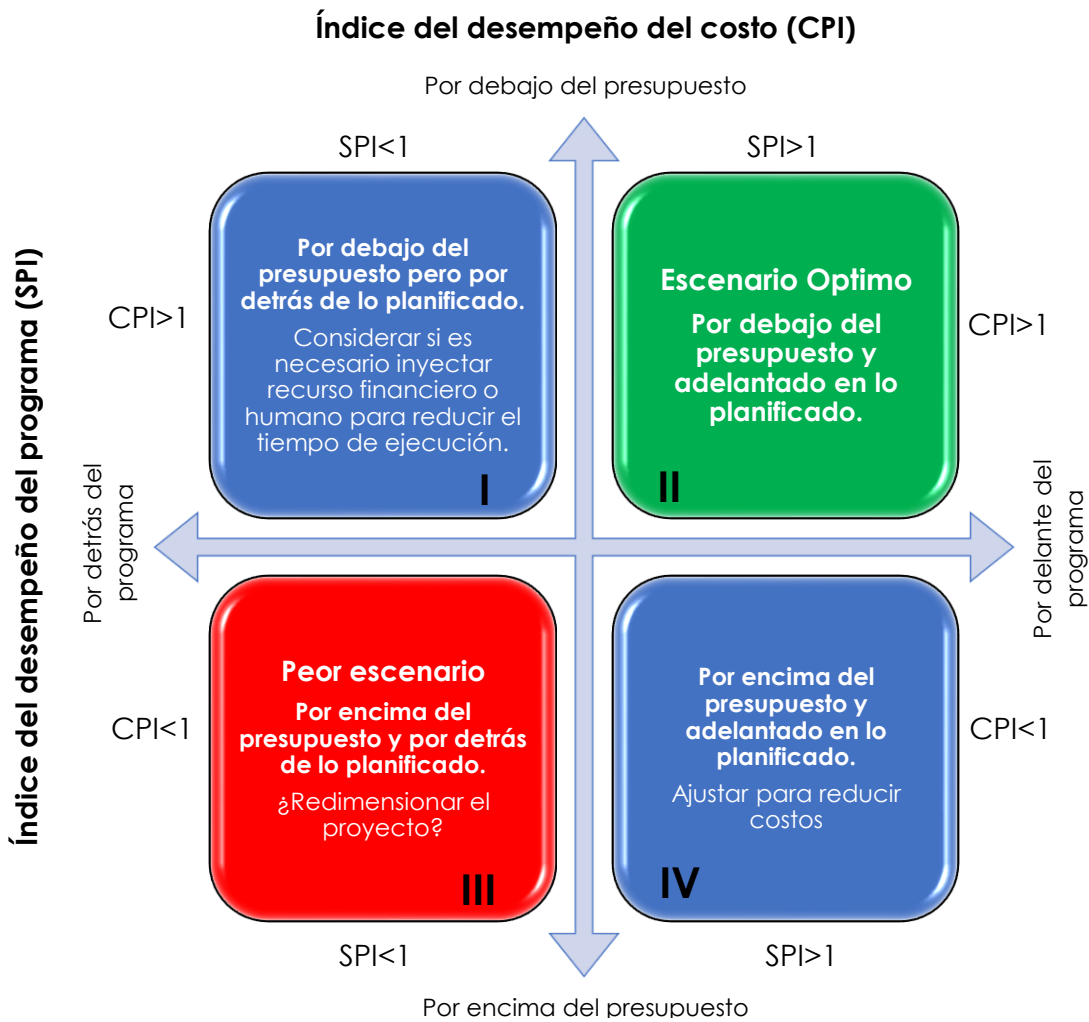


Ilustración 53 Matriz para la comprensión del EVM

Especialización en Gerencia de Proyectos



Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil
Departamento de Infraestructura Sustentable
Tabla de Valor Ganado



Proyecto: Plan de Implementación MIC para la GEIC

Clave	Concepto	PLANEADO		REAL		MES											
		Duración en meses	Costo	Duración en meses	Costo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IV IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA BIM EN LA GEIC																	
IV.1 CULTURA																	
IV.1.1	BIM MANAGER	12	\$3,160,326.96	6	\$1,500,000.00	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58	\$263,360.58
IV.1.2	ARQUITECTURA	12	\$629,559.30	6	\$400,000.00	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28	\$52,463.28
IV.1.3	CIVIL-ESTRUCTURAL	12	\$1,727,061.45	6	\$1,000,000.00	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45
IV.1.4	INGENIERIAS (MEP)	12	\$1,727,061.45	6	\$800,000.00	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45	\$143,923.45
IV.1.5	TOPOGRAFIA Y EMPLAZAMIENTO	12	\$692,514.50	6	\$500,000.00	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54	\$57,709.54
IV.1.6	DISCIPLINAS ESPECIALIZADAS G-EC	12	\$755,469.70	6	\$500,000.00	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81	\$62,955.81
IV.2 TECNOLOGIA																	
IV.2.1	BIM INFORMATICA	12	\$629,559.30	6	\$300,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00	\$50,000.00
IV.2.3	EQUIPOS DE COMPUTO	2	\$624,260.00	3	\$624,260.00	\$312,130.00	\$312,130.00	\$208,086.67									
IV.2.4	SERVIDOR INFORMATICO	1	\$48,545.00	1	\$30,000.00	\$208,086.67	\$208,086.67	\$208,086.67	\$48,545.00								
IV.2.5	IMPRESORA A COLOR INCLUYE TONER S	1	\$197,754.36	1	\$150,000.00				\$197,754.36	\$150,000.00							
IV.2.6	IMPRESORA BLANCO Y NEGRO INCLUYE TONER S	1	\$73,387.20	1	\$65,000.00				\$73,387.20	\$65,000.00							
IV.2.7	PLOTTER INCLUYE CARTUCHOS DE TINTA	1	\$235,878.80							\$235,878.80							
IV.2.8	PROYECTOR PARA PRESENTACIONES	1	\$18,326.65								\$18,326.65						
IV.2.9	MONITOR PANTALLA PLANA O CURVA 32"	1	\$73,965.50									\$73,965.50					
IV.3 PROCESOS																	
IV.3.1	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE UN PLAN DE EJECUCION	1	\$224,310.62	2	\$224,310.62			\$224,310.62	\$112,155.31	\$112,155.31							
IV.3.2	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE GUIA DE MEJORES PRACTICAS DENTRO DE LA GEIC	1	\$224,310.62	1	\$224,310.62				\$224,310.62	\$224,310.62							
IV.3.3	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES POR DEPARTAMENTO	1	\$224,310.62	1	\$224,310.62					\$224,310.62	\$224,310.62						
IV.3.4	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA ELABORACION DE ESTANDARES POR OFICINA	1	\$224,310.62								\$224,310.62	\$224,310.62					
IV.3.5	SERVICIO DE CONSULTORIA PARA LA DETERMINACION DE USOS BIM DENTRO DE LA GERENCIA	1	\$224,310.62									\$224,310.62					
			\$11,715,283.26		\$6,542,191.86												

Ilustración 54 Tabla de Valor Ganado 1

Planeado
Real
Valor Ganado



Planeado	\$1,088,929.39	\$1,088,929.39	\$1,049,655.01	\$1,198,864.37	\$1,074,497.21	\$1,236,988.81	\$1,019,436.64	\$850,784.89	\$776,799.39	\$776,799.39	\$776,799.39	\$776,799.39
Planeado acumulado	\$1,088,929.39	\$2,177,858.78	\$3,227,513.79	\$4,426,378.16	\$5,500,875.37	\$6,737,864.18	\$7,757,300.82	\$8,608,085.71	\$9,384,885.10	\$10,161,684.49	\$10,938,483.88	\$11,715,283.26
Real	\$1,041,420.00	\$1,041,420.00	\$1,153,575.31	\$975,488.64	\$1,207,643.95	\$1,122,643.95						
Real acumulado	\$1,041,420.00	\$2,082,840.00	\$3,236,415.31	\$4,211,903.95	\$5,419,547.90	\$6,542,191.85						
Valor Ganado	\$984,866.06	\$984,866.06	\$1,097,041.37	\$937,499.20	\$1,198,864.37	\$1,074,497.21						
Valor Ganado acumulado	\$984,866.06	\$1,969,732.12	\$3,066,813.49	\$4,004,313.19	\$5,203,177.56	\$6,277,674.77						

Budget at Completion	BAC	\$11,715,283.26
Planned Value	PV	\$6,737,864.18
Actual Cost	AC	\$6,542,191.85
Eamed Value	EV	\$6,277,674.77
Cost Variance (EV-AC)	CV	-\$264,517.08
Cost Performance Index (EV/AC)	CPI	0.96
Schedule Variance (EV-PV)	SV	-\$460,189.41
Schedule Performance Index (EV/PV)	SPI	1.07
Estimate at Completion (BAC/CPI)	EAC	\$12,203,420.06
Variance at Completion (EAC-BAC)	VAC	\$488,136.80
Estimate to Complete (EAC-AC)	ETC	\$5,661,228.21
Time Variance at completion ((BAC/SPI)/(BAC/tiempo total))	VACT	11.21 meses

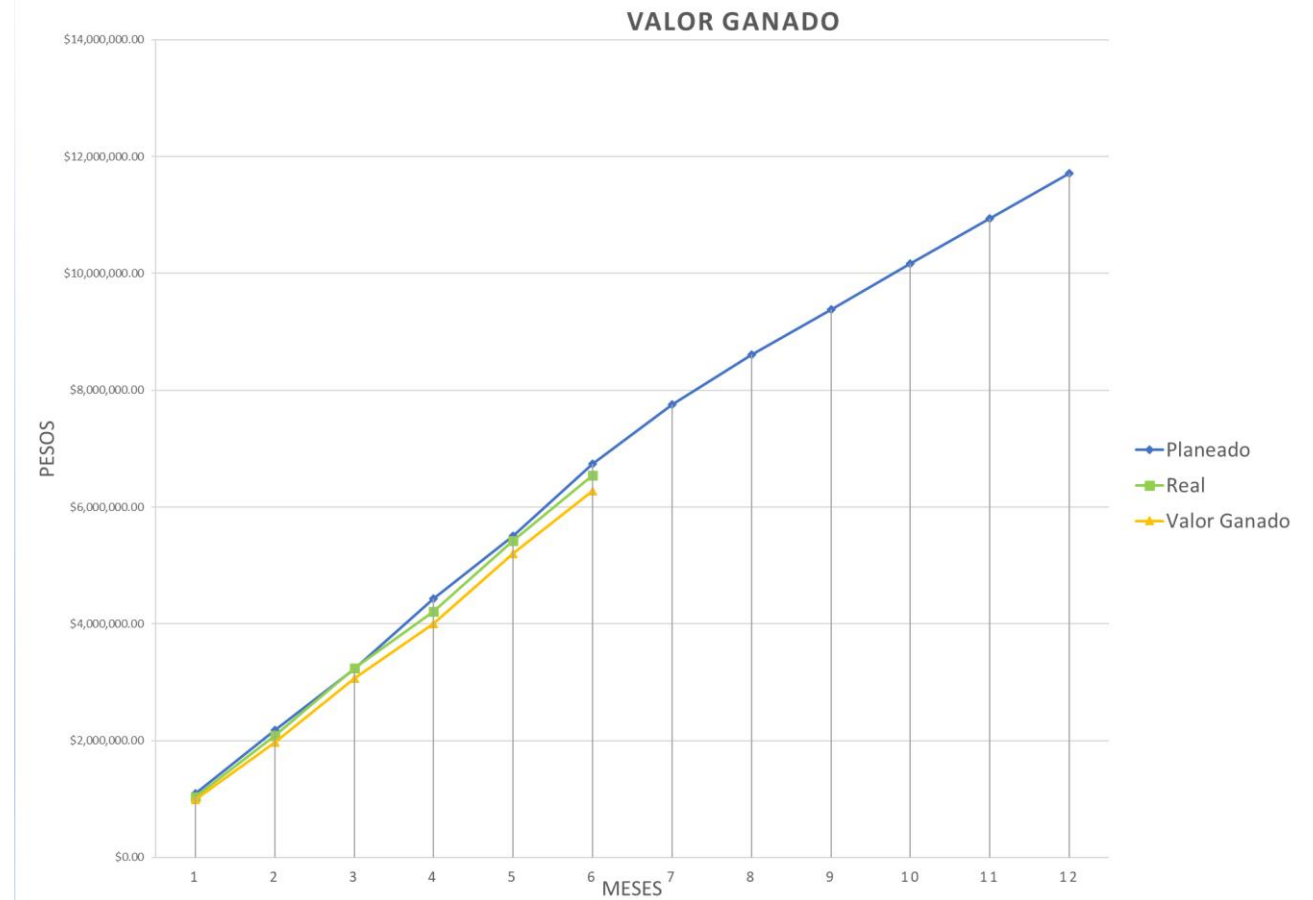


Ilustración 55 Tabla de Valor Ganado 2

9. CIERRE de la Gerencia de Proyecto para el PIMIC

Dando cumplimiento con el SiCaT de la GEIC, una vez concluido el proyecto, se elabora el documento P-1525-SAC700-R-2 mediante el cual se informa a Control Presupuestal de la Administración Central de la GEIC para que haga el cierre presupuestal, al área de Seguimiento de Proyectos de la Superintendencia a la cual está adscrito el proyecto y al Centro Coordinador (Departamento u oficina) de la GEIC.

Lo anterior es lo correspondiente a lo administrativo y financiero del proyecto, de manera técnica, se deberá integrar un informe final donde se indiquen los objetivos logrados en los tres principales pilares del Plan de Implementación MIC - CULTURA, TECNOLOGÍA Y PROCESOS -.

10. Conclusiones

La gerencia de proyectos hoy en día debe ser un requisito y una necesidad, con los recursos materiales escasos y el poco recurso humano especializado existente, se tiene la obligación y necesidad de **minimizar los riesgos para cualquier proyecto y esto se logra mediante la gerencia de proyectos.**

La gerencia de proyectos da certidumbre a los proyectos, al establecer desde su planeación cuales son los factores que pueden modificar el proyecto o los umbrales con los que se pueden trabajar, se tiene una mejor perspectiva para llegar al(os) objetivo(s) establecidos.

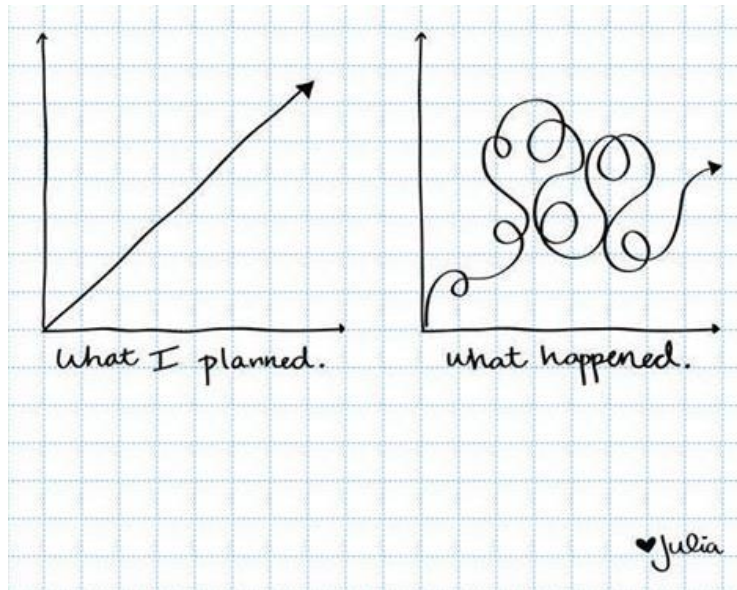


Ilustración 56 Lo que se planea // lo que realmente sucede

En la Ilustración 56⁵ se muestra de manera representativa lo que se tiene planeado pero una vez que se llega a la ejecución, siempre hay cambios, la gerencia de proyectos, los minimiza o en ciertos casos los elimina para obtener el resultado deseado.

La gerencia de proyectos como metodología te apoya en lograr el objetivo planteado mediante el uso de sus herramientas, en este documento se le da certidumbre al Plan de Implementación MIC para la GEIC, estableciendo métricas y umbrales para que el gerente de proyecto logre el objetivo para esta Gerencia perteneciente a la CFE.

Si se implementa MIC en la GEIC, como se indica en el **apartado 3.1.1.4.3** MIC para alcanzar los objetivos de la GEIC se **mejorará la gerencia de proyectos** al trabajar en torno a un modelo digital central se logra una mayor certidumbre en la ejecución de un proyecto donde todos los involucrados tienen la misma

⁵ Dr. en Arq. Francisco Javier Porras Morales

información. Cuando el gerente de proyecto sabe buscar información y manipular un modelo MIC, siempre obtendrá los insumos para sus análisis desde el modelo y cuando los involucrados como los proyectistas o el constructor utilizan y saben manejar el modelo MIC, este se ira actualizando en tiempo casi real por lo que se asegura al gerente o jefe de proyecto que siempre tendrá la última información **(no existen versiones, siempre será el modelo MIC la última versión)**.

La tendencia en la actualidad es hacia lo que se llama Big Data y en donde todo está relacionado, donde para un despacho de arquitectura o una empresa constructora, no solo se necesita saber de diseño o de procedimientos constructivos sino de las metodologías y herramientas que están revolucionando no solo la industria del AEC sino todas las industrias, de hecho, la industria AEC es de las más rezagadas en la estandarización, prefabricación y digitalización.

No solo se debe de conocer de la arquitectura y de la ingeniería, también hay que conocer de la gerencia de proyectos mediante varias metodologías (una de ellas del PMI®), de BIM, de Lean Construction, de IPD (Integrated Project Delivery) además del Big Data.

Big data es un término que describe el gran volumen de datos – estructurados y no estructurados – que inundan una empresa todos los días. Pero no es la cantidad de datos lo importante. Lo que importa es lo que las organizaciones hacen con los datos. El big data puede ser analizado para obtener insights (ideas) que conlleven a mejores decisiones y acciones de negocios estratégicas. Dando mayor certeza al gerente de proyecto.

En el **capítulo 4.2 Aplicación de la gerencia de proyectos en Tecnologías de Información** (5) de la tesis doctoral del Dr. Francisco Javier Porras, describe el CMMI® que es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software. Se pretende que CMMI® pueda ser usado para guiar la mejora de procesos en un proyecto, división o una organización completa. CMMI® define los siguientes niveles de madurez para los procesos: Inicial, Repetible, Definido, Gestionado y Optimizado.

Como actualización, la versión 2.0 se publicó en 2018, donde sus tres constelaciones (desarrollo, adquisiciones y servicios) se unifican en una sola, esto por entrar en el juego el big data.

Resumiendo:

BIM, como Modelo con Información de Construcción único y central, puede mejorar los procesos de la gerencia de proyectos de infraestructura y construcción de la GEIC.

La aplicación de la gerencia de proyectos debe ser un elemento de integración y cohesión entre las diferentes metodologías, modelos y herramientas que existen en la actualidad donde el conocimiento y aplicación de la tecnología (como BIM) deben ser parte de la gerencia de proyectos.

El gerente de proyecto debe estar siempre en constante actualización y a la vanguardia, porque la tecnología siempre tendera a mejorar los procesos de cualquier industria, por ello si el gerente de proyecto conoce y aplica las herramientas de vanguardia, tendrá mejores resultados.

Todo aquello que el hombre ignora, no existe para él. Por eso el universo de cada uno, se resume al tamaño de su saber

Albert Einstein

Índice de tablas

Tabla 1 Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento. PMBOK®	12
Tabla 2 Beneficios de la Metodología MIC para alcanzar los objetivos de la GEIC21	
Tabla 3 Habilidades MIC necesarias para el personal actual de la GEIC	27
Tabla 4 Objetivos particulares del plan de implementación MIC en la GEIC	44
Tabla 5 Alineación del pilar cultura con documentos rectores.....	46
Tabla 6 Alineación del pilar tecnología con documentos rectores	47
Tabla 7 Alineación del pilar procesos con documentos rectores	48
Tabla 8 Tabla para la asignación de grado de riesgo (AGR) y control de riesgos laborales.....	96

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Área a la que pertenece la GEIC dentro de la CFE.	7
Ilustración 2 Criterios para la selección de proyectos a utilizar con MIC.....	16
Ilustración 3 Etapas de aplicación de la metodología MIC en proyectos.....	16
Ilustración 4 Estructura general de la Estrategia MIC México.....	16
Ilustración 5 Elementos clave de la Estrategia MIC México.....	17
Ilustración 6 Objetivos específicos de la Estrategia MIC México.....	17
Ilustración 7 Estándares internacionales relacionados en Planbim (4).....	19
Ilustración 8 Como contribuye la metodología MIC a la visión de la GEIC.....	20
Ilustración 9 Principales programas de comunicaciones.....	23
Ilustración 10 Organización Compuesta según el PMBOK®.....	23
Ilustración 11 Organigrama esquemático para la operación de proyectos - Sistema de Calidad GEIC.....	24
Ilustración 12 Esquema organizacional para proyectos relevantes - Sistema de Calidad GEIC.....	25
Ilustración 13 Esquema organizacional para proyectos relevantes - Sistema de Calidad GEIC.....	25
Ilustración 14 Enfoque conjunto de la estrategia del BIM del Reino Unido.....	26
Ilustración 15 Organigrama para proyectos GEIC integrando los roles MIC.....	27
Ilustración 16 Organigrama para proyectos relevantes GEIC integrando personal con roles MIC.....	28
Ilustración 17 Sistema de Procesos de la GEIC - CFE.....	29
Ilustración 18 Software de la GEIC - CFE Integrador de Ingeniería de Proyectos (InIP).....	30
Ilustración 19 Estructura de área BIM.....	32
Ilustración 20 Niveles Típicos de Costo y Dotación de Personal en una Estructura Genérica del Ciclo de Vida del Proyecto. (16).....	33
Ilustración 21 Impacto de las Variables en Función del Tiempo del Proyecto. (16)	33
Ilustración 22 Grafica de esfuerzo en un proceso tradicional de diseño.....	34
Ilustración 23 Grafica de esfuerzo utilizando la metodología MIC en un proyecto	34
Ilustración 24 Proyectos piloto con metodología MIC.....	35
Ilustración 25 BIM y el ciclo de vida del activo.....	38

Ilustración 26 ¿Que es BIM?	39
Ilustración 27 Porcentaje de empresas de construcción que están adoptando BIM en Norteamérica.....	40
Ilustración 28 A medida que se pasa a BIM, se debe ser consciente de los cambios que podrían experimentar el negocio, los procesos y la tecnología de la organización, de modo que se pueda posicionar la empresa para cosechar los beneficios de BIM. (12)	43
Ilustración 29 Opciones de adopción BIM (7)	45
Ilustración 30 Esquema de implementación BIM basado en CIC Pennsylvania State (13).....	50
Ilustración 31 Cronograma de actividades para la Gerencia del PIMIC	58
Ilustración 32 Programa de actividades de la Gerencia de marzo a septiembre..	59
Ilustración 33 Programa de actividades de la Gerencia de octubre 2020 a febrero 2021	60
Ilustración 34 Ejemplo del SIG 3.0 de la GEIC para el desarrollo de curvas de progreso.	61
Ilustración 35 Presupuesto base para el PIMIC de la GEIC.....	62
Ilustración 36 Normas ISO con las que cumple el SiCaT de la GEIC	63
Ilustración 37 Costo de recursos humanos según la explosión de insumos del presupuesto	63
Ilustración 38 Materiales, equipo y auxiliares del presupuesto para el PIMIC.....	64
Ilustración 39 Identificación de riesgos mediante el SAC-SGSST-431 de la GEIC	65
Ilustración 40 Aspectos ambientales de la SEZC 1	66
Ilustración 41 Aspectos ambientales de la SEZC 2	67
Ilustración 42 Estudio de percepción del ROI por Autodesk (14).....	68
Ilustración 43 Retorno de Inversión (ROI) en BIM (17)	70
Ilustración 44 Productividad durante la implementación BIM (15).....	71
Ilustración 45 Formula del ROI para el primer año (15)	72
Ilustración 46 Mediante la coordinación espacial se identifica un choque entre una viga y una tubería	73
Ilustración 47 sin BIM (CAD), con BIM (coordinación espacial)	73
Ilustración 48 Tiempos muertos sin BIM y con BIM.....	74

Ilustración 49 Relación entre competencias técnicas y humanas según los niveles de responsabilidad en una organización	75
Ilustración 50 Ejemplo de formato de control de cambios, página 1	77
Ilustración 51 Ejemplo de formato de control de cambios, página 2.....	78
Ilustración 52 Ejemplo de formato de control de cambios, página 3.....	79
Ilustración 53 Matriz para la comprensión del EVM.....	81
Ilustración 54 Tabla de Valor Ganado 1	82
Ilustración 55 Tabla de Valor Ganado 2.....	83
Ilustración 56 Lo que se planea // lo que realmente sucede	85
Ilustración 57 Ejemplo de formato de Boletín de cambio	98

Referencias Bibliográficas

1. **PELAEZ, NICOLÁS VILLA.** LOS TRES PILARES DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN BIM. [En línea] academia, 21 de noviembre de 2018. [Citado el: 25 de junio de 2021.] <https://blog.academia.com/los-tres-pilares-del-plan-de-implementacion-bim/>.
2. **Structuralia.** Cómo hacer un BIM Implementation Plan paso a paso. [En línea] Structuralia, 09 de abril de 2019. [Citado el: 25 de junio de 2021.] <https://blog.structuralia.com/como-hacer-un-bim-implementation-plan-paso-a-paso>.
3. **Planner.** Pasos para elaborar un Plan de Implementación. [En línea] Plan de Negocios Perú, 30 de enero de 2020. [Citado el: 25 de junio de 2021.] <https://plandenegociosperu.com/2020/01/pasos-para-elaborar-un-plan-de-implementacion/#:~:text=Un%20plan%20de%20implementaci%C3%B3n%20es%20un%20documento%20en,a%20funcionar%20y%20a%20lograr%20sus%20primeros%20clientes..>
4. **Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.** *Industria de la Construcción - Modelado de Información de la Construcción - Especificaciones - Parte 1: Plan de Ejecución para Proyectos*. Ciudad de México : Diario Oficial de la Federación, 2017. NMX-C-527-1-ONNCCE-2017.
5. **Porras Morales, Francisco Javier.** *Tesis doctoral: Administración y Gerencia de Proyectos en empresas de Arquitectura*. México. CDMX : s.n., 2015.
6. **SHCP.** *ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (MIC) EN MÉXICO*. Ciudad de México : Subsecretaria de Egresos - Unidad de Inversiones, 2019.
7. **CORFO, Planbim.** *ESTANDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS*. Santiago, Chile : Licencia Creative Commons, 2019.
8. **Rawlinson, Simon.** *ESTRATEGIA DEL BIM PARA MÉXICO*. Londres, UK : Arcadis, 2016.
9. **Constituyente, Congreso.** *Constitucion Politica de los Estados Unidos Mexicanos*. Queretaro : Diario Oficial de la Federacion, 1917.
10. **AGC of America.** *Unit 4: BIM Adoption, Implementation, and ROI*. Arlington, VA : s.n., 2017.
11. **Departamento de Infraestructura Sustentable.** *Plan de Implementación MIC para la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la CFE*. Tlalnepantla de Baz : Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil - CFE, 2021.
12. **Autodesk.** *INFORMES EMPRESARIALES DE BIM 04 | MANTENERSE COMPETITIVO*. 2012.
13. —. *BIM WORKFLOW FOR CIVIL PROJECTS - HOW AND WHY TO ADOPT BIM FOR INFRASTRUCTURE PROJECTS*. 2019.

14. —. *7 WAYS CLOUD COLLABORATION HELPS CIVIL ENGINEERS DELIVER INFRASTRUCTURE PROJECTS FASTER*. 2020.
15. —. *COMIENZA A USAR BIM PARA INGENIERÍA CIVIL*. 2020.
16. **Barco Moreno, David**. *Guía para implementar y gestionar proyectos BIM - Diario de un BIM Manager*. España : s.n., 2018.
17. **Hoffer, Erin Rae**. *Medir el valor de BIM: Lograr un ROI estratégico*. s.l. : Autodesk, 2014.
18. **Rundell, Rick**. Calculating BIM's Return on Investment. [En línea] Cadalyst, 21 de septiembre de 2004. [Citado el: 20 de abril de 2021.] <https://www.cadalyst.com/aec/calculating-bim039s-return-investment-2858>.
19. **sinnaps**. ¿QUÉ ES EL VALOR GANADO O EVM? ¿QUÉ ES EL VALOR GANADO O EVM? [En línea] 2021. [Citado el: 17 de junio de 2021.] <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/valor-ganado-evm-2>.
20. **Project Management Institute, Inc**. *Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Newtown Square, Pensilvania : s.n., 2013.
21. **TDC LAB**. TDCLAB. [En línea] TDCLAB, 2021. [Citado el: 20 de abril de 2021.] <https://tdclab.com/>.

Abreviaturas, acrónimos y siglas

AEC:	del inglés <i>Architecture, Engineering & Construction</i> – Industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción
AGR:	Asignación de Grado de Riesgo
APP:	Asociación Público-Privada
BCI:	Banco Común de Información
BIM:	del inglés <i>Building Information Modeling</i> – Modelado de Información de la Construcción
CAD:	del inglés <i>Computer-Aided Design</i> – diseño asistido por computadora
CFE:	Comisión Federal de Electricidad
CIC:	<i>Computer Integrated Construction Penn State</i>
EDC:	Entorno de Datos Compartidos
EVM:	del inglés <i>Earned Value Management</i> – Valor ganado
FONADIN:	Fondo Nacional de Infraestructura
GEIC:	Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la CFE
ISO:	Organización Internacional de Normalización
I+D+i:	Investigación, Desarrollo e Innovación. Es un concepto de reciente aparición, en el contexto de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad; como superación del anterior concepto de investigación y desarrollo (I+D)
MEI:	Manual Básico de Entrega de Información
MEP:	del inglés <i>Mechanical, Electrical and Plumbing</i> (Instalaciones Mecánica, Eléctrica y Plomería)
MIC:	Modelado de Información de la Construcción
PEM:	Plan de Ejecución MIC
PIMIC:	Plan de Implementación MIC
PPI:	Proyectos y Programas de Inversión
ROI:	del inglés <i>Return On Investment</i> – Retorno Sobre la Inversión
SDI:	Solicitud de Información
SEZC:	Superintendencia de Estudios Zona Centro de la GEIC
SHCP:	Secretaría de Hacienda y Crédito Público

- SiCaT:** Sistema de Calidad Total de la GEIC
- SIG:** Sistema de Información Gerencial de la GEIC
- SUTERM:** Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana

Anexos

Anexo 1


Tabla 8 Tabla para la asignación de grado de riesgo (AGR) y control de riesgos laborales

La Magnitud Potencial del Riesgo (M).		El Nivel de Exposición al Riesgo (E).		RIESGO	ACCIÓN Y PERÍODO
Esta depende de la potencial severidad del daño (consecuencias) que pudiera tenerse en caso de que dicho riesgo originará un accidente o una enfermedad de trabajo.		Este depende de la frecuencia, duración y al número de trabajadores expuestos. No se tomará en cuenta el grado de control que se tenga sobre la deficiencia.			
M = 1	a) Corresponde a deficiencias que, en caso de originar un accidente o enfermedad de trabajo, puedan dar por resultado, en el peor de los casos, una incapacidad temporal a un trabajador. (lesión leve).	E = 1	a) Exposición es BAJA , ya sea por tratarse de riesgos que se encuentran en trabajos que se hacen solo muy ocasionalmente (1 o 2 veces por trimestre).	AGR = 100 No Aceptable	Se realizan acciones preventivo – correctivas que ayuden a eliminar o disminuir el riesgo, de lo contrario no se debe continuar el proceso o actividad, se atenderán con carácter de urgente a partir de la fecha de evaluación.
	b) El proceso no se interrumpe aun si llega a presentarse el riesgo detectado.		b) Pocos trabajadores (1 o 2).		
	c) Un daño o descompostura menor a los equipos o instalaciones que no altere los presupuestos ni detengan la producción.		c) En un tiempo muy corto (de 1 a 3 horas al día).	AGR = 50 Serios	Se realizan acciones preventivo – correctivas que ayuden a controlar el riesgo, la actividad puede seguir realizándose, en procesos se atenderán con carácter de urgente a partir de la fecha de evaluación.
M = 5	a) Se asignará este valor cuando la deficiencia potencial pueda tener por consecuencia, en el peor de los casos, una Incapacidad Permanente Parcial (IPP) de algún trabajador (lesión grave).	E = 5	a) Exposición MEDIA , por encontrarse durante trabajos que se hacen con cierta periodicidad (3o 4 veces por mes)	AGR = 10 o 25 Moderados	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben ser implantadas en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, pueden ser necesarias otras evaluaciones para establecer con mayor precisión la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
	b) El proceso de trabajo se altera de forma parcial, lo cual amerita el recurso humano para la atención de los accidentados y restablecimiento de las condiciones normales de trabajo.		b) Algunos trabajadores (de 3 a 10).		
	c) Daños mayores a las instalaciones o equipos que si alteren los presupuestos, pero no detenga significativamente la producción.		c) Un tiempo no muy largo (de 4 a 8 horas al día).	AGR = 5 Aceptable	Se realizan acciones preventivo – correctivas que ayuden a disminuir el riesgo encontrado, se atenderá de forma

M = 10	a) Si la deficiencia es tal que en caso de originar un accidente o enfermedad de trabajo pueda dar resultado, en el peor de los casos, una Incapacidad Permanente Total (IPT) o la muerte del trabajador.	E = 10	a) Exposición ALTA , a riesgos que se encuentran en trabajos que se hacen frecuentemente (varias veces al día).		mediata, por prioridades, no compromete periodos exactos para su ejecución, pero si es recomendable realizarlas en el menor tiempo posible.
	b) Como resultado del accidente se detiene el proceso productivo y es difícil su reiniciación inmediata.		b) Muchos trabajadores (11 o más).	AGR = 1 Mínimos	No requiere acción inmediata
	c) Daño a las instalaciones o equipos, destrucción total que altere los presupuestos y detengan la producción significativamente.		c) Un tiempo prolongado (9 horas o más al día).		

		M			
		AGR	1	5	10
E	Baja 1		Riesgo mínimo 1	Riesgo aceptable 5	Riesgo moderado 10
	Media 5		Riesgo aceptable 5	Riesgo moderado 25	Riesgo serio 50
	Alta 10		Riesgo moderado 10	Riesgo serio 50	Riesgo No aceptable 100

Anexo 2

		ID identificación: <input type="text" value="NAICM-AEXT-001"/>
BOLETIN DE CAMBIOS		
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE		
Proyecto:	<input type="text" value="Implementación de las áreas exteriores del campamento GEIC dentro de los terrenos donde se ubicará el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM)"/>	
Fecha (dd/mm/aaaa)	<input type="text" value="05/12/2016"/>	Área <input type="text" value="Oficina de Infraestructura Sustentable"/>
Solicitante:		
Nombre	<input type="text" value="Ing. Arq. José Alberto Robles Acosta"/>	Nivel de cargo: <input type="text" value="Residente de Ingeniería y Diseño"/>
		Localización <input type="text" value="NAICM - GEIC"/>
Causas del cambio:	Internas <input checked="" type="checkbox"/>	Externas <input type="checkbox"/>
Descripción del cambio	<input type="text" value="Se cambia la trayectoria, diámetros y sentido de la tubería hidráulica y sanitaria"/>	
Razón del cambio	<input type="text" value="Ampliación de los módulos para tener mayor capacidad para el personal que labora"/>	
Áreas afectadas	<input type="text" value="Arquitectura, Hidrosanitario, Eléctrico"/>	
Imágenes - Planos - Documentación:		
<input type="checkbox"/> Fotografías del área <input type="checkbox"/> Hoja de cálculos <input type="checkbox"/> Croquis <input type="checkbox"/> Documentación <input checked="" type="checkbox"/> Planos anexos	<input type="text" value="P-NAICM-EXT-HYS-HID-01,02, P-NAICM-EXT-HYS-SAN-01,02"/>	
	<i>Campo anexo</i>	