



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Herramientas digitales y
trabajos de consultoría en
administración de proyectos
de construcción**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniera Civil

P R E S E N T A

Ximena Arroyo Yllanes

ASESOR DE INFORME

Ing. Heriberto Esquivel Castellanos



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020

Dedicatoria

A mi viejo.

Contenido

Introducción.....	1
Objetivos	1
Objetivo general	1
Objetivos específicos	1
Justificación	2
Descripción de la empresa	2
Misión	2
Visión	3
Descripción del puesto de trabajo	3
I. Antecedentes	5
II. Contexto de la participación profesional	9
III. Metodología utilizada	11
<i>EMSI Costos</i>	11
Presupuesto	12
Tipos de cargo	15
Cuentas de costo	16
Integración del modelo	19
Factores de costos unitarios por cuenta	21
Análisis y Control	22
Pruebas y desarrollo	28
<i>EMSI Riesgos</i>	29
Configuración	30
Identificación	30
Calificación.....	32
Cuantificación.....	34
Plan de Respuesta.....	36
Riesgo Residual y Análisis de Efectividad	38
Reserva de Contingencia	39
Monitoreo y Control	39

Administración de la contingencia	41
Reportes	42
Pruebas y desarrollo	43
Implementación del modelo.....	43
Riesgo del presupuesto.....	47
<i>EMSI Contratos</i>	49
Configuración	50
Captura	50
Estimaciones.....	51
Pagos.....	53
Pruebas y desarrollo	54
Implementación del modelo.....	54
<i>EMSI Exportador</i>	55
Operación	55
<i>Otros trabajos de Consultoría</i>	58
IV. Resultados	60
V. Conclusiones.....	63
<i>Conclusiones sobre mi participación</i>	63
<i>Conclusiones sobre el trabajo</i>	64
Bibliografía	66

«He aprendido a no tratar de convencer a nadie. El trabajo de convencer es una falta de respeto, es un intento de colonización del otro.»

José Saramago

Introducción

El presente informe describe mis actividades como Gerente de Servicios Digitales y Consultora en la empresa EMSI Profesionistas Asociados, S.C. Los conocimientos de ingeniería civil aplicados en la práctica profesional incluyen ingeniería económica y de costos, administración de contratos y administración de proyectos. El trabajo demanda también funciones administrativas, de promoción y divulgación y atención al cliente.

Objetivos

Objetivo general

- Describir las actividades desempeñadas por la sustentante en una empresa de servicios profesionales de ingeniería.

Objetivos específicos

- Describir las metodologías de las herramientas digitales desarrolladas por la empresa para la gestión de proyectos de construcción.
- Describir los servicios de consultoría asociados con la implementación de las herramientas digitales.
- Describir las actividades de capacitación internas y externas.

Justificación

La administración de proyectos es una especialidad fundamental para el desarrollo eficiente de obras de ingeniería; aunado a la innovación tecnológica, es un área de oportunidad para los recién egresados. A través de este trabajo de titulación presento la labor que he desempeñado en el área de administración de proyectos, así como el aprendizaje adquirido. Asimismo, doy a conocer algunas metodologías de gestión de proyectos y los sistemas digitales que están a la vanguardia en la industria de la construcción.

Descripción de la empresa

La empresa EMSI Profesionistas Asociados, S.C. es parte de Grupo EMSI, grupo empresarial fundado en 1992 formado por cinco compañías especializadas en el área de servicios profesionales en consultoría, capacitación y gerencia de proyectos. En 2015 se creó el área de Herramientas Digitales, enfocada al desarrollo, venta e implementación de software para la industria de la construcción.

Misión

Proveer servicios de ingeniería para maximizar el valor de los proyectos de sus clientes, cumpliendo con los estándares de calidad; optimizando tiempos y costos de ejecución.

La misión de Grupo EMSI se cumple ganando la confianza de sus clientes a través de la aplicación diaria, en cada uno de los servicios que proveen, de sus principales valores: honestidad, responsabilidad, respeto; y el reconocimiento, de que sus socios y colaboradores son el principal acervo de la organización.

Visión

Ser un grupo exitoso, en constante crecimiento y reconocido por proveer servicios de Ingeniería innovadores para el sector público y privado, con altos niveles de calidad y superando las expectativas de sus clientes. Así mismo contar con personal calificado y comprometido con el mejoramiento continuo de la organización.

Descripción del puesto de trabajo

A partir del 1 de enero de 2017 laboro en la empresa antes citada. Derivado de mi formación como ingeniera civil, así como de mi labor profesional previa en la administración de proyectos nacionales e internacionales en el sector público y privado, ingresé a la empresa como Gerente de Servicios Digitales con el objetivo de administrar e implementar las herramientas digitales desarrolladas para empresas constructoras. La labor incluye el trabajo de colaboración con los desarrolladores (internos y externos) de las herramientas para actualizar nuevas funcionalidades y verificar su adecuada implementación con los clientes. Asimismo, llevo a cabo la promoción de las herramientas como parte de una estrategia de ventas (exposiciones, visitas a clientes, publicidad, etc.), así como el seguimiento (capacitación y consultoría) de su uso en los respectivos proyectos. Para facilitar el uso de las herramientas, apoyo en el desarrollo y actualización de los manuales de usuario.

Adicional a la implementación de las herramientas digitales, existen trabajos de consultoría enfocados en procesos específicos de la gestión de proyectos (riesgos, costos, tiempo, calidad), preparación y conciliación de reclamos, en los que participo activamente.

En trabajos previos tuve a mi cargo personal de nuevo ingreso, al que tuve que capacitar en el desempeño de sus funciones. Por ello, apoyo en la capacitación del personal de la empresa en las metodologías de administración de proyectos, así como en el uso de sistemas digitales de desarrollo interno y de terceros. Asimismo, soy responsable de la gestión y difusión de los cursos abiertos al público, así como de la coordinación con empresas asociadas en otros estados de la república.

Dada la publicación de dos trabajos de investigación^{1,2}, se me brindó la oportunidad de involucrarme en la redacción y publicación de artículos técnicos de ingeniería civil orientados a la gestión de proyectos, así como en la elaboración de material didáctico para módulos de educación a distancia solicitados por los clientes de la empresa.

¹ Ávila GJ, Mena ST, Arroyo YX (2011). Acidosis ruminal en salud, reproducción y producción. Memorias del XXXV Congreso Nacional de Buiatría, 15-25.

² Ávila GJ, Arroyo YX (2012). Alternativas de Vacunación del Ganado en el Trópico Mexicano. Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatría.

«Un escritor no escoge sus temas, son los temas quienes le escogen.»

Mario Vargas Llosa

I. Antecedentes

La industria de la construcción es una de las actividades económicas más importantes del país. Sin embargo, el sector ha sufrido una desaceleración en los últimos años. En diciembre de 2019, el valor de producción generado por las empresas constructoras se redujo en un (-) 11.9% en relación con el valor generado en el mismo mes de 2018; respecto al valor acumulado anual, la producción se redujo en un (-) 8.1%.³ Asimismo, en noviembre de 2019 la inversión fija bruta sufrió una caída de (-) 2.4% en comparación con el mismo mes del año anterior.⁴

Los principales factores que frenaron el crecimiento de la industria de la construcción en 2018 y 2019 fueron^{5,6}:

- Una disminución de los flujos de inversión como resultado de la prolongación en el proceso de renegociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN, hoy Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá o T-MEC).
- Los resultados del nuevo gobierno: la cancelación el Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, la terminación anticipada de las obras públicas, la postergación de los procesos de contratación, entre otras.

³ INEGI (2020). Valor de la producción de la Construcción. Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/temas/construccion/>

⁴ INEGI (2019). Inversión Fija Bruta. Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/temas/ifb/default.html#Tabulados>

⁵ Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2018). CEESCO. Obtenido de http://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2019/SITUACI%C3%93N%20Y%20PERSPECTIVAS%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20PRODUCTIVA%20DE%20LA%20INDUSTRIA%20DE%20LA%20CONSTRUCCI%C3%93N_%20DICIEMBRE%202018_CEESCO.pdf

⁶ Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2019). CEESCO. Obtenido de <https://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2019/PDF/Situaci%C3%B3n%20actual%20y%20perspectivas%20de%20la%20Industria%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%201er%20Trimestre%20de%202019.1.pdf>

- Parálisis en la ejecución del gasto público para infraestructura, (-) 13.1% al primer trimestre de 2019.
- Freno o suspensión de obras en la edificación de carácter privado.
- Indefinición y falta de claridad en la política económica para el impulso económico del país.
- Retraso en la realización de las obras emblemáticas del presente gobierno.

Los recursos para proyectos de inversión autorizados en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) 2020 ascienden a 363 mil 302 millones de pesos, que resulta en una reducción del 1.95% respecto a los recursos aprobados en el PEF 2019. Con ajustes generales a la baja, con decrementos de más del 25% en dependencias como la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, la Comisión Federal de Electricidad, Comunicaciones y Transportes, Educación Pública y el Instituto Mexicano del Seguro Social e incrementos de más del 150% a Petróleos Mexicanos y más del 400% a la Secretaría de la Defensa Nacional.⁷

A pesar de la clara reducción en la inversión en infraestructura pública, las empresas constructoras deben estar preparadas profesionalmente para atender las necesidades de los proyectos tanto privados como públicos. Esto incluye la especialización en construcción, estructuras, cimentaciones, pero también en administración de proyectos.

⁷ Presupuesto de Egresos de la Federación 2019 y 2020. Transparencia Presupuestaria, SHCP. Disponible en: <https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/>

La administración de proyectos no sólo se trata de llevar un control, sino de optimizar tiempos y costos, lo que para la industria de la construcción significa invertir más eficientemente.

Desde 2005, la empresa KPMG lleva a cabo la Encuesta Mundial de la Construcción, en la que participan ejecutivos de alto nivel de más de 200 empresas constructoras alrededor del mundo. De acuerdo con la edición 2017 de la Encuesta, a pesar de los avances en nuevas técnicas de construcción, mejores procesos y controles en seguridad, riesgo, alcance, costo y tiempo, únicamente el 25% de los contratistas cree que la industria de la construcción ha alcanzado un nivel aceptable de desempeño en el desarrollo de proyectos dentro de los parámetros de tiempo y costo.⁸

El total de los encuestados cuenta con algún sistema de generación de reportes (desde hojas de cálculo hasta sistemas de información de gestión de proyectos o PMIS por sus siglas en inglés), pero sólo el 31% cuenta con parámetros cuantitativos que les permiten revisar las actividades e intervenir cuando el proyecto lo requiera. Es decir, las empresas cuentan con algún método de control, pero carecen de la capacidad de analizar la información. Las empresas constructoras necesitan generar diagnósticos de los procesos de control para entender qué información tienen, cómo la pueden analizar y qué estrategia tecnológica pueden implementar que les ayude a alinear sus procesos y a optimizar la administración de proyectos. Sin embargo, no se trata únicamente de invertir en tecnología; se trata de saber qué tecnologías específicas pueden mejorar el desempeño.⁸

⁸ Make it, or break it. Global Construction Survey 2017. KPMG. Obtenido de: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ie/pdf/2017/10/ie-global-construction-survey.pdf>

En referencia a herramientas tecnológicas, el 95% de los encuestados piensa que la tecnología e innovación cambiarán su negocio significativamente y el 74% cree que ese cambio sucederá en menos de 5 años. Además, el 72% dice que la tecnología y el uso de la información juegan un papel fundamental en su plan estratégico. Sin embargo, el 57% sigue estableciendo que su empresa no tiene madurez tecnológica.⁸

La tecnología en la administración de proyectos es una de las aristas para mejorar el desempeño en la industria de la construcción. EMSI Profesionistas Asociados, S.C. detectó esta necesidad y desarrolló herramientas digitales de diseño específico para el control de proyectos de construcción.

«Sólo hay dos profesiones que valen la pena: medicina e ingeniería.»

Luis E. Arroyo Moreno

II. Contexto de la participación profesional

Derivado de las necesidades de control y administración en la industria de la construcción, la empresa creó el área de Herramientas Digitales con el objetivo de desarrollar e implementar software que le permitan a las empresas constructoras tener un mejor control de los proyectos de construcción.

En mi trabajo como Gerente de Servicios Digitales tengo la responsabilidad de probar, promocionar, vender e implementar dichas herramientas en empresas de la industria de la construcción. Estas herramientas son:

- *EMSI Costos*, diseñada especialmente para llevar el control de costos de proyectos y presupuestos de construcción.
- *EMSI Riesgos*, diseñada para administrar los riesgos en proyectos.
- *EMSI Contratos*, diseñada para llevar la administración y control de todos los contratos y estimaciones en proyectos de construcción.
- *EMSI Exportador*, diseñada para realizar la exportación formulada a Excel® de presupuestos elaborados a base de precios unitarios.

Dichas herramientas están basadas en metodologías y estándares internacionales (los cuales se detallarán más adelante) que facilitan un adecuado control en proyectos de construcción, permitiendo a las empresas evaluar el desempeño de las obras y mejorar sus procesos.

La venta de las herramientas digitales incluye la gestión de exposiciones y foros para promocionar los productos y servicios de la empresa. Asimismo, incluye el desarrollo y administración de publicidad física y digital (revistas especializadas, redes sociales) y las citas con clientes de la industria.

Una vez concretadas las ventas, funjo como consultora para la implementación de las herramientas digitales. Esto deriva en citas periódicas con clientes y citas extemporáneas en caso de presentarse eventualidades con los procesos. Es importante comentar que la consultoría es un servicio que va de la mano con la venta de las herramientas digitales. Las herramientas son el medio para eficientar el trabajo, sin embargo, el desarrollo de los modelos requiere de la adecuada implementación de las metodologías.

«I have more brains, common sense, and know-how generally than any two engineers civil or uncivil that I have ever met.»

Emily W. Roebling

III. Metodología utilizada

A continuación, se explica la metodología detrás de cada una de las herramientas digitales, así como el trabajo que se desarrolla con los clientes.

EMSI Costos

Es una herramienta alineada con los estándares y mejores prácticas de control de costos de sociedades como el *Project Management Institute* (PMI®), por sus siglas en inglés), *American Association of Cost Engineering International* (AAACE®), por sus siglas en inglés) y la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés). Funciona con las herramientas más populares de presupuestos y precios unitarios y permite capturar fácilmente los costos reales de los diversos sistemas contables. *EMSI Costos* incrementa las funcionalidades de los ERP (Enterprise Resource Planning) o sistemas contables, integrando el modelo de control de costos para presupuestos de construcción.

El modelo detrás de la herramienta se basa en la teoría de Gestión del Valor Ganado que se puede implementar para planear y controlar proyectos de construcción. El Valor Ganado evalúa el desempeño del proyecto a nivel de costo a través de tres conceptos: el valor planeado, lo físicamente ejecutado y el costo real.⁹ *EMSI Costos* es una herramienta que involucra los últimos dos conceptos como avance y costo real, respectivamente.

⁹ Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2005). *Earned Value. Project Management*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.

El modelo de *EMSI Costos* está estructurado a través de tres dimensiones: presupuesto, tipos de cargo y cuentas de costo; integradas en un modelo de costo virtual multidimensional que permitirá comparar datos del proyecto desde diferentes perspectivas para generar información que ayude en la toma de decisiones. A este elemento virtual se le llama cubo de control (Figura 1). Las dimensiones proporcionan múltiples perspectivas del costo del proyecto: por concepto, por tipos de cargo o por cuentas de costo.

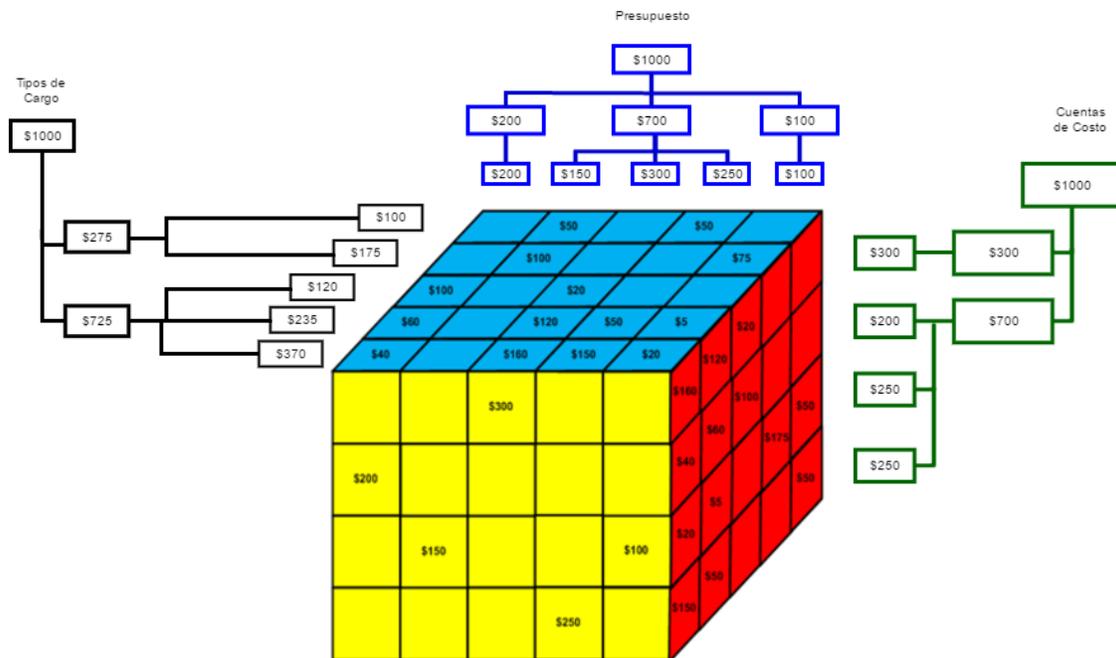


Figura 1. Cubo de control: Presupuesto – Tipos de Cargo – Cuentas de Costo¹⁰

A continuación, se describirán cada una de las tres estructuras del cubo de control.

Presupuesto

El presupuesto del proyecto se estructura por partidas y conceptos a costo directo. El cliente decide cuál es el presupuesto que quiere controlar: presupuesto de venta, si

¹⁰ Arroyo Yllanes, L. M. (2017). Modelo para el control de costos en proyectos de construcción. *Ingeniería Civil*, 574, 8-12.

requiere controlar la utilidad conforme a la venta autorizada por el cliente; proforma o control, si requiere controlar las desviaciones de costo de la evaluación del gerente y su compromiso interno del proyecto con la dirección; u otro, si requiere controlar el costo de un subcontrato o presupuesto adicional en particular. El modelo estructura los costos indirectos y la utilidad como conceptos dentro del presupuesto; el indirecto es un costo que se debe controlar, realmente no es un porcentaje del costo directo. Es decir, no se integran como factores de sobrecosto (Figura 2).

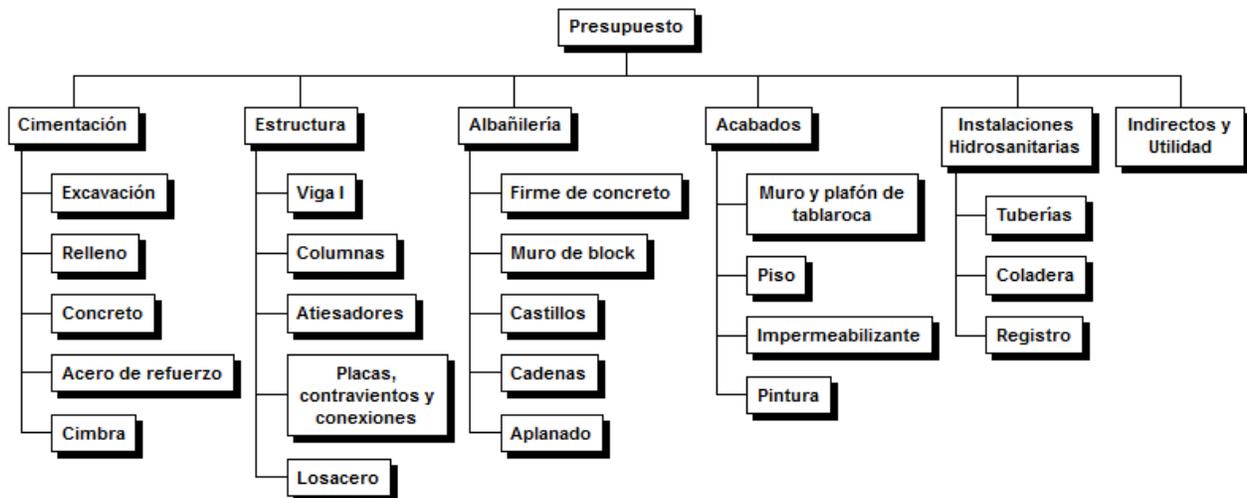


Figura 2. Ejemplo de presupuesto por conceptos

Mi trabajo con los clientes consiste en analizar los presupuestos que deseen controlar y verificar que estén estructurados de la forma que se requiere para que la herramienta funcione adecuadamente. Un buen líder de control de proyectos debe tener amplio conocimiento sobre la estructuración e integración de un presupuesto. Como ingeniera civil, tengo la información para orientar al cliente en la definición de las partidas, conceptos e insumos que se quieran controlar. Sin embargo, no siempre el cliente está de acuerdo

con las propuestas, dificultando enormemente la generación de una estructura presupuestal integral y lógica.

En el caso del proyecto de la rehabilitación de la carretera Matehuala – Saltillo, apoyé en la estructuración del presupuesto. Tuve juntas de alineación con el líder de proyecto y la persona encargada del costo contable para definir un presupuesto de venta y un presupuesto de control. A través del presupuesto de venta podemos controlar la utilidad respecto a la propuesta original y a través del presupuesto de control se analizan las desviaciones de costo de la obra. Propuse elaborar una estructura presupuestal por concepto, sin embargo, a pesar de las recomendaciones, el líder de control decidió desagregar la estructura presupuestal a nivel insumo. En diversas ocasiones le hice saber que dicha decisión podría generar un descontrol del modelo, dado que se requería personal adicional para analizar la información a ese nivel. Sin embargo, se procedió con la estructura propuesta por el líder de control.

Fundamentalmente, mis actividades como consultora consistieron en lo siguiente:

- Propuse la estructura presupuestal, con base en la información de proyecto proporcionada por el cliente.
- Coordiné la elaboración de los presupuestos en Opus (venta y proforma), así como las juntas de revisión entre el programador y el cliente.
- Definí el modelo de trabajo para cumplir con el entregable en el tiempo acordado.
- Alimenté el sistema con dos proyectos, cada uno con 3 tipos de presupuesto. El primer proyecto incluyó los presupuestos elaborados inicialmente. El segundo

proyecto requirió de la modificación de dichos presupuestos, dado que hubo cambios en algunos de los costos del proyecto original.

Tipos de cargo

Es una estructura jerárquica vertical descendente que se utiliza para agrupar los costos del proyecto. Las categorías se definen a partir del presupuesto, sin embargo, cuando trabajamos con matrices de precios unitarios, los tipos de cargo se pueden categorizar con base en los insumos: materiales, mano de obra, equipo y herramienta, básicos, subcontratos, fletes, entre otros. Así como se definieron los indirectos y utilidad como conceptos, es importante asignarles un tipo de cargo dentro del presupuesto. Los agrupadores generales de estas categorías serán costo directo, costo indirecto y utilidad¹⁰ (Figura 3).

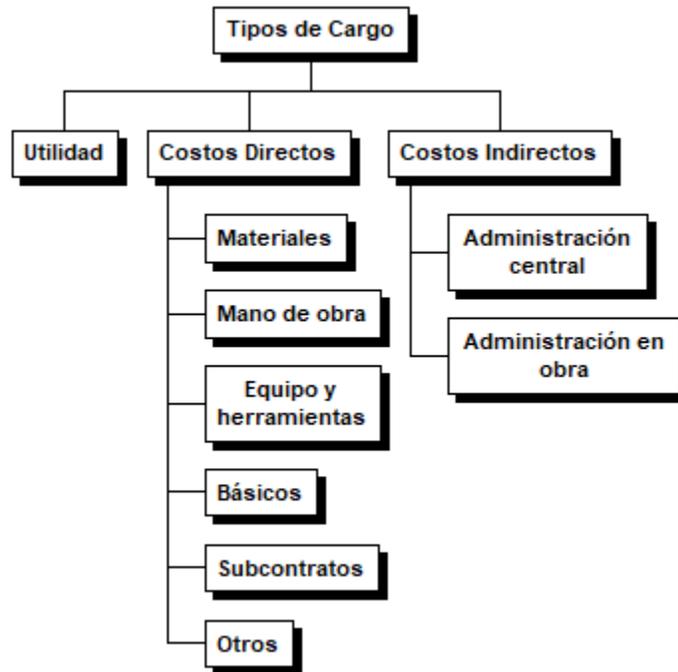


Figura 3. Ejemplo de tipos de cargo

Tanto la estructura presupuestal como la estructura de tipos de cargo son dependientes, por lo que es fundamental tener clara la forma de contratación de los conceptos del presupuesto antes de definir los tipos de cargo. Puede haber ocasiones en las que el tipo de cargo asignado al sistema contable no corresponde con el tipo de cargo del presupuesto. Por ejemplo, un concepto del presupuesto puede estar contratado como subcontrato, pero estar asignado a una cuenta de costo de materiales. Este tipo de errores generan inconsistencias en el modelo, por lo que se deben corregir.

En la versión original de EMSI Costos, la única forma de modificar los tipos de cargo era a través de la actualización del presupuesto. Sin embargo, el personal del área de control encargado del proyecto de ampliación de la L12 nos hizo saber que era muy complicado tener que modificar la versión del presupuesto únicamente para agregar el tipo de cargo faltante. Por ello, se decidió modificar la operación de este para darle al usuario la posibilidad de cambiar la estructura de tipo de cargo desde la carga del costo real. Por mi formación como ingeniera civil y la experiencia adquirida en el uso del sistema, se me asignó la labor de realizar las pruebas necesarias para validar la operación de dicha modificación.

Para el proyecto de la rehabilitación de la carretera Matehuala – Saltillo, apoyé al cliente en la definición de los tipos de cargo que se requerirían para estructurar el presupuesto, tomando como lección aprendida las dificultades del modelo de la ampliación de la L12.

Cuentas de costo

Es la estructura que integrará los costos reales del proyecto. Depende del sistema contable de la empresa y de las características del proyecto. Es muy importante que las

cuentas de costo se definan adecuadamente desde el inicio, de tal forma que el nivel de seguimiento vaya acorde con las capacidades de la empresa (Figura 4). La herramienta permite llevar el control a nivel insumo para poder determinar el desempeño del costo de cada uno. Sin embargo, niveles excesivos en el control pueden derivar, paradójicamente, en una falta de este.

La estructura de cuentas de costo puede ser multinivel, es decir, derivado del costo directo se puede tener una cuenta de costo madre, que a su vez esté desagregada en varias cuentas de costo hijas. El número de niveles dependerá de la forma en que se quiera controlar el proyecto.

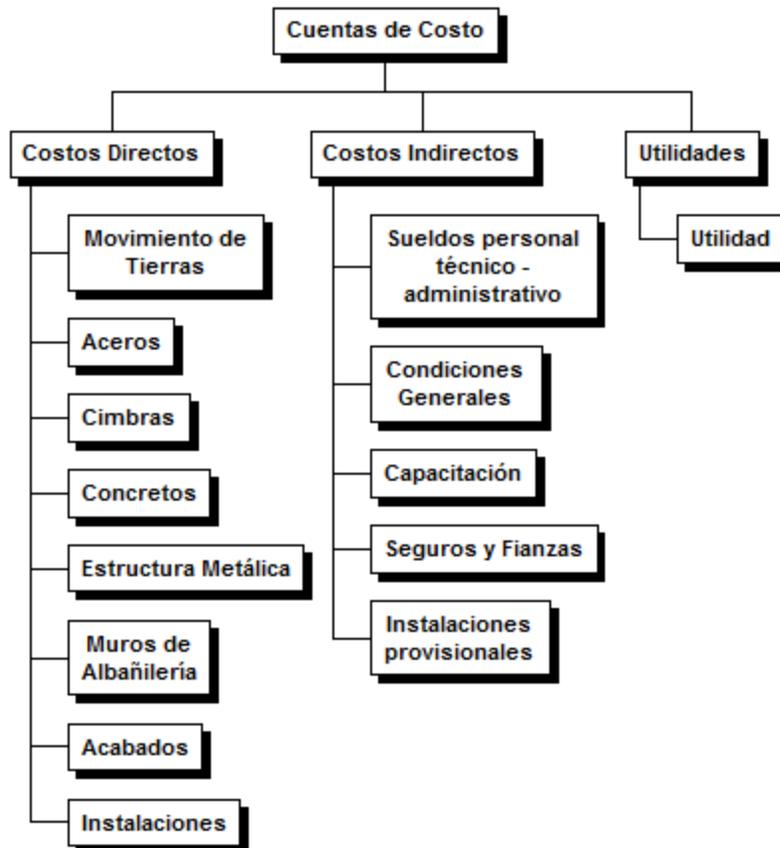


Figura 4. Ejemplo de cuentas de costo

Cabe mencionar que la estructura presupuestal debe estar alineada con las cuentas de costo que se deseen controlar. Es decir, si el proyecto contempla la construcción de 10 lumbreras y deseo controlar el costo de cada una por separado, debemos asegurar que los conceptos del presupuesto estén estructurados de esa manera con las volumetrías que correspondan. Esto debido a que se asocia un concepto a una única cuenta de costos (Figura 5).

Las tres estructuras de control están interrelacionadas. Al plantear la estructura presupuestal, es importante estar familiarizado con el sistema contable de la empresa para lograr crear un modelo integral.

Con base en mi experiencia en el control administrativo de proyectos de construcción, pude observar que la administración de obra tiene varios errores que llevan a una mala estructuración del sistema contable. Si la obra tiene varios frentes puede ser que se firmen de forma equivocada las salidas de almacén, asignando el costo a una cuenta distinta. Asimismo, ocurre que el tipo de cargo asignado al sistema contable no corresponde con los tipos de cargo del presupuesto. Esto dificulta el control del costo de la obra, ya que no se comparan adecuadamente los avances y los costos reales.

En el proyecto de rehabilitación de la carretera Matehuala-Salttillo asistí a juntas de alineación entre las empresas para definir la estructura de cuentas de costo. Asimismo, propuse una estructura lógica, alineada con el presupuesto y práctica para poder llevar el control del costo.

Integración del modelo

Una vez que se han definido las tres dimensiones del modelo, éstas se integran en el cubo de control. La importancia de alinear el presupuesto con las cuentas de costo radica en la facilidad de vincular cada concepto a una cuenta de costo específica; a este proceso le llamamos mapeo (Figura 5).

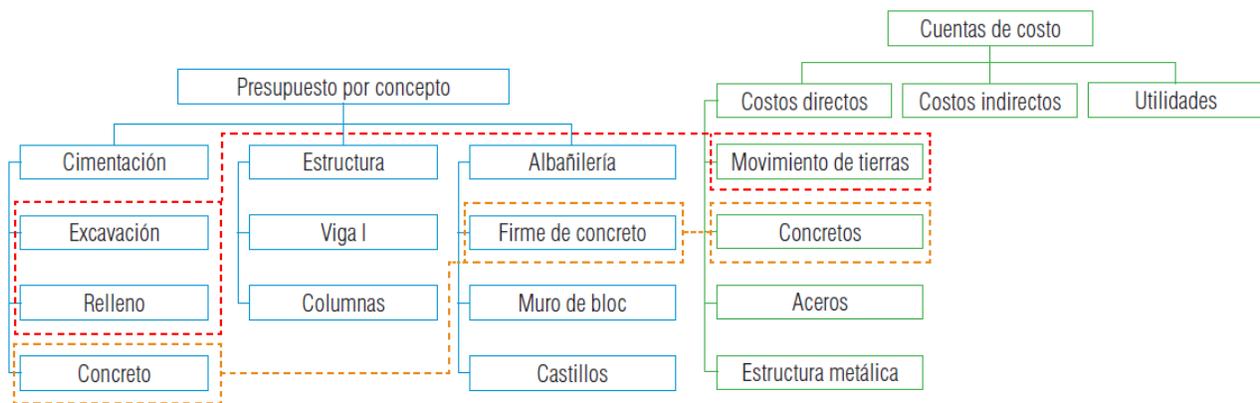


Figura 5. Ejemplo de integración del presupuesto y las cuentas de costo⁶

Toda esta información se carga en *EMSI Costos*. La herramienta cuenta con un extractor a través del cual se carga el presupuesto (Figura 6). El extractor accede a las bases de datos de Neodata y Opus para llevar al sistema el presupuesto completo, con todas sus matrices.



Figura 6. Visualización del extractor de Neodata para la importación del presupuesto a la herramienta digital *EMSI Costos*

Junto con el presupuesto, la herramienta importa automáticamente la estructura de los tipos de cargo (Figura 7), los cuales se deberán asociar al tipo de costo correspondiente (costo directo, costo indirecto o utilidad).

Tipo	Nombre	Costo Directo	Costo Indirecto	Utilidad	N/A
1	Materiales	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	Mano de Obra	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	Herramienta y Equipo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Indirectos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	Utilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Figura 7. Visualización de estructura de tipos de cargo en la herramienta *EMSI Costos*

La estructura de las cuentas de costo se debe capturar directamente en la herramienta (Figura 8).



Figura 8. Visualización de la estructura de cuentas de costo en la herramienta *EMSI Costos*

Factores de costos unitarios por cuenta

El último proceso en la fase de planeación es la definición de los factores de costos unitarios por cuenta. A cada cuenta de costo se le asigna una unidad de medida. Por ejemplo, la cuenta Aceros se puede medir en kilogramos o toneladas, la cuenta Concretos se puede medir en metros cúbicos, etc. Una vez identificados los conceptos del presupuesto pertenecientes a dichas cuentas de costo, se determina su factor de participación en la cuenta respecto a la unidad de medida que se haya definido para la misma (Figura 9). En caso de ser un modelo multinivel, se definen los factores de participación de las cuentas hijas dentro de la cuenta madre.

Proyectos / Corporativo A1 / Presupuestos / Presupuesto Oferta / Volumen Representativo

Volumen Representativo de **Presupuesto Oferta**

Cuenta: Concretos Unidad General: M3

Concepto	Unidad	Factor
CONCRETO PREMEZCLADO PC=250 KG/CM2 EN C		1
FIRME DE CONCRETO PC=200 KG/CM2 DE 10 C		0.1

Guardar Cancelar

Figura 9. Visualización de la asignación de factores de participación para los costos unitarios por cuenta

Para el caso del proyecto de la ampliación de la línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, ayudé en el desarrollo de los factores de costos unitarios por cuenta. El cliente proporcionó los conceptos cuyo avance físico representaría el costo unitario de la cuenta. Con dicha información, elaboré las hojas de cálculo necesarias para determinar los factores proporcionales correspondientes a cada concepto y cuenta. Una vez calculados los factores y verificado el modelo, apoyé en la carga de la información en el sistema.

En el proyecto de la rehabilitación de la carretera Matehuala – Saltillo, elaboré una propuesta de factores para el cliente. Debido a la falta de participación del personal involucrado en el proyecto, no se le dio seguimiento a esta actividad.

Análisis y Control

Continuando con la teoría del Valor Ganado, una vez que se ha definido el modelo en la herramienta, se inicia la etapa de control. De cada proyecto se deben obtener dos variables:

- Avance (A) es el costo planeado del trabajo realizado. Se calcula por concepto y se integra a través del presupuesto. Se obtiene al multiplicar el volumen de avance físico por el costo de la actividad (precio unitario)¹⁰. El avance se captura directamente en la herramienta por concepto de presupuesto, en cantidad o en porcentaje (Figura 10).

Nombre	Concepto	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Importe	Cantidad Ejecutada	Avance (Costo Teórico)	Avance % (Costo Teórico)
Presupuesto Oferta							\$21,273,506.32	40.31 %
A	EDIFICIO "A"				\$52,772,040.47		\$21,273,506.32	40.31 %
A01	CIMENTACION				\$3,928,261.14		\$3,928,261.81	100.00 %
01-060-100	EXCAVACION DE ZANJAS EN MATERIAL TIPO "A"	M3	1,755.00	\$150.58	\$264,262.84	1754.9664	\$264,262.84	100.00 %
01-080-100	RELLENO EN CIMENTACION (CEPAS O NIVELACI	M3	913.00	\$388.95	\$355,113.82	913.0064	\$355,113.84	100.00 %
02-010-110	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=250 KG/CM2 EN C	M3	842.35	\$1,236.08	\$1,041,212.57	842.3510	\$1,041,212.22	100.00 %
02-020-121	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA FY=4200	KG	124,067.00	\$14.06	\$1,744,371.76	124066.2703	\$1,744,371.76	100.00 %
02-030-100	CIMBRA PARA CIMENTACION CON MADERA DE PI	M2	3,078.00	\$170.01	\$523,300.15	3078.0551	\$523,300.15	100.00 %
A02	ESTRUCTURA				\$30,589,611.95		\$13,553,937.20	44.31 %
A03	ALBAÑILERIA				\$5,653,351.04		\$777,198.04	13.75 %
A04	ACABADOS				\$3,593,740.63		\$224,613.05	6.25 %
A05	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				\$697,028.81		\$81,921.64	11.75 %
A06	INDIRECTO				\$6,210,046.90		\$1,987,215.01	32.00 %
A07	UTILIDAD				\$2,100,000.00		\$720,359.56	34.30 %

Figura 10. Visualización de la captura de avance físico en la herramienta *EMSI Costos*

- Costo Real (CR) es el valor real del trabajo realizado a la fecha de corte en unidades monetarias. Se obtiene a partir del sistema contable de la empresa y se integra a través de las cuentas de costo¹⁰. El costo real se puede capturar directamente en la herramienta o importar a través de un archivo de Excel®. El modelo permite la captura a nivel insumo, tipo de cargo o cuenta de costo. El nivel que se elija dependerá de la capacidad de la empresa para darle seguimiento al costo real del proyecto (Figura 11).

Presupuesto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe
Presupuesto Oferta				20.442.072,03
Costos Directos				18.454.857,03
Movimiento de Tierras				622761,34
Materiales Agregar Insumo				420693,33
LLCAMILION LLANTAS PARA CAMION DE VOLTEO	JGO	0,21	7200,00	1512,00
1241002 DIESEL	LTO	9500,14	10,35	98326,45
1241001 ACEITE	LTO	399,18	56,00	22018,08
LLTRAXC LLANTAS CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT 920	JGO	0,03	40068,00	1202,04
1021024 AGUA DE PIPA	M3	182,60	100,00	18260,00
1021025 TEPETATE	M3	1186,91	233,66	277333,39
1241015 GASOLINA	LT	198,77	10,27	2041,37

Figura 11. Visualización de la captura del costo real en la herramienta *EMSI Costos*

La integración del presupuesto con los tipos de cargo y las cuentas de costo permiten que la herramienta calcule y compare estas dos variables desde cualquier ángulo. Asimismo, la herramienta calcula la eficiencia en la ejecución del proyecto a través de dos indicadores de desempeño:

- Desviación de costo (DC): es la diferencia entre el avance y el costo real.
- Índice de comportamiento del costo (IC): es la razón entre el avance y el costo real.

Mientras los indicadores se comporten dentro de los límites establecidos y definidos como aceptables, no se requiere intervenir. Cuando los indicadores tiendan a estar fuera de control, se recomienda la intervención de la administración para la implementación de acciones correctivas. Los límites se establecen considerando algunos factores como: tipo de proyecto, desviación aceptable, elementos a controlar, tamaño, costo, importancia, etc. (tabla 1)¹⁰.

Estado	DC	IC
Ejecutado según el plan	=0	1.0
Con sobrecosto	<0	<1.0
Con ahorros	>0	>1.0

Tabla 1. Interpretación de los indicadores de desempeño

La herramienta permite capturar avances y costos reales dependiendo de la periodicidad que se defina al inicio (semanal, quincenal o mensual). Sin embargo, se pueden generar periodos intermedios en la medida que se requiera. Los periodos se pueden comparar de forma tabular (Figura 12 y Figura 13), e incluso se pueden generar reportes gráficos a través del tiempo (Figura 14 y Figura 15).

Cuentas de Costo	Presupuesto	A\$	C\$	DC\$	DC%	IC
Presupuesto Oferta	\$52,772,040.45	\$21,273,503.85	\$20,442,072.03	\$831,431.82	3.91 %	1.04
Costos Directos	\$44,461,993.55	\$18,565,929.28	\$18,454,857.03	\$111,072.25	0.60 %	1.01
+ Movimiento de Tierras	\$619,376.66	\$619,374.09	\$622,761.34	\$-3,387.25	-0.55 %	0.99
+ Aceros	\$1,744,371.76	\$1,744,361.50	\$1,769,039.21	\$-24,677.71	-1.41 %	0.99
+ Cimbras	\$523,300.15	\$523,309.51	\$521,883.55	\$1,425.96	0.27 %	1.00
+ Concretos	\$2,732,758.23	\$1,323,138.40	\$1,264,502.52	\$58,635.88	4.43 %	1.05
+ Estructura Metálica	\$30,589,611.95	\$13,553,942.17	\$13,480,235.86	\$73,706.31	0.54 %	1.01
+ Muros de Albañilería	\$3,961,805.38	\$495,276.18	\$491,705.94	\$3,570.24	0.72 %	1.01
+ Acabados	\$3,593,740.63	\$224,605.53	\$223,860.18	\$745.35	0.33 %	1.00
+ Instalaciones	\$697,028.80	\$81,921.90	\$80,868.43	\$1,053.47	1.29 %	1.01
Costos Indirectos	\$6,210,046.90	\$1,987,215.01	\$1,987,215.00	\$0.01	0.00 %	1.00
+ Condiciones Generales	\$2,226,546.90	\$712,495.01	\$712,495.00	\$0.01	0.00 %	1.00
+ Seguros y Fianzas	\$727,500.00	\$232,800.00	\$232,800.00	\$0.00	0.00 %	1.00
+ Nóminas	\$2,780,000.00	\$889,600.00	\$889,600.00	\$0.00	0.00 %	1.00
+ Calidad Seguridad y Medio Ambiente	\$478,000.00	\$152,320.00	\$152,320.00	\$0.00	0.00 %	1.00
Utilidades	\$2,100,000.00	\$720,359.56	\$0.00	\$720,359.56	100.00 %	1.00
+ Utilidad	\$2,100,000.00	\$720,359.56	\$0.00	\$720,359.56	100.00 %	1.00

*A\$: avance en unidades monetarias, C\$: costos reales en unidades monetarias, DC\$: desviación del costo en unidades monetarias, DC%: desviación del costo en porcentaje, IC: índice de comportamiento del costo.

Figura 12. Visualización del desempeño del costo por cuentas de costo en la herramienta EMSI Costos

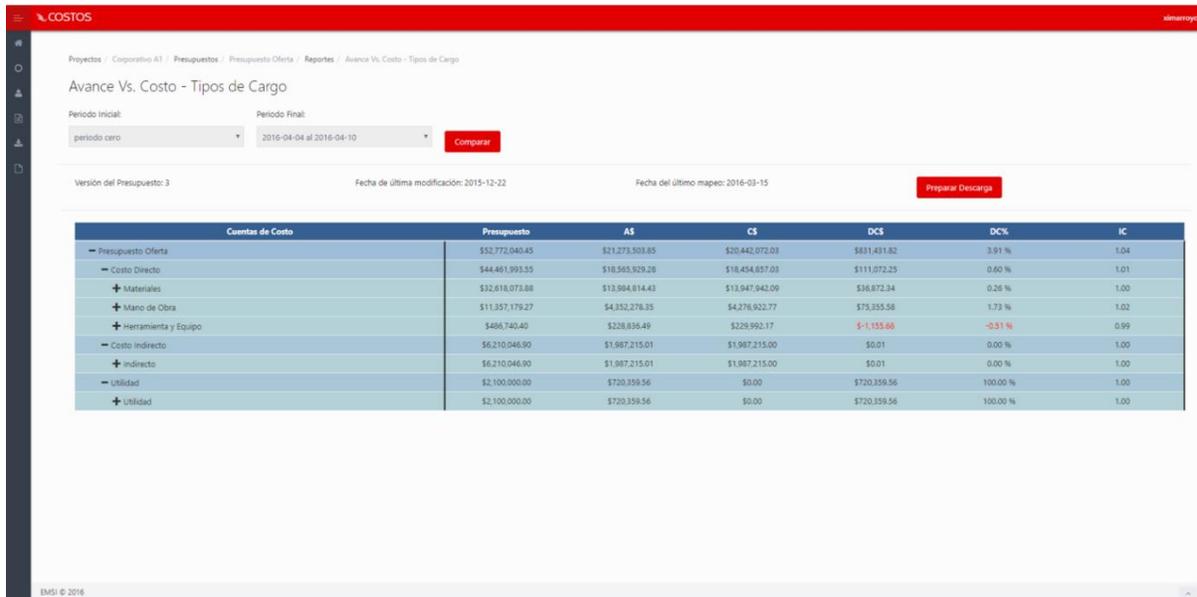


Figura 13. Visualización del desempeño del costo por tipos de cargo en la herramienta EMSI Costos

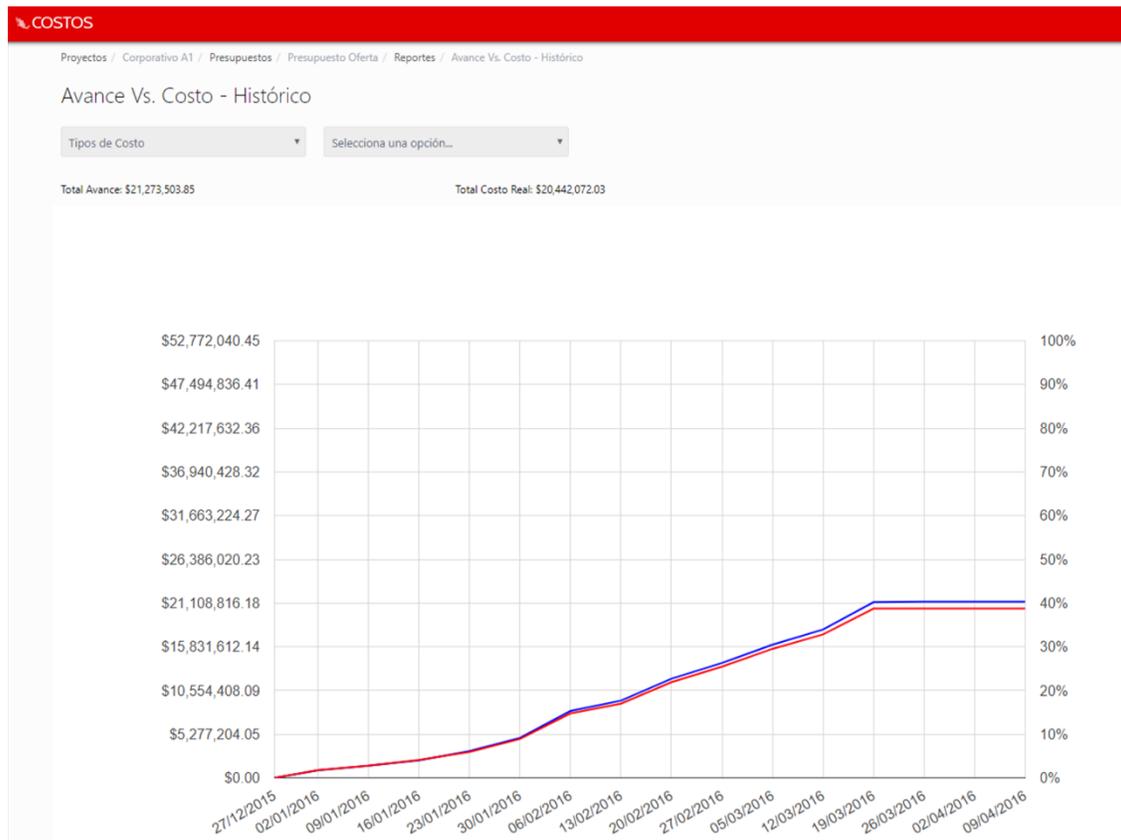


Figura 14. Visualización del informe gráfico histórico de avance contra costo en la herramienta EMSI Costos

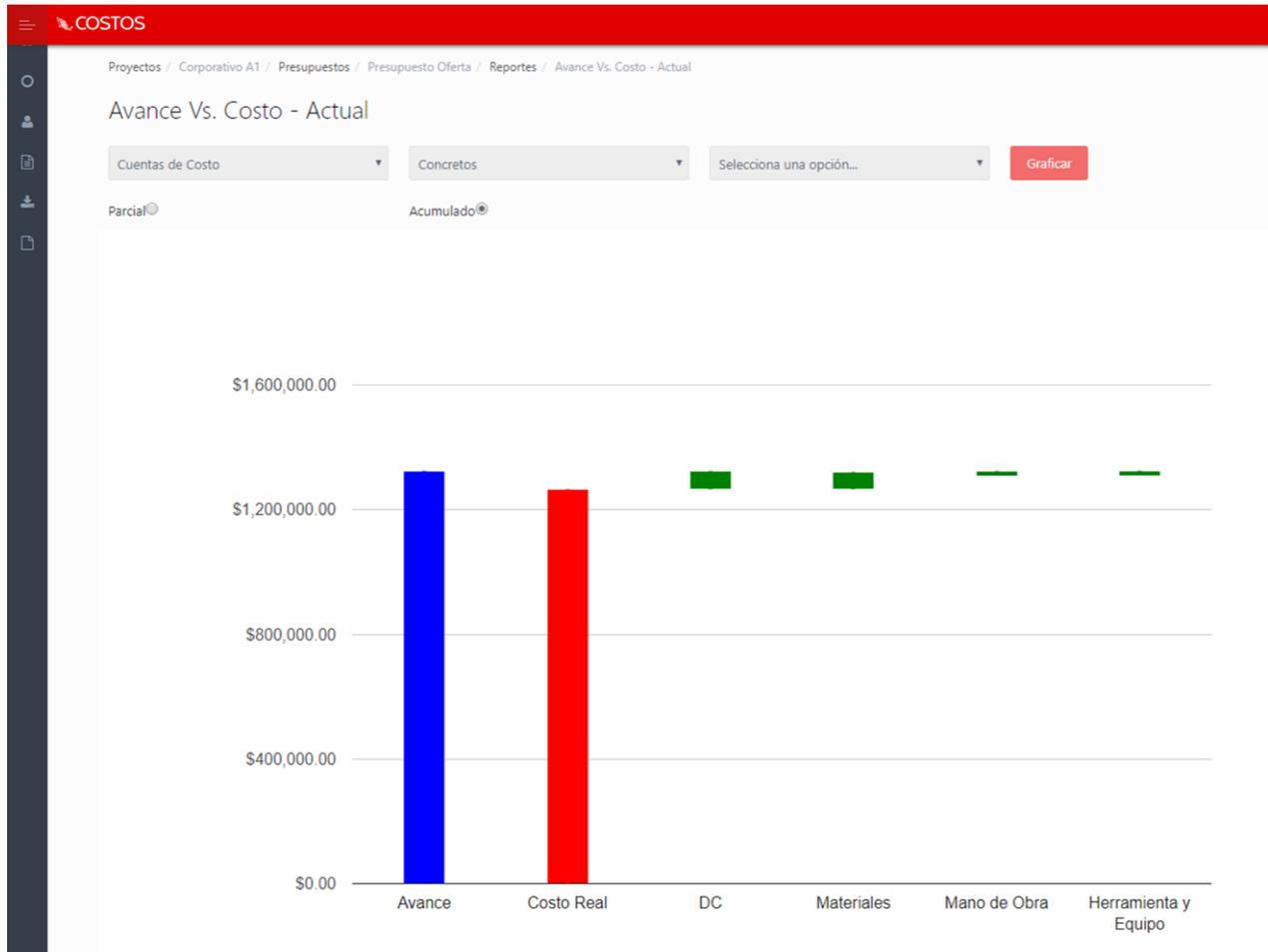


Figura 15. Visualización del informe gráfico de avance contra costo de la cuenta Concretos en la herramienta *EMSI Costos*

En esta etapa, para el proyecto de ampliación de la L12 asistí a las reuniones de revisión con el cliente, apoyé en la validación de la información cargada en el sistema y elaboré presentaciones para la Dirección sobre el desempeño del proyecto.

En el caso del proyecto de rehabilitación de la carretera Matehuala-Saltillo, realicé las siguientes actividades:

- Llevé a cabo la validación e integración de la información de avances físicos proporcionada por el cliente, así como la verificación de la calidad de la información

contable. Esto implicó revisar varios archivos de Excel y conciliar con el cliente los datos que presentaban inconsistencias.

- Elaboré la plantilla utilizada para integrar el costo contable al modelo.
- Alimenté el sistema con tres periodos de avance – costo.
- Elaboré dos presentaciones para la Dirección sobre el desempeño del proyecto.

En cada una de las etapas mencionadas es mi responsabilidad:

- Capacitar a los usuarios en el uso de la herramienta.
- Ofrecer apoyo técnico para el correcto funcionamiento de EMSI Costos; ello implica atender al cliente en el momento en el que se presente algún error en la operación, solicitar el apoyo del área de sistemas para corregirlo y validar la solución.
- Operar directamente el sistema en caso de que el cliente lo solicite.

Pruebas y desarrollo

El sistema actualmente tiene dos etapas activas en el desarrollo. La primera para concluir los reportes pendientes en la versión original y la segunda para desarrollar una nueva versión que incluya mejoras significativas al sistema. En las fases de desarrollo:

1. Realicé más de 20 pruebas para validar los cambios en la versión original. Esto incluye alimentar el sistema con proyectos completos: varios presupuestos y varias versiones, mapeos, cálculo de factores, captura de periodos de avance, etc.
2. Trabajo continuamente con el líder de proyecto de programación para desarrollar y estabilizar la segunda versión del sistema.

La licenciatura de ingeniera civil me ha dado las bases para conocer la teoría de costos de proyectos de construcción y tener un mayor entendimiento del software y su funcionamiento. Asimismo, me ha permitido conocer los elementos que integran un presupuesto de obra y así orientar más claramente las necesidades de mis clientes. Sin embargo, para ofrecer soluciones en el control de proyectos, es indispensable contar con conocimientos en contabilidad, finanzas y las especialidades de construcción. Mi formación como ingeniera me permite integrar estos conocimientos para entender y explicar la metodología del control de costos.

EMSI Riesgos

Al igual que *EMSI Costos*, *EMSI Riesgos* es una herramienta alineada con los estándares y mejores prácticas internacionales de gestión de riesgos de sociedades como el PMI®, AACE® e ISO. Cubre las fases y procesos para la gestión efectiva de los riesgos en proyectos: Identificación, Calificación y/o Cuantificación, Plan de Respuesta, Análisis de Efectividad y Monitoreo y Control.

El modelo detrás de la herramienta se basa en la metodología que la empresa ha desarrollado e implementado para la gestión de riesgos en proyectos de construcción.

La administración del riesgo es un método formal y sistemático de administración que se concentra en la identificación y control de eventos que tienen el potencial para causar impactos no deseados en los objetivos del proyecto. También es un método de administración para buscar impactos positivos en los objetivos del proyecto.¹¹

Los objetivos de la gestión de riesgos son:

1. Identificar y documentar los riesgos que puedan afectar al proyecto.
2. Cuantificarlos, es decir, definir el impacto económico que tendrían en caso de ocurrir.
3. Generar un plan de respuesta con acciones orientadas a atender cada uno de los riesgos.
4. Definir la reserva de contingencia que se deberá incluir en el presupuesto del proyecto.
5. Dar seguimiento al plan de respuesta atender adecuadamente los riesgos.

A continuación, describiré cada una de las fases que componen el modelo de gestión de riesgos.

Configuración

El desarrollo de *EMSI Riesgos* tiene pensada una parametrización de la herramienta de acuerdo con las necesidades del cliente o del proyecto. Es decir, cada uno de los elementos se puede personalizar, de tal manera que las características descriptivas de los riesgos y las escalas de calificación sean específicas para el análisis en cuestión.

Identificación

Es el proceso de identificar los riesgos individuales del, así como las fuentes de riesgo general del y documentar sus características.¹¹ Las características que se deben documentar son:

¹¹ PMI (2017). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). Project Management Institute, Inc. Sexta edición.

- **Objetivo.** Objetivo primario del proyecto que se ve afectado por la ocurrencia del riesgo (costo, tiempo o calidad).
- **Tipo.** Se refiere a la connotación del riesgo: amenaza, si el riesgo tiene un impacto negativo sobre el proyecto, u oportunidad, si el riesgo tiene un impacto positivo.
- **Categorías.** Proporcionan un medio para agrupar los riesgos individuales de cada proyecto. Una forma común de estructurar las categorías de riesgo es por medio de una estructura de desglose de los riesgos (EDR), que es una representación jerárquica de las posibles fuentes de riesgo. Una EDR ayuda al equipo del proyecto para tener en cuenta toda la gama de fuentes a partir de las cuales pueden derivarse los riesgos individuales del proyecto (Figura 16). Algunos ejemplos de categoría son: económico, financiero, constructivo, de diseño, fenómenos naturales, medio ambiente, seguridad, social, legal, logística, etc.
- **Fases.** Etapa del ciclo de vida al que corresponde el evento de riesgo: derecho de vía y permisos, ingeniería, procura, construcción, pruebas y arranque o cierre financiero.
- **Especialidades.** Área técnica a la que corresponde el evento de riesgo: arquitectura, civil, telecomunicaciones, tuberías, instrumentación y control, etc. Estas pueden estar alineadas al catálogo de conceptos de la obra.



Figura 16. Ejemplo de EDR

Las categorías, fases y especialidades se pueden personalizar de acuerdo con el proyecto. La herramienta incluso permite renombrarlas, en caso de ser necesario. La Figura 17 ilustra la identificación y documentación de los riesgos de un proyecto a través del uso de la herramienta.

The screenshot shows the 'Identificación de Riesgos' (Risk Identification) interface. It features a sidebar with navigation options: Inicio, Administrador, Configuración, Gestión Riesgos, Proyectos, Identificación, Cualitativo, Cuantitativo, and Exportación. The main area displays a table with the following columns: Clave, Descripción, Fecha, Objetivo, Tipo, Amenaza, Categorías, Fases, Especialidades, Responsable, Urg., Causa, Coment., and P.Clave. The table contains 10 rows of risk data, each with a status icon (X or checkmark) and a color-coded urgency level (Alta, Media, Baja).

Clave	Descripción	Fecha	Objetivo	Tipo	Amenaza	Categorías	Fases	Especialidades	Responsable	Urg.	Causa	Coment.	P.Clave
001	Retraso en la liberación del derecho	Jan 09, 2017	Tiempo	Amenaza	Administrativo	EPP	Derechos de Via y Permisos	Arroyo Vilanes Jimena	Arroyo Vilanes Jimena	Alta	Fallas administrativas		Derecho de via
002	Hallazgo arqueológico	Jan 09, 2017	Tiempo	Amenaza	Diseño	Construcción	Civil	Niño Vázquez Juan, ING.	Niño Vázquez Juan, ING.	Baja	Excavación en zona arqueológica		
003	Suspensión de la obra por incumplimiento de	Jan 09, 2017	Tiempo	Amenaza	Medio Ambiente	Construcción	Medio Ambiente	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Media	Falta de capacitación del		Normatividad
004	Retraso en la entrega de material	Jan 09, 2017	Tiempo	Amenaza	Constructivo	MdC	Procura	Niño Vázquez Juan, ING.	Niño Vázquez Juan, ING.	Media	Incumplimiento de los		
005	Marchas y cierre de vialidades en zona de	Jan 09, 2017	Tiempo	Amenaza	Social	Construcción	Derechos de Via y Permisos,Legal	Ramírez Sánchez Mariana, ING.	Ramírez Sánchez Mariana, ING.	Alta	Levantamientos en contra del		
006	Sustracciones, secuestros del	Jan 09, 2017	Costo	Amenaza	Seguridad Personal	Construcción,EPP,Ing	Legal	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Alta	Presencia de Eruvos de	Importante hacer énfasis en los	
007	Falta de mano de obra especializada para	Jan 09, 2017	Costo	Amenaza	Constructivo	Construcción	Estructura	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Alta	Falta de capacitación del		
008	Recorte presupuestal	Jan 09, 2017	Costo	Amenaza	Administrativo	Procura	Legal	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Juárez Gutiérrez Efrén, ARIQ.	Alta	Cambios en el mercado mundial		
009	Cambio en el tipo de suelo a más de 20 m	Jan 09, 2017	Costo	Amenaza	Constructivo	Construcción	Civil	Ramírez Sánchez Mariana, ING.	Ramírez Sánchez Mariana, ING.	Media	Probabilidad de la existencia de un		
010	Ahorros por compras en productos	Feb 01, 2017	Costo	Oportunidad	Económico	MdC	Procura	Niño Vázquez Juan, ING.	Niño Vázquez Juan, ING.	Media			

Figura 17. Visualización de la identificación de riesgos con *EMSI Riesgos*

Calificación

En este proceso se prioriza a los eventos de riesgo identificados. Se define la probabilidad de ocurrencia del riesgo (P), se evalúa su impacto (I) y se calcula su severidad ($S = P \times I$) como el producto de la Probabilidad por el Impacto. La severidad calculada establece la importancia del evento de riesgo de acuerdo con la matriz de calificación del riesgo.

La evaluación de la probabilidad de los riesgos estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos estudia el efecto potencial de los mismos sobre uno o más de los objetivos del proyecto. Para el caso de la calificación

de los riesgos, ambas escalas son cualitativas, es decir, la escala de probabilidad se define como muy baja, baja, media, alta y muy alta; la escala de impacto se define como bajo, medio, alto, serio, crítico. La Tabla 2 muestra un ejemplo que apoya en la definición de la calificación del impacto de los eventos de riesgo.

Escala cualitativa de impacto					
Objetivo	Bajo	Medio	Alto	Serio	Crítico
Tiempo	Retraso menor al 2.5%	Retraso entre 2.5% y 5%	Retraso entre 5% y 7.5%	Retraso entre 7.5% y 10%	Retraso mayor al 10%
Costo	Incremento menor al 2.5%	Incremento entre 2.5% y 5%	Incremento entre 5% y 7.5%	Incremento entre 7.5% y 10%	Incremento mayor al 10%
Calidad	Degradación de calidad inobservable	Degradación de calidad mínima	Degradación de calidad pequeña	Degradación de calidad media	Degradación de calidad mayor

Tabla 2. Ejemplo de escalas cualitativas de impacto¹²

Una vez definidas la probabilidad y el impacto del evento de riesgo, se calcula su severidad y se clasifica en una matriz de calificación (Figura 18). El área de color rojo representa los riesgos con severidad alta, el amarillo los riesgos con severidad media y el verde aquéllos con severidad baja. Nótese que existen dos matrices diferentes, una para las amenazas y una para las oportunidades. Esto se debe a que los planes de respuesta para ambos tipos de riesgo son diferentes: para las amenazas buscaremos reducir su probabilidad y/o su impacto; en el caso de las oportunidades buscaremos incrementarlos.

¹² Adaptado del Libro 2 Tomo IV. Servicios Técnicos: Control de la ejecución de la obra pública. Normas de Construcción de la Administración Pública Federal. Ciudad de México

Probabilidad		Amenazas					Oportunidades				
Muy alta	0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
Alta	0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
Media	0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
Baja	0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
Muy baja	0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
		0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05
		Bajo	Medio	Alto	Serio	Crítico	Crítico	Serio	Alto	Medio	Bajo
Impacto											

Figura 18. Matriz de calificación

La Figura 19 ilustra la calificación de los riesgos de un proyecto a través del uso de la herramienta.

Clave	Descripción	Objetivo	Tipo	Prob.	Impacto	Sev.	Urg.
001	Retraso en la liberación del derecho de vía	Tiempo	Amenaza	Alta	Critico	Alta	Alta
002	Hallazgo arqueológico	Tiempo	Amenaza	Media	Alto	Media	Baja
003	Suspensión de la obra por incumplimiento de la normatividad ambiental	Tiempo	Amenaza	Media	Critico	Alta	Media
004	Retraso en la entrega de material	Tiempo	Amenaza	Baja	Serio	Media	Media
005	Marchas y cierre de vialidades en zona de obra	Tiempo	Amenaza	Baja	Alto	Media	Baja
006	Extorsiones, secuestros del personal	Costo	Amenaza	Baja	Critico	Alta	Alta
007	Falta de mano de obra especializada para trabajos de soldadura	Costo	Amenaza	Media	Critico	Alta	Alta
008	Recorte presupuestal	Costo	Amenaza	Baja	Serio	Media	Baja
009	Cambio en el tipo de suelo a más de 20 m de profundidad	Costo	Amenaza	Muy Baja	Alto	Baja	Media
010	Ahorros por compras en productos fabricados localmente	Costo	Oportunidad	Media	Medio	Baja	Media

Figura 19. Visualización de la calificación de riesgos en EMSI Risgos

Cuantificación

Es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. Una vez llevada a cabo la calificación de los riesgos se procede a realizar la cuantificación. En ocasiones la empresa no cuenta con la infraestructura o el tiempo para ejecutar la cuantificación de los eventos de riesgo. En estos casos, el análisis se limitará a la calificación.

Al igual que en la calificación, la cuantificación de los riesgos requiere de un valor de probabilidad de ocurrencia y un valor de impacto. Sin embargo, las escalas ya no son cualitativas, sino cuantitativas. Para definir los valores de probabilidad se recurre al juicio de expertos o a los análisis estadísticos que tenga la empresa. Este último método es dependiente del trabajo previo que la empresa haya realizado en materia de análisis de riesgos.

En el caso del impacto, se determinará el costo económico que tendrá la ocurrencia del riesgo. Como consultora, facilito la cuantificación de los riesgos, es decir, oriento al cliente en las metodologías que se pueden implementar para calcular el costo de los eventos de riesgo. Para ello es indispensable mi formación como ingeniera civil, ya que es necesario conocer el tipo de contratación y los tipos de costo involucrados en un proyecto de construcción y la forma en la que podemos usar esa información para definir cuánto va a costar la ocurrencia de un riesgo, considerando variables como: tiempos de retraso, pérdida de utilidad, sobre costo de materiales, afectación en el rendimiento de maquinaria o mano de obra, penas aplicables por incumplimiento contractual, requerimiento de financiamiento por escasez en el flujo de efectivo, entre otras.

La multiplicación de la probabilidad por el impacto nos dará la severidad del riesgo. Al igual que en la calificación, los riesgos se clasificarán en una matriz de cuantificación de riesgos (Figura 20). Las escalas de impacto y probabilidad son personalizables, dependiendo del tipo de proyecto.

		Matriz										
		OPORTUNIDAD					AMENAZA					
PROBABILIDAD	MUY ALTA	0.900	\$ 4,500,000.00 #14AF09 Baja	\$ 9,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 18,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 36,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 72,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 72,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 36,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 18,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 9,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 4,500,000.00 #14AF09 Baja
	ALTA	0.700	\$ 3,500,000.00 #14AF09 Baja	\$ 7,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 14,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 28,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 56,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 56,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 28,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 14,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 7,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 3,500,000.00 #14AF09 Baja
	MEDIA	0.500	\$ 2,500,000.00 #14AF09 Baja	\$ 5,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 10,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 20,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 40,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 40,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 20,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 10,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 5,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 2,500,000.00 #14AF09 Baja
	BAJA	0.300	\$ 1,500,000.00 #14AF09 Baja	\$ 3,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 6,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 12,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 24,000,000.00 #1C76C5 Alta	\$ 24,000,000.00 #FF0000 Alta	\$ 12,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 6,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 3,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 1,500,000.00 #14AF09 Baja
	MUY BAJA	0.100	\$ 500,000.00 #14AF09 Baja	\$ 1,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 2,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 4,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 8,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 8,000,000.00 #FDF55 Media	\$ 4,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 2,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 1,000,000.00 #14AF09 Baja	\$ 500,000.00 #14AF09 Baja
				\$ 5,000,000.00	\$ 10,000,000.00	\$ 20,000,000.00	\$ 40,000,000.00	\$ 80,000,000.00	\$ 80,000,000.00	\$ 40,000,000.00	\$ 20,000,000.00	\$ 10,000,000.00
			BAJO	MEDIO	ALTO	SERIO	CRITICO	CRITICO	SERIO	ALTO	MEDIO	BAJO
IMPACTO												

Figura 20. Visualización de la matriz de cuantificación en *EMSI Riesgos*

A esta severidad se le conoce como Valor Monetario Esperado Original (VMEO) y se refiere a la esperanza matemática del impacto de un riesgo en el proyecto. Si pudiéramos replicar un mismo proyecto n veces, bajo las mismas condiciones, sabríamos cuántas veces se presenta un riesgo y con qué impacto; estos factores, probabilidad e impacto, nos dan la esperanza matemática del costo del mismo riesgo en un proyecto futuro.

Plan de Respuesta

Se refiere a las estrategias de atención al riesgo, así como al listado de acciones que se deben tomar para enfrentarlos. Dependiendo del tipo de riesgo (amenaza u oportunidad) serán las estrategias que se puedan elegir (Figura 21). En el caso de las amenazas, las estrategias son: evitar, transferir, mitigar y aceptar.¹¹

- Evitar: se proponen acciones que eliminen la amenaza.

- Transferir: se traslada el impacto de una amenaza a un tercero, junto con la responsabilidad de la respuesta. Transferir el riesgo casi siempre implica el pago de una prima de riesgo a la parte que asume el riesgo.
- Mitigar: se proponen acciones para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto de un riesgo.
- Aceptar: reconoce la existencia de una amenaza; la aceptación puede ser pasiva o activa.

Para oportunidades las estrategias son: escalar, explotar, compartir, mejorar o aceptar.

- Escalar: se reconoce que una oportunidad está fuera del alcance del proyecto; se gestionan a nivel del programa, pero se monitorean a nivel proyecto.
- Explotar: se busca que se dé la oportunidad.
- Compartir: se busca asignar parte de la propiedad de la oportunidad a un tercero para compartir los beneficios.
- Mejorar: se proponen acciones para aumentar la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto de un riesgo.
- Aceptar: se decide aprovechar la oportunidad si se presenta; la aceptación puede ser activa o pasiva.

A la estrategia elegida para cada riesgo, se le deben asociar acciones de respuesta, las cuales son actividades puntuales que se deben llevar a cabo para atender el riesgo. En el caso de las amenazas, se buscará que estas acciones de respuesta reduzcan la

probabilidad de ocurrencia o el impacto; en el caso de las oportunidades, se buscará que aumenten la probabilidad de ocurrencia o el impacto.

Es importante resaltar que los planes de respuesta en ocasiones representan costos adicionales al proyecto. Esto implica agregar al presupuesto esos nuevos costos para tenerlos considerados como parte de la adecuada gestión de riesgos.

Plan de Respuesta										
Proyecto: PROY01 Proyecto 1		Unidades: Unidades Monetarias MXN								
Clave	Descripción	Objetivo	Tipo	Estrategia	Costo Acciones	Urg.				
[N Fil]	[N Filtro]	[N Filtro]	[N Filtro]	[N Filtro]	[N Filtro]	[N F]				
001	Retraso en la liberación del derecho de vía	Tiempo	Amenaza	Mitigar	\$8,000,000	Alta				
002	Hallazgo arqueológico	Tiempo	Amenaza	Aceptar	\$100,000	Baja				
003	Suspensión de la obra por incumplimiento de la normatividad ambiental	Tiempo	Amenaza	Mitigar	\$900,000	Media				
Acción	Rango Acción	Responsabl	Costo Acción	F.P. ini	Mtg	F.P. Fin	Mtg	% Mtg	% Peso	RPM
Capacitación del personal en materia de normatividad	Bajo	Juárez Gutiérrez Efrén, ARQ.	\$500,000	Jan 16, 2017	<input type="checkbox"/>	Jan 20, 2017	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	80%	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminario de ética profesional	Bajo	Juárez Gutiérrez Efrén, ARQ.	\$400,000	Jan 23, 2017	<input type="checkbox"/>	Jan 24, 2017	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30%	<input checked="" type="checkbox"/>
			\$900,000						100%	
+ Nuevo					Actualizar					
					Totales:		\$17,600,000			

Figura 21. Visualización del plan de respuesta en *EMSI Riesgos*

Riesgo Residual y Análisis de Efectividad

Una vez definido el plan de respuesta, se espera que el riesgo tenga una probabilidad y/o impacto distintos a los cuantificados originalmente. Es decir, si se llevan a cabo las acciones de respuesta y estas son efectivas, la severidad de las amenazas debe disminuir considerablemente y la de las oportunidades debe aumentar. Por ello, se debe hacer una nueva cuantificación de los riesgos residuales, considerando las variaciones correspondientes en la probabilidad de ocurrencia e impacto para determinar el Valor Monetario Esperado Residual (VMER). Esta nueva evaluación resultará en la definición de la reserva de contingencia del proyecto.

Una vez definidos los riesgos residuales, podemos determinar si el plan de respuesta es efectivo o no. Es importante proponer acciones que reduzcan considerablemente el riesgo sin que tengan un costo excesivo. Para saber si nuestro plan de respuesta cumple con estas condiciones, debemos calcular el índice de efectividad. El índice de efectividad es el resultado de la diferencia del VMEO menos el VMER entre el costo de las acciones. Su valor indica cuántos pesos en riesgo nos estamos ahorrando por cada peso invertido en acciones. Para cada proyecto deben establecerse parámetros de efectividad que ayuden a definir si el plan de respuesta se acepta o se modifica. Incluso puede haber ocasiones en las que se prefiera aceptar el riesgo dado que es más caro tomar acciones para mitigarlo.

Reserva de Contingencia

El objetivo del análisis de riesgos es definir una reserva de contingencia que sirva para cubrir todos los riesgos que puedan impactar al proyecto. Teóricamente, este valor debe ser el importe mayor entre el Valor Monetario Esperado total de los riesgos residuales y el valor del impacto más alto de los riesgos residuales. Esto debido a que, si ocurre un riesgo con un impacto calculado mayor a la suma de los VMER, éste no tendrá cobertura. Sin embargo, en la práctica llega a volverse inviable el tomar el impacto más alto como reserva de contingencia. El análisis cuantitativo y el juicio experto definirán la reserva y la oportuna gestión de los riesgos ayudará a mitigarlos y a administrar la reserva de forma eficiente.

Monitoreo y Control

Al ser un proceso iterativo, la gestión de riesgos requiere de un monitoreo frecuente para cumplir con lo siguiente:

- Mitigar los riesgos identificados al llevar a cabo el plan de respuesta.
- Evaluar la efectividad del plan de respuesta.
- Identificar de nuevos riesgos.
- Atender los riesgos presentados haciendo uso de la reserva de contingencia.
- Actualizar de la información general del análisis.

Sólo de esta forma se estará llevando a cabo una correcta administración de los riesgos (Figura 22).

Monitoreo y Control													
Clave	Descripción	Objetivo	Tipo	Estado Riesgo	Responsable	Urg.							
001	Retraso en la liberación del derecho de vía	Tiempo	Amenaza	Inactivo	Arroyo Yllan Ximena	Alto							
Acción	Edo. Acc.	Responsab	F.P. ini	Mtg	F.P. Fin	Mtg	% Mtg	RPM	F.R. ini	F.R. Fin	Ay %	Mitigac %	VM
Celeridad en el proceso de	Ejecutada	Ramirez Sánchez Mariana, ING.	Jan 13, 2017	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nov 06, 2017	Jan 10, 2018	100%	100%	\$4,800,000
Modificar la sección y el	En Proceso	Ramirez Sánchez Mariana, ING.	Jan 13, 2017	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nov 06, 2017		5%	100%	\$4,800,000
												100%	\$9,600,000
002	Hallazgo arqueológico	Tiempo	Amenaza	Activo	Niño Vázquez Juan, ING.	Bajo							
003	Suspensión de la obra por incumplimiento de la normatividad ambiental	Tiempo	Amenaza	Activo	Juárez Gutiérrez Efrén, ARQ.	Medio							
004	Retraso en la entrega de material	Tiempo	Amenaza	Activo	Niño Vázquez Juan, ING.	Medio							
005	Marchas y cierre de vialidades en zona de obra	Tiempo	Amenaza	Activo	Ramirez Sánchez Mariana, ING.	Bajo							
006	Extorsiones, secuestros del personal	Costo	Amenaza	Activo	Juárez Gutiérrez	Alto							

Figura 22. Visualización del monitoreo y control en *EMSI Riesgos*

Para mejorar la gestión de los riesgos, en EMSI Riesgos podemos generar líneas base del riesgo. Es decir, una vez realizado el análisis, se sugiere almacenarlo como línea base para conocer la evolución de los riesgos del proyecto conforme se vaya dando el seguimiento. De esta forma podemos ir identificando la reducción en el valor monetario esperado, así como la ejecución de las acciones de respuesta (Figura 23).



RNM Gráfico LB/HIST

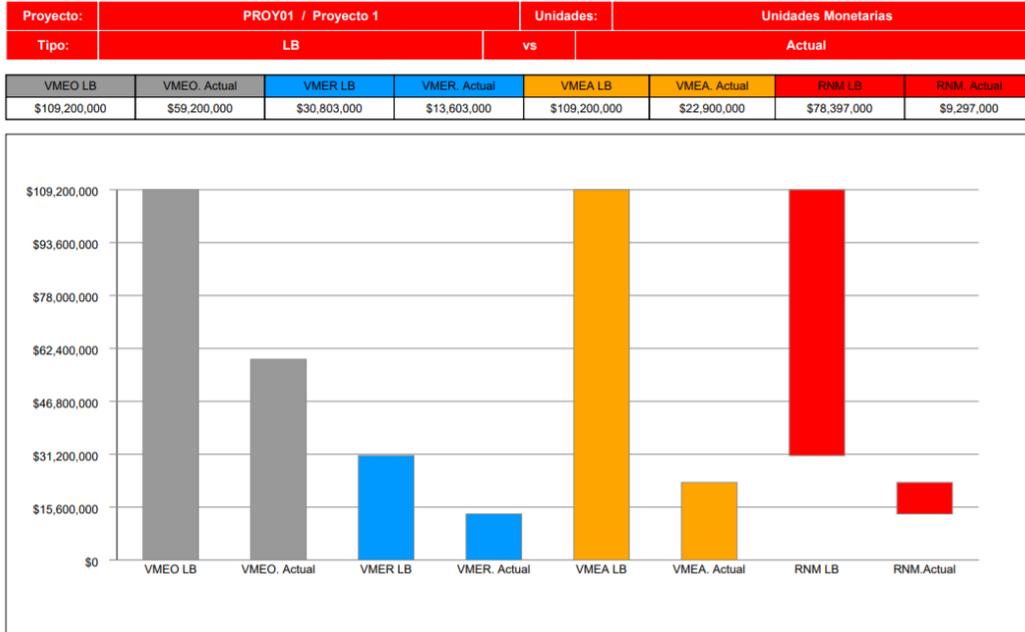


Figura 23. Visualización de la comparación entre la línea base de riesgo y el estado actual

Administración de la contingencia

El reporte permite guardar una Contingencia Línea Base, a la que se le resta el valor de los impactos ocurridos. En una reevaluación de la contingencia se determina si la línea base se calculó correctamente, si existe un déficit o un excedente (Figura 24).

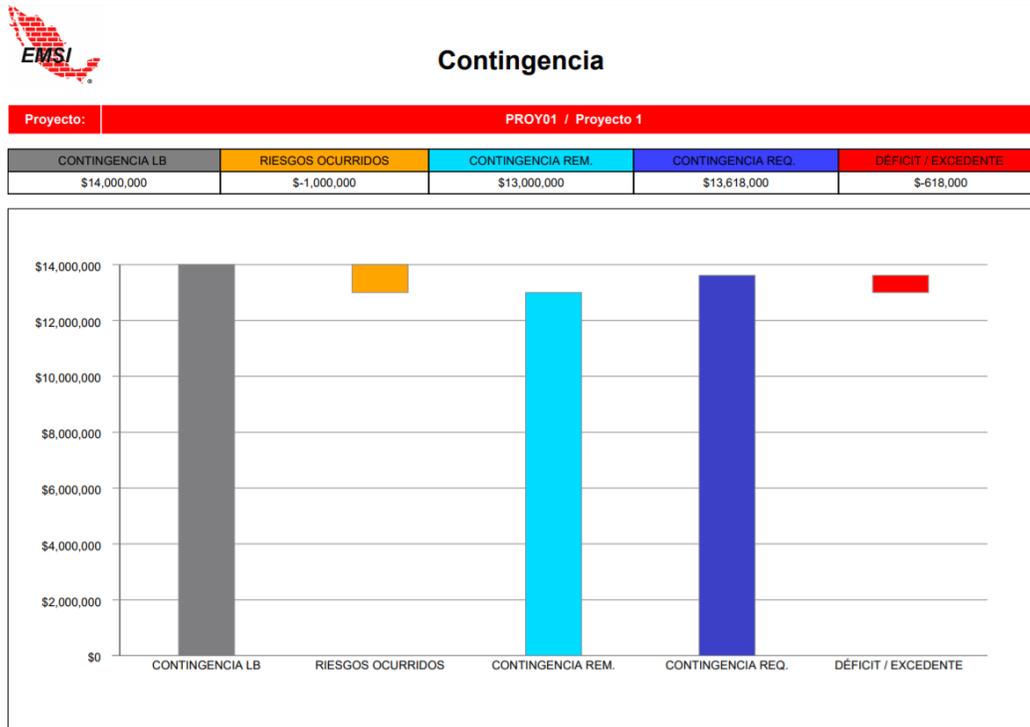


Figura 24. Visualización de la administración de la contingencia

Reportes

La herramienta cuenta con una serie de reportes tabulares y gráficos que permiten llevar el control de los riesgos del proyecto. Ejemplo de estos reportes son:

- **Resumen General.** Se trata de un gráfico dinámico que permite filtrar la información por cualquier de los atributos de los riesgos.
- **Riesgo No Mitigado.** Indica el avance que el plan de respuesta ha tenido en la mitigación de los riesgos, así como el riesgo faltante por mitigar.
- **Acciones.** Muestra un concentrado de las acciones de respuesta con sus condiciones iniciales, así como el avance en el monitoreo y control (fechas reales de inicio, costo real, porcentaje de avance, etc.)

Pruebas y desarrollo

En el caso de EMSI Riesgos, a partir de su implementación se han llevado a cabo cambios significativos en su operación. Como encargada del área:

1. Coordiné con los clientes las reuniones para identificar soluciones al sistema.
2. Analicé la factibilidad de llevar a cabo las soluciones, junto con el equipo de trabajo de la empresa.
3. Coordiné el desarrollo de las nuevas funcionalidades, incluyendo la creación del reporte de Contingencia y el diagrama de Gantt de riesgos identificados.
4. Realicé las pruebas pertinentes para validar los cambios.
5. Implementé los cambios en los proyectos y capacité al personal asociado.

Actualmente la empresa está desarrollando la segunda versión del sistema, enfocado a mejoras en la visualización y en la experiencia de usuario. He llevado a cabo una primera prueba del desarrollo inicial, en espera de la siguiente entrega del área encargada.

Implementación del modelo

Edificio Terminal del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM)

Uno de los proyectos en los que participé activamente es el Edificio Terminal del NAICM, a cargo de la empresa Constructora Terminal Valle de México (CTVM), implementando el modelo de gestión de riesgos y la herramienta EMSI Riesgos. Mi trabajo como consultora consistió en lo siguiente:

1. Manejé grupos de trabajo para identificar los riesgos asociados al proyecto. Estos grupos de trabajo se dividieron por área para orientar los riesgos a un tipo

específico. Al ser un consorcio formado por 8 empresas, CTVM tenía una estructura muy robusta, por lo que se formaron 25 grupos de trabajo de las diversas especialidades con alrededor de 90 interesados.

2. Coordiné las sesiones de identificación de riesgos con las diferentes especialidades: Jurídico, Administración y Finanzas, Ingeniería, Construcción, Contratos, Control de Proyectos, Procura, Calidad, Medio Ambiente, Seguridad, entre otras.
3. Revisé los riesgos identificados por los interesados para depurar y reestructurar la lista en una nueva base de datos. Es común que varios grupos de trabajo identifiquen riesgos similares, por lo que importante eliminar riesgos duplicados e integrar la información de tal manera que se abarquen los objetivos identificados.
4. Coordiné las mesas de trabajo para la calificación cualitativa y cuantitativa de los riesgos identificados. Mi formación como ingeniera civil me ha permitido identificar aquellas variables que participan en el impacto de un riesgo para proponer alternativas de medición. Independientemente del tipo de riesgo que se trate, debemos llegar a una medición en unidades monetarias o unidades de tiempo, es decir, cuánto va a costar el riesgo en caso de que llegue a ocurrir. Para ello debo conocer la situación general del proyecto (ubicación, ambiente político y social, etc.) y debo tener acceso a información tal como contratos, presupuestos, estimaciones, programas, datos contables, así como acceso a estrategias directivas, acuerdos con el cliente, entre otros. Lo anterior provee las herramientas para cuantificar los riesgos.

5. Coordiné las mesas de trabajo para proponer el plan de respuesta para la atención de los riesgos, así como los posibles resultados de la mitigación de estos. Se plantearon más de 180 acciones de respuesta, incluyendo fechas programadas de inicio y fin, responsable y costo.
6. Apoyé en la captura de la información antes mencionada en el sistema.
7. Al finalizar el Plan de Riesgos, tras un periodo de trabajo de 3 meses, generé el informe del análisis en donde se presenta lo siguiente: riesgos identificados (amenazas y oportunidades), costo de las acciones de respuesta, monto de la reserva de contingencia, entre otras.
8. Llevé a cabo el seguimiento y control del análisis de riesgo del proyecto. En esta etapa visité las oficinas de campo de CTVM durante 7 meses para recabar información de las diferentes áreas y actualizar el modelo de gestión de riesgos. Nuevamente involucré la participación de alrededor de 30 interesados, con los que trabajé de forma personalizada para analizar el avance y efectividad del plan de respuesta, identificar y calificar nuevos riesgos y actualizar la reserva de contingencia. Es importante ser crítico en la información que se utiliza, ya que los datos proporcionados por un área pueden contradecir los de otra.
9. Impartí un curso de capacitación para 25 asistentes en donde expliqué la metodología de gestión de riesgos y el uso de EMSI Riesgos a partir de casos reales del proyecto.

El trabajo continuo con CTVM resultó en recomendaciones de mejora para el sistema.

Analicé estas solicitudes y dirigí al equipo de desarrollo para llevarlas a cabo.

Posteriormente, implementé las mejoras en el proyecto del Edificio Terminal, lo cual nos permitió contar nuevos análisis, tales como el reporte de Contingencia (Figura 24).

Derivado de la cancelación del proyecto, nuestro contrato sufrió una terminación anticipada, dejando incompleta la implementación del modelo.

Constructora y Edificadora GIA

La Gerencia de Control de Proyectos de Grupo GIA implementó el modelo de gestión de riesgos en todos sus proyectos; derivado de ello, contrató la consultoría y la renta de la herramienta. Como consultora, he apoyado en todo el proceso de gestión de riesgos de los siguientes proyectos:

- Obra Civil del Edificio Terminal del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México
- Pista 3 del Nuevo Aeropuerto de la Ciudad de México
- Residencial Parque Norte
- Centro Cívico Gubernamental Honduras
- CitiBanamex Ola 2
- Nissan NewHQ CDMX
- Proyectos de Ofertas de Construcción Pesada

Gerencia Barranca Larga – Ventanilla

En junio de 2018 se adjudicó la Gerencia de Proyecto para para la construcción de la Autopista Oaxaca-Puerto Escondido, Tramo Barranca Larga-Ventanilla, en el Estado de Oaxaca. Las bases de licitación establecen que se necesita llevar a cabo el seguimiento y

control de riesgos en una herramienta digital, por lo que se nos contrató la consultoría, así como la renta de la herramienta.

Dadas las condiciones contractuales, la implementación del modelo tuvo algunas variaciones. Capacité a la persona encargada de llevar a cabo la gestión de riesgos, tanto en la metodología como en el uso de la herramienta; apoyé al grupo de trabajo en la identificación y cuantificación de los primeros riesgos, y elaboré el primer informe ejecutivo. Posteriormente, se transfirió el modelo completo y actualmente ofrecemos únicamente la renta de la herramienta, incluyendo actualizaciones al sistema.

Mi formación como ingeniera civil, específicamente la materia de Evaluación de Proyectos, me permitió conocer el tema de Gestión de Riesgos. La práctica profesional me ha orientado en las buenas prácticas para su implementación en diferentes proyectos.

Riesgo del presupuesto

Un riesgo particular que se debe incluir en los riesgos generales del proyecto es el riesgo del presupuesto. Entendemos como riesgo del presupuesto a la variabilidad natural del mismo, a causa de varios factores:

- Variaciones en rendimientos de equipos y mano de obra
- Diferencias en consumos de materiales y desperdicios
- Discrepancias en cantidades de trabajo
- Movimientos de precios de insumos
- Alteraciones en factores indirectos por cambios en la duración del cronograma

A todos estos factores se les conoce como variables críticas. Se entiende por variables críticas aquellos elementos del presupuesto cuyas fluctuaciones provocarían una desviación significativa en el presupuesto total o en un elemento de éste.¹³

El análisis de riesgo del presupuesto se realiza a partir de la identificación de estas variables críticas y sus parámetros estadísticos (valores mínimos y máximos, media, moda, desviación estándar y distribución de probabilidad), y un modelo probabilístico a través de simulaciones de Montecarlo. Con apoyo de programas de computadora (@Risk) se realizan miles de iteraciones para obtener los pronósticos deseados, pudiendo ser éstos el costo total del proyecto, el importe de una partida, el consumo total de mano de obra, etcétera.

En este caso, la variable de salida que nos interesa es la contingencia que se debe considerar en el presupuesto para cumplir con la ejecución en el costo definido. A mayor probabilidad de cumplimiento, menor será la contingencia. Este valor de contingencia se incluye como impacto en un riesgo específico de variabilidad del presupuesto.

Mi preparación como ingeniera civil me ayuda a definir todas las variables críticas que puede tener un presupuesto de construcción, así como a entender los parámetros estadísticos que influyen en su comportamiento. Sin embargo, dichos valores son resultado de la experiencia y/o información estadística de las empresas o del mercado.

Los programas de simulaciones que se utilizan para realizar estos análisis trabajan sobre Excel. Para poder realizarlos, la empresa desarrolló un software, EMSI Exportador, que

¹³ Arroyo Yllanes, L.M. (2017) Análisis de riesgo de presupuestos. Revista Mexicana de la Construcción, 628, 38-43.

permite la exportación formulada a Excel de presupuestos a base de precios unitarios. La herramienta se conecta directamente a la base de datos local de los programas más populares de precios unitarios (Opus y Neodata) y, a través del servidor, transforma el presupuesto en un archivo de Excel formulado.

Al tener el presupuesto formulado en Excel, podemos identificar las variables críticas, insertar parámetros estadísticos, definir las distribuciones y correr las simulaciones para obtener nuestras variables de salida.

El análisis de presupuesto también se ofrece como servicio.

EMSI Contratos

EMSI Contratos es una herramienta diseñada especialmente para llevar la administración y control de todos los contratos y estimaciones en proyectos de construcción. Está alineada con la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM) y su Reglamento. Al igual que las otras herramientas, los parámetros son personalizables en función de la empresa y/o el proyecto.

La administración de contratos es un proceso que asegura que las partes cumplan sus obligaciones para entregar los objetivos definidos en un contrato. Dado que en los proyectos de ingeniería civil existe un gran número de involucrados, la administración de contratos puede volverse muy compleja.¹⁴ Durante la construcción de una obra es importante saber los conceptos que debe ejecutar cada contratista (precio y volumen), el

¹⁴ Mwanaumo E., et al. (2016) Module 003: Construction Contract Management and Administration. National Council for Construction. Disponible en: <http://www.ncc.org.zm/wp-content/uploads/2016/02/003-Training-Manual-Introduction-to-Contract-Management-and-Administration.pdf>

avance, las estimaciones, así como el pago de estas. También debemos llevar un control de los anticipos y su amortización, así como las retenciones aplicables. Asimismo, conforme se va ejecutando la obra, debemos llevar un registro de conceptos extraordinarios o trabajos adicionales que se deban agregar al contrato.

EMSI Contratos permite llevar un estricto control de los contratos de un proyecto y su administración; el modelo puede ser utilizado por contratistas, desarrolladores, dependencias gubernamentales, supervisoras y gerencias. Debido a que muchas de las empresas tienen experiencia en la administración de contratos, la consultoría no es indispensable para la implementación de la herramienta. Sin embargo, se ofrecen capacitaciones para el personal que estará operando el sistema.

Configuración

Los parámetros configurables de la herramienta son el catálogo de amortizaciones y el catálogo de retenciones; así como un catálogo de índices de saldos que funciona como indicador para saber el avance de estimación de los conceptos.

Captura

Una vez configurados los parámetros, se capturan los catálogos de conceptos de los contratos que se quieran controlar. La herramienta permite la importación masiva de los catálogos a partir de una plantilla de Excel®, lo cual facilita y agiliza el trabajo. Si existiesen aditivas o deductivas aplicables (tiempo o costo), se dan de alta en el contrato correspondiente como convenios. Pudiendo ser trabajos extraordinarios o adicionales.

La herramienta tiene distintos menús que permiten la visualización de la información a nivel de organización, proyecto y/o contrato; llevando al usuario hasta el último nivel de detalle, es decir, hasta el catálogo de conceptos (Figura 25). Se facilita la navegación entre proyectos y entre contratos.

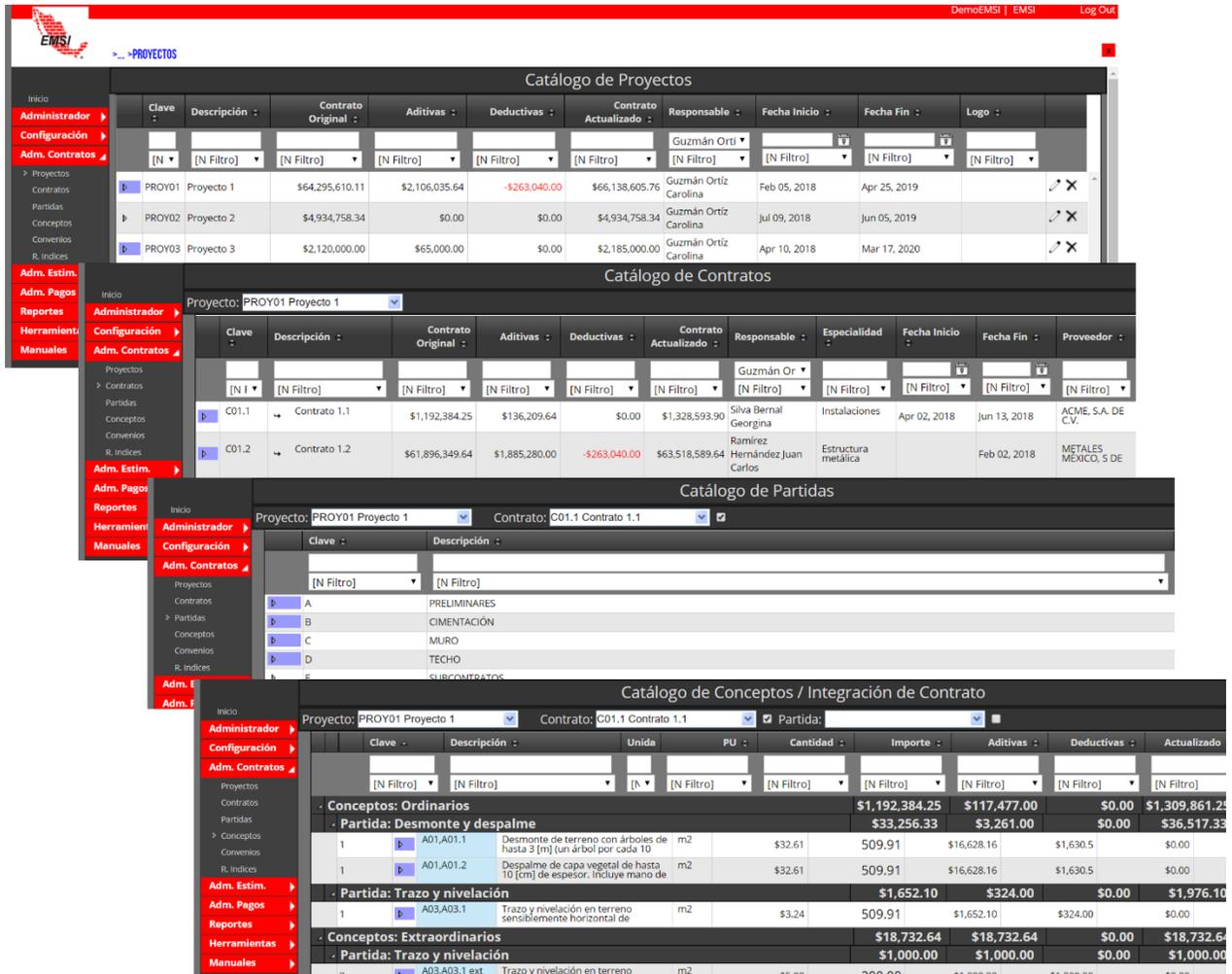


Figura 25. Ejemplos de Catálogos en EMSI Contratos

Estimaciones

La etapa de seguimiento inicia con la carga de estimaciones. La herramienta permite estimar sobre contratos originales, sobre convenios o sobre contratos actualizados (Figura

26). Una vez dada de alta la estimación, automáticamente se calcularán los importes amortizados y las retenciones, en caso de existir; asimismo, se pueden capturar descuentos asociados. Por solicitud de algunos clientes, se decidió implementar un método de control que permita “cerrar” las estimaciones una vez conciliados los volúmenes. Esto para evitar futuras modificaciones en sistema. Asimismo, cuando una estimación está cerrada, es posible imprimir la carátula de estimación con el flujo de autorización (Figura 27).

Clave	Descripción	Importe	Amortización	Retenciones	Descuentos	F. Inicio Período	F. Fin Período	F. Facturación	Neto Estimado
C1.1 EST001	CON01.1 Estimación 001	\$34,025.94	\$3,402.59	\$1,701.29	\$0.00	Dec 01, 2017	Dec 31, 2017		\$28,922.05
C1.1 EST002	CON01.1 Estimación 002	\$1,659.12	\$165.91	\$82.95	\$0.00	Jan 01, 2018	Jan 31, 2018		\$1,410.25
C1.1 EST003	CON01.1 Estimación 003	\$13,652.63	\$1,365.26	\$682.63	\$2,000.00	Feb 01, 2018	Feb 28, 2018		\$9,604.74
C1.1 EST004	CON01.1 Estimación 004	\$116,449.6	\$11,644.96	\$5,822.48	\$0.00	Mar 01, 2018	Mar 31, 2018	Apr 03, 2018	\$98,982.16
C1.1 EST005	CON01.1 Estimación 005	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	Apr 01, 2018	Apr 30, 2018	May 15, 2018	\$0.00

Figura 26. Ejemplo de captura de estimaciones en EMSI Contratos

Proyecto:		Proveedor/Contratista:		Período de Ejecución:	
Proyecto 1		ACME, S.A. DE C.V.		01/12/2017 - 31/12/2017	
Presupuesto	\$1,192,384.25	Estimado Acumulado	\$0.00	Esta(s) Estimación(es)	\$33,256.33
				Acumulado Total Estimación(es)	\$33,256.33
				Por Estimar	\$1,159,127.92
Estimación	Descripción			Importe	
C1.1 EST001	CON01.1 Estimación 001			\$33,256.33	
Concepto:	Amortización:	Retenciones:	Descuentos:	Estimado:	
Acum. Anterior:	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$33,256.33	\$33,256.33
En Esta(s) Estimación(es):	\$3,325.63	\$1,662.82	\$0.00	Subtotal:	\$33,256.33
Acumulado Total:	\$3,325.63	\$1,662.82	\$0.00	Amortización:	\$3,325.63
Por Amortizar	\$95,654.88			Facturado (Sim Iva):	\$29,930.70
				Iva 16 %:	\$4,788.91
				Factura total:	\$34,719.61
				Retenciones:	\$1,662.82
				Importe Neto:	\$33,056.79
Elaboró	Revisó	Autorizó		Autorizó	
Georgina Silva Bernal	Juan Carlos Ramírez Hernández	Eduardo Sandoval Guzmán		Carolina Guzmán Ortiz	
Jefe de Frente	Procuración y Subcontratos	Control de Proyectos		Gerente de Proyecto	

Figura 27. Ejemplo de carátula de estimación en EMSI Contratos

Conforme se va cargando información en el sistema, podemos ir llevando diferentes controles. La herramienta cuenta con reportes que permiten analizar la siguiente información:

- Estados de cuenta por proyecto y por contrato
- Relación de estimaciones cargadas
- Relación de estimaciones pagadas
- Control de saldos
- Control de volúmenes

Actualmente se encuentra en proceso de desarrollo el flujo de autorización de estimaciones. Es decir, a partir de un catálogo de responsables, se irán revisando y autorizando las estimaciones para controlar y agilizar el proceso, generarlas oportunamente y llevar un registro digital de la participación de todos los involucrados.

Pagos

Una vez capturadas las estimaciones podemos dar seguimiento a los pagos. El sistema registra el pago del anticipo, así como el pago de cada una de las estimaciones; ya sean pagos únicos o parciales.

La automatización del proceso de administración de contratos es fundamental para evitar cometer errores en la captura y pago de estimaciones. El sistema administra los contratos de uno o varios proyectos, agilizando el proceso y permitiendo concentrar esfuerzos en el correcto seguimiento.

Pruebas y desarrollo

En el caso de EMSI Contratos, a partir de su implementación se han llevado a cabo cambios significativos en su operación. Como encargada del área:

1. Coordiné con los clientes las reuniones para identificar soluciones al sistema.
2. Analicé la factibilidad de llevar a cabo las soluciones, junto con el equipo de trabajo de la empresa.
3. Coordiné el desarrollo de las nuevas funcionalidades, incluyendo la generación de una carátula de estimación, un flujo de aprobación automático, la creación de periodos de estimación, entre otras características contractuales que mejoraron ampliamente la operación de EMSI Contratos.
4. Realicé las pruebas pertinentes para validar los cambios.
5. Implementé los cambios en los proyectos y capacité al personal asociado.

Implementación del modelo

Residencial Parque Norte

Actualmente, la empresa Constructora y Edificadora GIA tiene implementado el modelo en su proyecto Residencial Parque Norte. Mi trabajo como consultora consistió en lo siguiente:

1. Impartí 3 cursos de capacitación con un total de 12 asistentes con el objetivo de explicar el uso de EMSI Contratos en la implementación del proyecto.
2. Periódicamente tengo visitas al proyecto para garantizar la correcta implementación del sistema, así como para obtener retroalimentación por parte de los usuarios.

Lamentablemente, en la carrera de ingeniería civil impartida en la Facultad no existe un programa de administración de contratos. Esto ha dificultado mi colaboración dentro de la empresa, dado que ha requerido de la capacitación en el tema, tanto para el desarrollo de las funcionalidades dentro del sistema, como para la implementación del modelo con los clientes. Sin embargo, mi formación como ingeniera civil me brindó información básica de los conceptos presentes en los contratos de construcción para agilizar este proceso de adaptación dentro de la empresa.

EMSI Exportador

Como se comentó anteriormente, otra de las herramientas que se han desarrollado es EMSI Exportador; utilizada para exportar presupuestos de Neodata y Opus a tablas formuladas en Excel. Al igual que todas las herramientas, está basada en la nube, sin embargo, para su funcionamiento es necesario que el usuario tenga los presupuestos en la base de datos local de su computadora.

Operación

La operación de EMSI Exportador es sencilla y requiere únicamente de un usuario y contraseña. Una vez dado de alta el acceso, el usuario debe seleccionar el programa a partir del cual se exportará el presupuesto (Neodata en sus versiones 2009-2018 u Opus en sus versiones 2014-2018) (Figura 28).

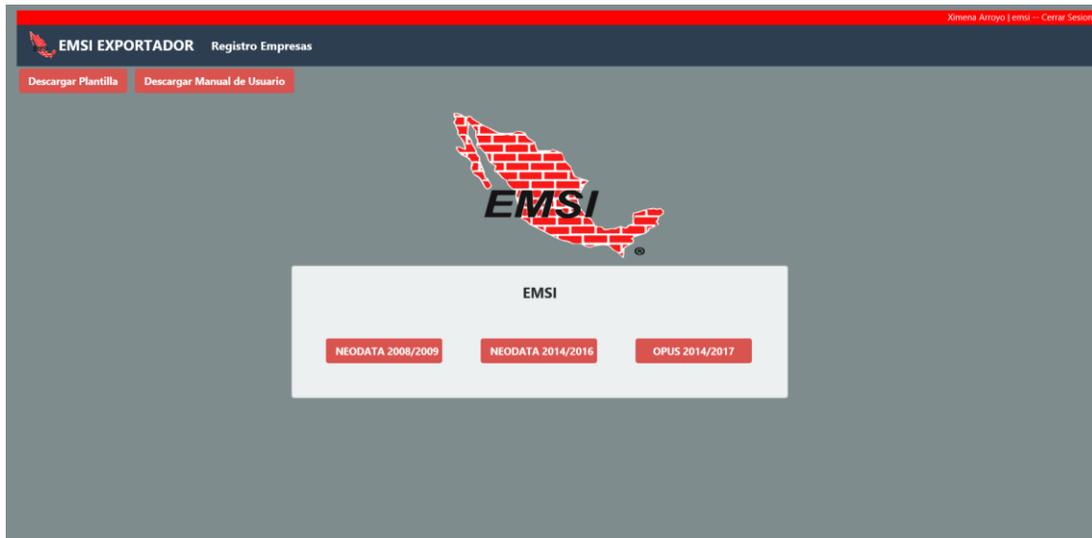


Figura 28. Acceso a bases de datos en EMSI Exportador

Posteriormente, el sistema le pedirá al usuario que descargue una plantilla y la ingrese en el sistema. Como el presupuesto se exporta a Excel, se requiere una plantilla a base de macros para que trabaje y formule el archivo adecuadamente. Asimismo, la herramienta accederá a la base de datos y le pedirá al usuario que seleccione el presupuesto que desea exportar (Figura 29). La herramienta permite realizar el cálculo del presupuesto con el cálculo de los indirectos en cascada o sobre el costo directo.

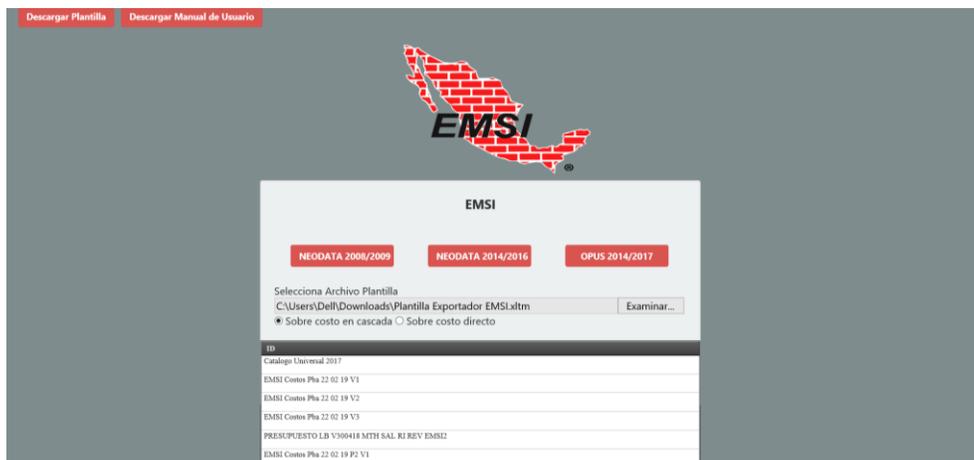


Figura 29. Ejemplo de selección del presupuesto a exportar

El proceso de exportación se lleva a cabo en un servidor EMSI. Esto presenta varias ventajas para el usuario:

- La velocidad de exportación no depende de la velocidad de la computadora, por lo que no es necesario un equipo con un gran procesador.
- La empresa no conserva copias ni de la base de datos del usuario ni del presupuesto exportado, brindándole seguridad y confidencialidad al proceso.

Una vez terminada la exportación, el sistema arrojará un libro de Excel con el presupuesto, conteniendo 4 hojas (Figura 30):

- Insumos: permite ver la explosión de insumos de todo el presupuesto.
- Presupuesto: estructura el presupuesto tal y como se haya integrado en el programa de precios unitarios.
- Factores de sobrecosto: contiene el listado de todos los factores de sobrecosto (costo indirecto, financiamiento, utilidad y cargos adicionales).
- Factores sobre insumos: contiene el listado de factores que se aplican a algún importe del presupuesto (factores de mando intermedio, de herramienta menor, de equipo de seguridad).

CODIGO PARTIDA	PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
A - PROYECTO	\$ 238,202.95					
I - PRELIMINARES Y C	\$ 28,574.01					
20801	Relleno producto	m3	26.97	\$ 138.40	\$ 3,732.75	
20303	Mampostería en ci	m3	12.03	\$ 798.10	\$ 9,601.11	
	TOTAL:			\$ 545.87		
	Material					
AGLU-005	Mortero Tolteca	ton	0.11673322	\$ 1,140.00	\$ 133.08	
AGRE-001	Arena	m3	0.3959996	\$ 220.00	\$ 87.12	
AGRE-007	Piedra brasa	m3	1.66	\$ 187.00	\$ 310.42	
AGRE-016	Agua potable	m3	0.15783321	\$ 21.85	\$ 3.45	
MACI-009	Barrote 1/2 x 3	pt	0.8579	\$ 13.76	\$ 11.90	
	TOTAL:			\$ 240.41		
	Mano de obra					
	Herramienta			\$ 9.59		
	Equipo			\$ 2.23		
	TOTAL:			\$ 242.23		
	Factores de sobre costo					
20202	Plantilla de concreto	m2	41.6	\$ 75.07	\$ 3,122.96	
20731	Dala de desplante	m2	53	\$ 149.37	\$ 7,916.37	
20101	Excavación a manc	m3	49.03	\$ 77.22	\$ 3,785.93	
10302	Limpieza y desentra	m2	65.05	\$ 3.82	\$ 248.17	
10401	Trazo y nivelación	m2	65.05	\$ 2.56	\$ 166.71	
II - MUROS Y CASTILLI	\$ 69,284.98					
III - ESTRUCTURA	\$ 116,558.60					

Figura 30. Ejemplo de un presupuesto exportado

El archivo está formulado. Es decir, todas las hojas del libro están vinculadas para que, al modificar alguna variable (costo, cantidad, factores), se actualicen todos los conceptos asociados a esa variable, el presupuesto y la explosión de insumos.

El objetivo principal de generar un archivo de Excel con el presupuesto formulado es poder realizar el análisis de riesgos de éste (véase [Riesgo del presupuesto](#)). Sin embargo, también sirve para probar cambios en diferentes variables y ver cómo afectan el resultado, particularmente en la etapa de oferta.

Otros trabajos de Consultoría

Adicional al trabajo propio de consultoría derivado de la implementación de las herramientas digitales, existen otros proyectos de consultoría en los que participa la empresa y en los que apoya activamente.

- GAP Inmobiliaria. Diagnóstico y plan de mejora en Administración de Proyectos.

Participé en las siguientes actividades:

- Lectura y revisión de los procesos, modelos e informes existentes
- Diez entrevistas con personal de diferentes niveles, áreas y especialidades
- Integración del plan de acción de mejora que incluye: organigrama completo del proyecto, matriz de recursos, matriz de procesos y matriz de herramientas a corto, mediano y largo plazo
- Constellation Brands. Implementación de modelos de control de avance físico, valor ganado y flujo de efectivo en los proyectos de cerveceras en Mexicali y Obregón.

Participé en las siguientes actividades:

- Integración del flujo de efectivo
- Programación del calendario de procuración
- Análisis e integración de bases de datos para el modelo de Valor Ganado
- Generación de estimaciones y seguimiento a pagos
- Capacitación del personal en el uso de MS Excel
- Capacitación del personal en el uso de las herramientas EMSI
- Parsons. Análisis de costo indirecto derivado de la terminación anticipada del contrato con el Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México. Participé en las siguientes actividades:
 - Integración del costo indirecto a partir de la información contable
 - Análisis de gastos no recuperables
 - Negociación con la Residencia para la autorización de gastos no recuperables y la revisión de indirecto

«Sólo espero que nunca perdamos de vista una cosa: que todo empezó con un ratón.»

Walt Disney

IV. Resultados

Mi preparación como ingeniera civil me ha dado los conocimientos fundamentales de la teoría de costos y de la gestión de riesgos: qué es un presupuesto, cómo se integra, qué es un avance de obra, qué es un riesgo, cuáles son las estrategias para atenderlo, entre otros. En el trabajo profesional he logrado complementar estos conocimientos teóricos con la aplicación práctica para llevarlos al modelo de negocio de la empresa.

La implementación del modelo de gestión de riesgos en el proyecto del Edificio Terminal del NAICM impulsó mi desarrollo profesional. Logré integrar la información de un proyecto de \$84 mil millones de pesos en un plan de riesgos que incluyó la evaluación económica de cada uno, sus estrategias y acciones de mitigación y la definición de la reserva de contingencia del proyecto. Se logró establecer un proceso de monitoreo continuo que me permitió interactuar con todas las especialidades, evaluando información proporcionada por alrededor de 40 involucrados para actualizar el impacto de los riesgos y dar seguimiento a cada una de las acciones de respuesta. Asimismo, a partir de las experiencias en el proyecto se mejoraron y desarrollaron funcionalidades en el sistema EMSI Riesgos, haciendo de la herramienta la única de su tipo en el mercado.

El trabajo con el proyecto Residencial Parque Norte para la implementación de EMSI Contratos ha sido benéfico tanto para la empresa constructora como para EMSI. A pesar de haber desarrollado la herramienta con el objetivo de administrar los contratos de obra,

nos dimos cuenta que carecía de funcionalidades básicas para llevar a cabo un exitoso control de ellos. La sinergia entre ambas empresas nos dio la oportunidad de llevar la herramienta a un nivel más profesional y de interés general para la industria.

La implementación del modelo de control de costos ha sido compleja. Principalmente porque se identifican dos tipos de mercado: el de las grandes empresas constructoras que ya cuentan con un modelo de control de costos y el de las MiPyMEs, a las que les resulta complicado y oneroso implementar el modelo y la herramienta EMSI Costos. Asimismo, vale la pena comentar que a pesar de que el modelo está perfectamente descrito en las metodologías internacionales, la gran mayoría de los ingenieros y arquitectos en la industria de la construcción lo desconocen y no lo entienden en su totalidad.

El trabajo en los proyectos de la ampliación de la L12 y la rehabilitación de la carretera Matehuala-Salttillo se llevó a cabo con una empresa constructora grande con la que no se logró definir correctamente el criterio de control. Se definieron estructuras presupuestales y de cuentas de costo difíciles de administrar; con miles de conceptos de obra y cientos de cuentas de costo. Esto llevó a una ruptura con la empresa ya que no fue exitosa la implementación del modelo propuesto por EMSI. Sin embargo, el trabajo derivó en la identificación de funcionalidades de mejora, por lo que actualmente la empresa se encuentra desarrollando la segunda versión de la herramienta EMSI Costos.

Otros trabajos de consultoría, tales como el diagnóstico de procesos y la presentación de reclamos, han fortalecido mis habilidades de liderazgo, negociación, comunicación, trabajo en equipo, entre otras.

Mi participación dentro de la empresa ha evolucionado. En un principio estaba orientada principalmente a la venta de las herramientas digitales y a la redacción de los manuales de usuario. La integración teórica de mi formación como ingeniera civil con la experiencia práctica adquirida en estos tres años me posicionan como un activo para múltiples servicios proporcionados por la empresa.

«Me gustaría que cada vida humana fuera libertad pura y transparente.»

Simone de Beauvoir

V. Conclusiones

El presente trabajo resume las actividades que he desempeñado en los últimos 3 años como profesional de ingeniería civil; enfocadas a la administración de proyectos de construcción y la implementación de metodologías estandarizadas, así como de software de desarrollo específico para el control de proyectos de la industria.

Conclusiones sobre mi participación

Mi formación dentro de la Facultad de Ingeniería y mi experiencia previa en diversos trabajos me brindaron las herramientas para desarrollar los trabajos con un alto conocimiento teórico y gran capacidad analítica.

A medida que fue evolucionando mi trabajo dentro de la empresa, crecieron también las oportunidades en la mejora e implementación de las herramientas digitales y en la consultoría ofrecida a los clientes. Con el tiempo, adquirí mayores responsabilidades para atender los proyectos, teniendo que coordinar reuniones de trabajo, analizar información y presentar resultados, atender inquietudes y generar soluciones.

Mi preparación académica y mi experiencia laboral me convierten en una profesionalista con grandes capacidades analíticas y habilidades interpersonales, lo cual le brinda la oportunidad a la empresa de colocarme en una amplia variedad de proyectos. He crecido como ingeniera civil y como profesional en la industria de la construcción, ya que este trabajo me ha puesto retos para poner en práctica mis conocimientos y habilidades y me

ha dado la libertad de tomar decisiones y resolver problemas. He participado en proyectos de diferente índole y con diferentes tipos de clientes, siempre alcanzando los objetivos propuestos.

Una de las enseñanzas que me ha dejado el trabajo de consultoría es que la comunicación entre los miembros de las organizaciones es escasa y en ocasiones cuentan con información disímil, lo cual puede llevar a graves errores en la interpretación de ésta. Es fundamental construir y mantener una relación de confianza y cooperación con los interesados para que, como tercero externo, se logre definir información sustentada.

Derivado de la experiencia adquirida en el manejo de las herramientas digitales y en los diversos trabajos de consultoría, ha iniciado mi colaboración en proyectos con otras empresas, tales como Freyssinet y Petróleos Mexicanos.

Conclusiones sobre el trabajo

Las herramientas digitales desarrolladas por la empresa están basadas en metodologías internacionales de gestión de proyectos. El tener la posibilidad de implementarlas en proyectos de construcción, presenta una mejora real en la administración de los mismos. La cancelación del proyecto del NAICM y la terminación del trabajo de control de costos en la ampliación de la L12 y la rehabilitación de la carretera Matehuala-Salttillo nos impiden determinar el beneficio de los sistemas en los mismos. Esto presenta un área de oportunidad para la empresa y las herramientas para implementarlas en nuevos proyectos y evaluar el ahorro a las empresas constructoras por la gestión de riesgos y por la identificación de las desviaciones de costo a un nivel que los sistemas contables comerciales no ofrecen.

El contar con este tipo de sistemas le brinda al usuario la posibilidad de tener la información disponible en la nube, las 24 horas, los 365 días del año, segura y encriptada desde cualquier dispositivo con internet. Evita el uso de otras herramientas, como el Excel, optimizando la actualización de la información y protegiéndola de un uso incorrecto.

Con el acceso al presente trabajo, los egresados tendrán conocimiento de la necesidad que existe tanto en el sector público como en el privado para optimizar el desarrollo de obras de ingeniería, así como de las herramientas teóricas y prácticas que existen para la administración de proyectos y que como ingenieros civiles debemos conocer para satisfacer la demanda de la industria.

Bibliografía

- Arroyo Yllanes, L. M. (2017). Análisis de riesgo de presupuestos. *Revista Mexicana de la Construcción*(628), 38-43.
- Arroyo Yllanes, L. M. (2017). Modelo para el control de costos en proyectos de construcción. *Ingeniería Civil*(574), 8-12.
- Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2018). *CEESCO*. Recuperado el 2 de marzo de 2019, de http://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2019/SITUACION%20Y%20PERSPECTIVAS%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20PRODUCTIVA%20DE%20LA%20INDUSTRIA%20DE%20LA%20CONSTRUCCION%20DICIEMBRE%202018_CEESCO.pdf
- Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2019). *CEESCO*. Obtenido de <https://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2019/PDF/Situacion%20actual%20y%20perspectivas%20de%20la%20industria%20de%20la%20construccion%20primer%20trimestre%20de%202019.1.pdf>
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2005). *Earned Value. Project Management*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2009). *Libro 2 Tomo IV. Servicios Técnicos: Control de la ejecución de la obra pública. Normas de Construcción de la Administración Pública Federal*.
- INEGI. (2019). Inversión Fija Bruta. México. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/ifb/default.html#Tabulados>
- INEGI. (2020). Valor de la producción de la Construcción. México. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/construccion/>
- KPMG. (2017). *Make it, or break it. Global Construction Survey 2017*. Obtenido de <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ie/pdf/2017/10/ie-global-construction-survey.pdf>
- Mwanaumo E., e. a. (s.f.). Module 003: Construction Contract Management and Administration. Recuperado el 2018, de <http://www.ncc.org.zm/wp-content/uploads/2016/02/003-Training-Manual-Introduction-to-Contract-Management-and-Administration.pdf>
- Project Management Institute, Inc. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)* (Sexta edición ed.).
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2020). *Transparencia Presupuestaria*. Obtenido de <https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/>