

NEWSLETTER

JULIO 2023, NÚMERO 6

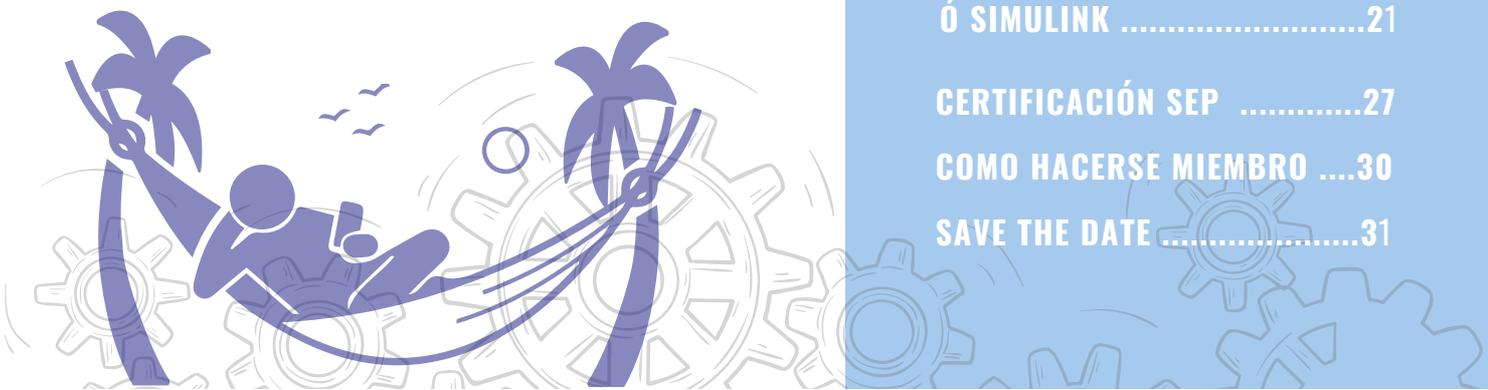


UN PRIMER SEMESTRE DE 2023 EN POSITIVO

¡FELIZ VERANO!

EN ESTE NÚMERO:

CARTA DE LA PRESIDENTA	2
28 EPISODIOS Y 25 NOMBRES .	7
NOTICIAS DE PORTUGAL	10
BENEFICIOS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS EN GRANDES PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA: LA MUY ESPERADA PRUEBA EMPÍRICA	12
WORKING GROUP DE MBSE ...	20
CREANDO UN PUENTE ENTRE CAPELLA Y SYSTEM COMPOSER Ó SIMULINK	21
CERTIFICACIÓN SEP	27
COMO HACERSE MIEMBRO	30
SAVE THE DATE	31



CARTA DE LA PRESIDENTA:



Anabel Fraga

PRESIDENTA - AEIS INCOSE

UN PRIMER SEMESTRE DE 2023 EN POSITIVO - ¡FELIZ VERANO!

Lo primero es desearos que estéis bien y que este primer semestre del año fuese productivo en todos los sentidos.

Este semestre hemos realizado varias actividades tanto nacional como internacionalmente y ha sido grato veros en persona.

Seguimos fortaleciendo los grupos de trabajo y el voluntariado en la asociación. La colaboración con los miembros del CAB y el incremento desde el año pasado de la industria y la academia en nuestro CAB es un privilegio y un honor, siendo un punto de encuentro a nivel nacional para lograr un incremento en la divulgación y el crecimiento de la Ingeniería de Sistemas en España.

En lo relativo al programa de **Technical Leadership Institute** de INCOSE, han sido aceptados dos de nuestros miembros en la Cohort 9 que iniciará actividades este verano en un programa de dos años totalmente gratuito y que permitirá a nuestros miembros formarse con los mejores.

Silver Circle Award 2023

Este año, como el anterior, hemos ganado el INCOSE SILVER Chapter Award Circle 2023.



A nivel internacional, AEIS ha participado en el IW2023, representada por la presidenta, evento en el que hemos podido ayudar a la organización del IS2023, participando en el Technical Program Committee y dentro del Technical Operations de INCOSE.

A nivel regional, en el sector 2 (EMEA), hemos liderado la organización del evento del sector que se ha realizado en Sevilla del 24 al 26 de abril. El **INCOSE EMEA WSEC 2023**, ha sido un éxito y ha permitido conectar nuevamente en persona después de la pandemia a académicos y practicantes de la disciplina de todo el mundo y en particular de EMEA. El tema de la sostenibilidad que hemos elegido ha suscitado un gran compromiso en toda la comunidad de la ingeniería de sistemas. Es una llamada a la acción para que los profesionales de la ingeniería de sistemas ayuden a resolver algunos de los problemas mundiales más importantes. Ahora es el momento de hacer oír nuestra voz para garantizar un mundo mejor en el futuro. Estamos realmente orgullosos de la diversidad del programa que hemos reunido y de que podamos ofrecer una oferta tanto presencial como virtual para maximizar las interacciones sin dejar de incluir a quienes no pueden viajar. Tuvimos una ocasión excelente, que permitió intercambios profesionales y sociales con amigos y colegas, tanto antiguos como nuevos.

EMEA WSEC 2023

Durante el EMEA WSEC 2023, tuvimos varios retos porque era la primera vez que combinábamos la conferencia y workshop, y se convirtió en un desafío. Pero teniendo en cuenta el fuerte equipo y el sólido programa, el éxito estaba garantizado. El programa constaba de seis temas cada día, uno de ellos sólo virtual y otro híbrido. Al final del evento, teníamos 18 pistas totalmente reservadas desde las 8:15 de la mañana hasta las 17:00 de la tarde, con un evento social el martes y una velada para romper el hielo el lunes después del evento.

Tres ponencias plenarias fueron de gran calidad, evaluadas por nuestro público en un 81% como las mejores:

- Gerhard Krinner. Directeur de recherche, CNRS - IPCC
- Cecilia Haskins. Profesora asociada de Ingeniería de Sistemas. NTNU y USN
- David Long. Presidente, Blue Holon

Se organizaron sesiones **FuSE** presenciales e híbridas durante los tres días del evento, lo que permitió a los delegados del evento de EMEA participar en el Futuro de la Ingeniería de Sistemas e incluir la Sostenibilidad en este viaje.

Se ofreció un examen SEP durante el evento, en persona, para aumentar las oportunidades de cualquier Ingeniero de Sistemas de probar el examen y certificarse.

Un agradecimiento especial a nuestros patrocinadores Jama, ULMA, INDRA, The Reuse Company, Tom Sawyer, ISDEFE, SE-trec, SE Training, MathWorks, PPI, 3DS, y Top Team Requirements; ellos también nos ayudaron a hacer realidad este evento con la encantadora audiencia que tuvimos. Se interesaron muchos ingenieros de sistemas de EMEA y de todo el mundo.

Organizing Team

Teníamos un comité de organización maravilloso, del tamaño adecuado, diverso, y todo el mundo tiraba en la misma dirección. Yo estoy orgullosa de haber hecho este viaje con ellos. ¡Gracias!

Role	Name	Surname	Chapter
EMEA Director	Sven-Olaf	Schulze	Germany
Event Chair	Anabel	Fraga	Spain
Program Chair	Peter	Graham	UK
Technical General Chair	Louwrence	Erasmus	South Africa
Technical Workshop Chair	Jean-Claude	Roussel	France
Technical Conference co-Chair	Omar	Hammami	France
Technical Workshop co-Chair	Luca	Paladino	France
Sessions Chair Coordinator	Carlo	Leardi	Italy
Student Outreach	Tom	Aldous	UK
Advisor / Historian	Cecilia	Haskins	Norway
Financial Chair	René	Oosthuizen	South Africa
Communications and Quality Chair	David	Ward	Italy
Website, social networks, and Teams manager	Luis	Andés Olmedo	Spain
Master of Ceremony and Facilitator	Marco	Di Maio	Switzerland
KMD Event Manager	Karin	Moens	

Algunos comentarios de los asistentes

Más de 178 personas asistieron al evento, la mayoría en persona. Y fue llamativo ver que más del 80% calificó el evento como sobresaliente o excelente, el 17% volverá en persona a los eventos de EMEA, el 15% volverá virtualmente a los eventos de EMEA, y todos estaban interesados en futuros eventos de INCOSE.

El contenido técnico fue la razón principal para asistir para el 86%, y el establecimiento de contactos para el 75%. Algunas personas que participaban por primera vez en un evento INCOSE comentaron: *"Teniendo en cuenta la calidad del evento, asistirán a más eventos en EMEA y en todo el mundo"*.

Datos curiosos

Los asistentes al evento eran de 22 nacionalidades y hablaban ¡más de 25 idiomas! Francia y España fueron los países con mayor participación, seguidos de EE.UU., Reino Unido, Alemania y Países Bajos. También resultó interesante la presencia de personas procedentes de Arabia Saudí, Corea, Portugal y Australia, entre otros países.

Momentos del evento





NOVEDADES

El IS2023 es el próximo evento, <https://www.incose.org/symp2023>, celebrándose mientras liberamos esta Newsletter. Ya os contaremos los avances sobre el nuevo Handbook v5, estará disponible en el IS este verano, que planeamos traducir al español en un esfuerzo conjunto con el Capítulo de LATAM.

Durante el EMEA WSEC hemos tenido la oportunidad de compartir con el capítulo emergente de Portugal y comenzar a realizar actividades conjuntas, así como el capítulo emergente de LATAM.

El capítulo de UK me ha invitado a realizar un artículo en el que hablo brevemente sobre **porque soy Ingeniera de Sistemas** y como ha sido ese camino de descubrimiento o redescubrimiento (mejor dicho). ¡Os invito a leerlo y espero que os guste!

A nivel nacional hemos seguido realizando webinars mensuales y eventos como el de INDRA de Sistemas de Sistemas (SoS) en Febrero, el evento internacional de INCOSE del día internacional de la mujer en marzo colaborado con los tres sectores de INCOSE, y en el mes de Junio ASEW en la Universidad Europea en su segunda y exitosa edición.



Enlazando con ello, y como siempre lo comento para que no se nos olvide esta lección, lo que hemos pasado estos años, necesitamos cultivar nuestros soft-skills, nuestras habilidades de comunicación, empatía y calidez humana. No importan donde trabajas, en casa, en un despacho, en una oficina o en un co-working, lo importante es cuidar la calidad de vida y la calidad del trabajo realizado.

Y como dije el verano pasado, pensemos como ingenieros de sistemas, estamos hablando de sistemas complejos que deben interrelacionarse de la mejor manera posible y en muchos casos debemos tener mecanismos de regulación y mantenimiento del sistema para que esté en la mejor forma posible. Si lo hacemos con otros sistemas, ¿por qué no con nosotros?

Finalmente queremos agradecer como siempre a nuestros afiliados, al CAB y las empresas afiliadas, que durante este tiempo han estado a nuestro lado. Y que sin la colaboración y el compromiso que tienen con la asociación no sería posible lograr todos estos pasos que nos vamos planteando. Queremos desearos un buen verano, disfrutad, descansad, reponed fuerzas y actuar con consciencia en estos momentos.

Un fuerte abrazo de parte de toda la familia de INCOSE España, y cuidaros mucho este verano!

Anabel

28 EPISODIOS Y 25 NOMBRES



Luis Andrés Olmedo

SE & MBSE Expert - AKKODIS

Presidente electo - AEIS-INCOSE

Fundador - SISTEMISTAS

Por los 28 episodios de #Sistemistas publicados hasta hoy han pasado 25 grandes profesionales de ingeniería de sistemas. Sirva este breve texto como tributo y agradecimiento a ellos y a los que están por venir, pues sin ellos no habría contenido en el podcast y yo no podría difundir (y aprender) sobre ingeniería de sistemas en español.

Hemos tratado temas muy diversos de nuestro ámbito, aportando distintas visiones desde distintos entornos y proyectos, permíteme un breve repaso:

- **Cristina Rodríguez:** presidenta de AEIS cuando comencé el podcast, responsable ingeniería de sistemas entonces y directora de ingeniería de Skydweller ahora. En el episodio hablamos un poco de la asociación y su trayectoria profesional.
- **Alejandro Salado:** ¿qué puedo decir de Alejandro? Un referente a nivel mundial, profesor en una Universidad de Estados Unidos y director de asuntos académicos a nivel mundial de INCOSE desde hace unos meses. Hemos hablado de MBSE en un episodio y de arquitecturas en otro. Si no los has escuchado, te recomiendo hacerlo, imprescindibles.
- **Jose Luis Benito:** ¿te interesa la captura de requisitos y necesidades con cliente? En el episodio número 4, Jose Luis me habló de por qué es tan importante ese proceso.
- **Georg Hoefler:** habiendo sido compañeros durante un tiempo puedo decir que todo lo que aprendí del “huracán” Hoefler no se puede enumerar en un texto breve, un verdadero compañero y profesional, con un conocimiento profundo (desde un punto de vista humilde) de Safety.
- **Jose Fuentes:** miembro de la junta de AEIS, colaborador en la guía de requisitos de INCOSE, gran comunicador (busca en LinkedIn o en la web de la empresa para la que trabaja – REUSE Company (empresa española) – la cantidad de webinars que tiene publicados) y además colaborador, siempre encantado de compartir conocimiento. El episodio 6 sobre calidad de requisitos da buena fe de ello.

INGENIERÍA DE SISTEMAS EN
ESPAÑOL

SISTEMISTAS

Un podcast de Luis Andrés Olmedo

- **Marta Saña:** software crítico y certificación, experta en V&V de sistemas embarcados ¿te interesa la DO178? El episodio 7 debería estar en tu reproductor de podcast.
- **Alejandro López:** Alejandro es profesor en Chile, y con el hablé de la situación de la formación de ingeniería de sistemas en su País. Un interesante debate. Episodio 8.
- **Anabel Fraga:** ¿quién no conoce a Anabel? Profesora de la UC3M, presidenta de AEIS desde enero de 2022 y casi omnipresente en los foros y actividades de INCOSE en España y fuera de ella. Me contó los objetivos para sus dos años de presidencia que, creo, está cumpliendo de sobra.
- **Raúl Zamorano:** la gestión de la configuración es su ámbito de dominio, y así me lo demostró en el episodio 10 en el que hablamos de qué es y qué no es, usando su experiencia en grandes empresas (Airbus, Indra) como catalizador.
- **Jorge Casamayón:** ¿es posible aplicar ingeniería de sistemas a proyectos muy pequeños con muy poca financiación? Si que lo es ¿hasta qué punto? Depende, como muchas cosas en este ámbito. Jorge me contó cómo junto a algún compañero, decidieron aplicar los procesos de ingeniería de sistemas que les resultaran útiles en un proyecto de I+D.
- **Adrián Unger:** ¿ingeniería de sistemas en Argentina? Con Adrián, miembro de INCOSE y profesional de esta disciplina allí, hablamos un poco de todo lo relacionado.
- **Alberto Sols:** Decano de la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño de la Universidad Europea de Madrid (y paro ahí porque me quedaría sin espacio si escribo todas sus referencias), me contó un poco más sobre el máster de IS de la UEM, única formación reglada en España sobre nuestra disciplina.
- **David Pérez:** ¿cómo plantea Mathworks el diseño basado en modelos? David me contó algún caso de éxito y hablamos un poco de sus herramientas.
- **Ricardo Valerdi:** Ricardo Valerdi me habló sobre COSYSMO, un modelo para calcular las necesidades (costes) de Ingeniería de Sistemas que va a tener un proyecto. Episodio 15.
- **Juan Llorens:** V y V, validación y verificación ¿quién es quién? Te va a costar encontrar una descripción de ambos términos tan clara y detallado como la que hizo Juan, uno de los pocos ESEP de España.
- **Jesús Escudero:** volví a hablar de safety, en este caso aplicada a UAVs y VTOLs, con Jesús de ANZEN engineering, empresa 100% española.
- **Juan Navas:** Capella y Arcadia. Juan es “lead expert” de modelado y simulación en Thales, y me contó un poco sobre los orígenes y las motivaciones de Arcadia.

**HEMOS
TRATADO
TEMAS MUY
DIVERSOS DE
NUESTRO
ÁMBITO**



INGENIERÍA DE SISTEMAS EN
ESPAÑOL

SISTEMISTAS

Un podcast de Luis Andrés Olmedo

**EMPIEZO
POR LO
IMPOTANTE
, SENTIRSE
AGRADECI
DO**

- **Luis, Maite y Oroitz:** primer episodio en grupo, en el que Luis, Maite y Oroitz me hablaron de gestión de la configuración y cómo en CAF, a lo largo de los años, han desarrollado una estrategia basada en árboles que tiene mucho sentido. Episodio 20.
- **Sergio Tiraplegui:** en el ASEW de 2022 Sergio presentó el caso práctico de SENER y la disciplina de sistemas que están aplicando. Si quieres saber cómo se difunde la Ingeniería de Sistemas en SENER, este episodio es para ti.
- **Pablo López:** safety y MBSE o análisis de safety basado en modelos (MBSA). Una tendencia en alza que Pablo, de ANZEN, nos explicó en detalle tal y como ellos están siguiendo en la empresa y con clientes.
- **Alberto González:** agencia espacial europea e ingeniería de sistemas ¿suena interesante, verdad? Pues Alberto está involucrado de lleno en ello en su rol dentro de la agencia. Me contó cuáles son algunos de los procesos de IS que aplica la ESA. Muy interesante.
- **Jorge Maella:** personalmente me costaba entender el ecosistema de herramientas de IS de Dassault, así que contacté con Jorge para ver si nos los contaba a todos y accedí encantado. Si te interesa el mundo de las herramientas y no te aclaras con CAMEO, MagicDraw y otros términos, igual este episodio de te ayuda.
- **Roberto Bastante:** DOORS, requisitos, diseño, pruebas, configuración, exportación, plantillas... si has trabajado con requisitos en el mundo de la Defensa probablemente estos términos te suenan. Roberto nos cuenta cómo llevan años manteniendo el ecosistema DOORS de Indra.

Y este es un resumen muy breve de los protagonistas de **#Sistemistas** en estos 28 episodios con el que pretendo darles la visibilidad que merecen y las gracias por compartir su conocimiento.

Y gracias a AEIS, otra vez, por darme la oportunidad de escribir un poco sobre mi proyecto.

Un saludo sistemista.

SISTEMISTAS

NOTÍCIAS DE PORTUGAL

Ricardo Reis (& Hugo Brandão)

Esta é uma breve nota de contacto e notícias de Portugal, ocasionada por um desejo de fomentar uma comunidade activa em Portugal de praticantes de Engenharia de Sistemas. Ela é consequência também do excelente acolhimento de colegas como a Anabel Fraga e o Luis Andes Olmedo na workshop EMEA do INCOSE em Sevilha este ano.

Em 2010/2011 abriu o primeiro curso de engenharia de sistemas (até agora único) em Portugal, no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), resultado da expressão de necessidades de várias indústrias no Norte de Portugal. A criação deste curso, iniciativa liderada pela prof. Maria Eduarda, levou a uma primeira interacção com o INCOSE, para dar um parecer sobre o curso, e uma primeira tentativa de criar um capítulo INCOSE em Portugal. Vários colegas de Espanha, França e outros grupos INCOSE Europeus estabeleceram um primeiro relacionamento com Portugal na altura. O capítulo não se tornou realidade mas o curso no ISEP continua a formar novos profissionais de grande valor e apreciados pela indústria. Os alunos organizam todos os anos um evento de jornadas de Engenharia de Sistemas no Porto, focada principalmente no contacto com as empresas para primeiro emprego.

Em paralelo, como acontece com muitos de nós, outros portugueses se tornaram Engenheiros de Sistemas (SyE) pelo percurso da vida. Muitos deles fora do país, principalmente na área do espaço, aviação e defesa. Uma diáspora de profissionais espalhados pelo mundo. Nestes últimos 10 anos vimos também muito do nosso país mudar, com um aumento de actividade de engenharia no sector de aeronáutica, defesa e espaço, mas também eólica e automotiva, para citar algumas. Nestas indústrias a actividade de SyE tem crescido. Esses 10 anos são também, por coincidência, os do capítulo do INCOSE no Brasil, com o qual existem naturais afinidades.



No ano passado, o Hugo Brandão (ASEP), recém-regressado a Portugal, re-activou a ideia de um capítulo INCOSE em Portugal. Começou a procurar outros profissionais da área e iniciou um núcleo no WhatsApp que tem hoje cerca de 22 participantes. Por outro lado, o número de membros do INCOSE em Portugal é ainda relativamente baixo (menos de 5). Por estes motivos, o foco deste núcleo inicial é, primeiramente, ter uma comunidade viva e vibrante que se comunique, troque experiências e aprenda em conjunto. Espera-se que naturalmente tal leve a uma massa crítica de membros do INCOSE nalgum ponto futuro.

Os ventos parecem então promissores para que uma comunidade activa de SyE emerga em Portugal, conectando-se a todos estes outros ecossistemas. Em particular, a proximidade com Espanha - “nuestros hermanos” - e outros países Europeus, afinidade linguística & cultural com o Brasil além dessa diáspora, dão essa esperança.

Mas para os sonhos virarem realidade, é preciso concretizar. Espero que ainda este ano iniciemos uma prática regular de contacto e troca de experiências com o capítulo INCOSE em Espanha. Com a vossa boa vontade, proximidade geográfica e facilidade de entendimento comum certamente todos poderemos beneficiar disso.

Votos de num ano, ao encontrar-vos de novo nesta newsletter, tenha mais notícias a dar-vos, sinal de grande interacção e aprendizado conjunto.

Abraço de Portugal, Ricardo Reis (& Hugo Brandão)



Portugal *Emerging Chapter*

PORTUGAL

epf@isep.ipp.pt

BENEFICIOS DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS EN GRANDES PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA: LA MUY ESPERADA PRUEBA EMPÍRICA



Jaume Sanso Ferrer
SENER Ingeniería y Sistemas
Barcelona, España
jaume.sanso@sener.es



David Martín Rodríguez
SENER Ingeniería y Sistemas
Barcelona, España
david.martin@sener.es

1. Introducción y propósito

A pesar de la creciente demanda en el sector, la Ingeniería de Sistemas aún no es una práctica común en todos los proyectos de infraestructura y transporte. Por este motivo, y con el objetivo de superar la resistencia de algunas empresas para adaptar sus procesos a esta disciplina de ingeniería, parece necesario proporcionar una demostración empírica de los beneficios de la Ingeniería de Sistemas.

Pese a que existe una gran cantidad de estudios que demuestran los beneficios de la Ingeniería de Sistemas, estos no parecen ser aplicables a grandes proyectos de infraestructura. Por ejemplo, el estudio SE-ROI de E. Honour utilizó datos de proyectos aeroespaciales, de defensa y orientados al mercado, que son muy diferentes de los proyectos de infraestructura. Además, el modelo COSYSMO (Constructive Systems Engineering Cost Model) de R. Valerdi, que proporciona un método específico para estimar el esfuerzo de la Ingeniería de Sistemas para grandes proyectos, se desarrolló para el desarrollo de hardware y software, y no se adapta al desarrollo de proyectos de infraestructura.

Por lo tanto, este estudio busca llenar este vacío en la investigación existente proporcionando una demostración empírica de los beneficios de la Ingeniería de Sistemas en proyectos de infraestructura a gran escala. De esta manera, el propósito de este estudio es doble. En primer lugar, se propone una metodología para realizar estudios sobre el Retorno de la Inversión de la Ingeniería de Sistemas (SE-ROI) en grandes empresas de ingeniería de infraestructuras. En segundo lugar, se presenta la aplicación de esta metodología para calcular el SE-ROI en una empresa de ingeniería de infraestructuras específica.



2. Metodología de recopilación de datos

La selección de los proyectos adecuados para el estudio es un paso crucial. Para el desarrollo de este estudio, se seleccionaron y analizaron proyectos ejecutados entre los años 2010 y 2019. Durante este período, la empresa objeto del estudio realizó más de 500 proyectos diferentes. Para decidir qué proyectos podrían ser utilizados, se consideraron varias consideraciones, como el tamaño y la naturaleza del proyecto, la disponibilidad de datos económicos detallados y la fiabilidad de los datos sobre la cantidad de Ingeniería de Sistemas aplicada al proyecto. Finalmente, se seleccionó un total de 70 proyectos para formar parte del estudio. La siguiente figura muestra la distribución de estos proyectos en los diferentes sectores de ingeniería de infraestructuras:

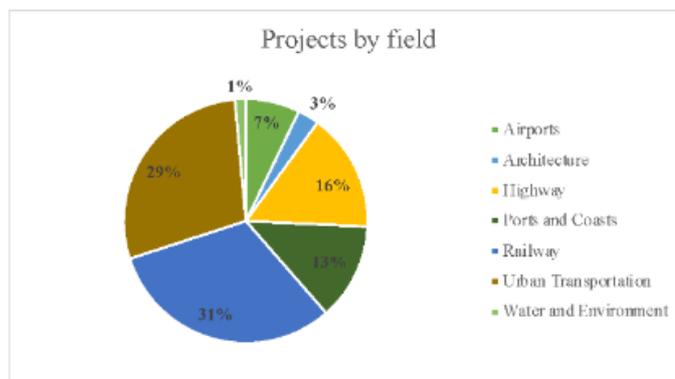


Ilustración 1. Distribución de proyectos por campo de ingeniería de infraestructuras.

3. Cuantificación de la Ingeniería de Sistemas

Para la cuantificación de la Ingeniería de Sistemas aplicada en los diferentes proyectos de infraestructura, se tuvieron en cuenta las siguientes tareas:

- Gestión de requisitos. La identificación, obtención y gestión de los requisitos de los interesados, el sistema y los subsistemas durante el proyecto.
- Gestión de interfaces. La gestión de las relaciones técnicas entre los diferentes interesados del proyecto.
- Gestión del cambio. La gestión del cambio incluye manejar los cambios técnicos en el proyecto que podrían afectar los requisitos, las interfaces o cualquier aspecto del diseño.
- Gestión de la arquitectura del sistema. Desarrollar y gestionar una Estructura de Desglose del Sistema, una Estructura de Desglose Funcional y una Arquitectura del Sistema durante el proyecto.
- Verificación y validación. Esta tarea consiste en verificar que el sistema diseñado cumple con los requisitos y que se ajusta a las expectativas de los clientes. Esta tarea se realiza principalmente utilizando Matrices de Verificación de Requisitos y Trazabilidad.

**SE
SELECCIONÓ
UN TOTAL DE
70 PROYECTOS
PARA FORMAR
PARTE DEL
ESTUDIO**

- Gestión de la configuración. La gestión de las versiones y baselines del proyecto, realizando comparaciones de baselines para verificar el progreso del proyecto.

Cuantificar el grado o proporción de Ingeniería de Sistemas que se ha aplicado a grandes proyectos de infraestructura no siempre es una tarea sencilla, debido a que no está estandarizado en este entorno. Aunque en algunos casos la proporción de Ingeniería de Sistemas está bien registrada y asignada a las actividades correspondientes, no en todos era así. A menudo, las tareas de Ingeniería de Sistemas se asignan erróneamente a otras actividades de gestión o técnicas, por lo que es necesario aplicar una transformación donde las horas trabajadas en los proyectos se preprocesan para extraer las actividades reales realizadas. Para reasignar estas tareas a las áreas específicas de Ingeniería de Sistemas consideradas para este estudio, se llevaron a cabo reuniones con los gerentes de proyectos durante un período de 8 meses, junto con un estudio detallado de los datos del proyecto. Esto permitió obtener una estimación fiable de la proporción de ingeniería de sistemas que se aplicó a los diferentes proyectos objeto del estudio.



4. Cálculo de la Relación de Costos del Proyecto

El estudio propone el uso de una relación entre el costo real y el costo previsto, llamada Relación de Costos (CR, por sus siglas en inglés). Cualquier CR por encima de un valor de 1 representará un costo más alto de lo esperado. Es importante tener en cuenta que esta medida de CR no considera los márgenes del proyecto. Por lo tanto, un proyecto con un CR por encima de 1 aún podría ser rentable, siempre que se encontrara dentro del margen previsto por la empresa

Esta medida CR fue comparada con la cantidad de ingeniería de sistemas aplicada a los diferentes proyectos, con el objeto de generar un modelo matemático que permitiera identificar si la aplicación de ingeniería de sistemas tiene beneficio para los proyectos. Además, dicho modelo puede ser a su vez utilizado para encontrar el nivel óptimo de Ingeniería de Sistemas que se debe aplicar a grandes proyectos de Infraestructura.

5. Parte 8: Metodología Estadística

El primer paso para determinar la validez del estudio, es determinar si el número de muestras es suficiente. En este caso, asumiendo la normalidad de distribución de las muestras, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{(z_{\alpha} - z_{\beta}) \cdot \sigma}{\delta} \right)^2$$

Donde:

- La variación de los proyectos objeto de estudio fue $\sigma = 0.07$.
- Queremos detectar un cambio hasta 0.0035 ($\delta = 0.0035$).
- Consideramos un nivel de potencia del 90% ($z_{\beta} = 1.2816$).
- Consideramos un nivel de confianza del 99% ($z_{\alpha} = 2.5758$).

En base a estos valores, el número de mínimo de proyectos necesario para obtener un nivel de confianza del 99% es de 60 proyectos. Podemos ver, pues, que el número de 70 proyectos utilizado para el estudio es mayor que el número mínimo determinado. Sin embargo, para que esto sea válido se tiene que verificar que la asunción de normalidad utilizada, gracias a la cual se puede aplicar la fórmula anterior.

Si bien existen diversos test para determinar la normalidad, se decidió optar por el test Jarque-Bera, basado en asimetría y curtosis. Dicho test se define como:

$$JB = \frac{n - k + 1}{6} \left(\left(\frac{\hat{\mu}_3}{\hat{\sigma}^3} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\hat{\mu}_4}{\hat{\sigma}^4} - 3 \right)^2 \right)$$

Utilizando una significancia de $\alpha = 0.05$, con una herramienta de simulación se obtiene el siguiente resultado:

```
Jarque-Bera Test Result:
Null hypothesis ACCEPTED with 0.050 significance. P-Value:
0.0645
```

De esta manera, puede determinarse que la hipótesis de normalidad es adecuada y que, por lo tanto, el número mínimo de muestras necesario (60 proyectos) es válido.

**EL NÚMERO DE
70 PROYECTOS
UTILIZADO
PARA EL
ESTUDIO ES
MAYOR QUE EL
NÚMERO
MÍNIMO
DETERMINADO**

6. Resultados

A lo largo de la investigación presentada en la tesis publicada por E. Honour, parece que una curva cuadrática debería ser la aproximación más adecuada para la región de interés:

$$\hat{y} = a \hat{x}^2 + b \hat{x} + c$$

Podemos ajustar la curva cuadrática utilizando una regresión por mínimos cuadrados en base a la solución proporcionada por Sheldon P. Gordon y Florence S. Gordon (2004). Para la curva ajustada utilizando esta solución, podemos utilizar el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la idoneidad de la curva. Este coeficiente de correlación es proporcionado por O.W Eshbach (1952):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{\sum(y - \bar{y})^2}$$

Los resultados de la curva ajustada y la correlación se muestran en la siguiente gráfica:

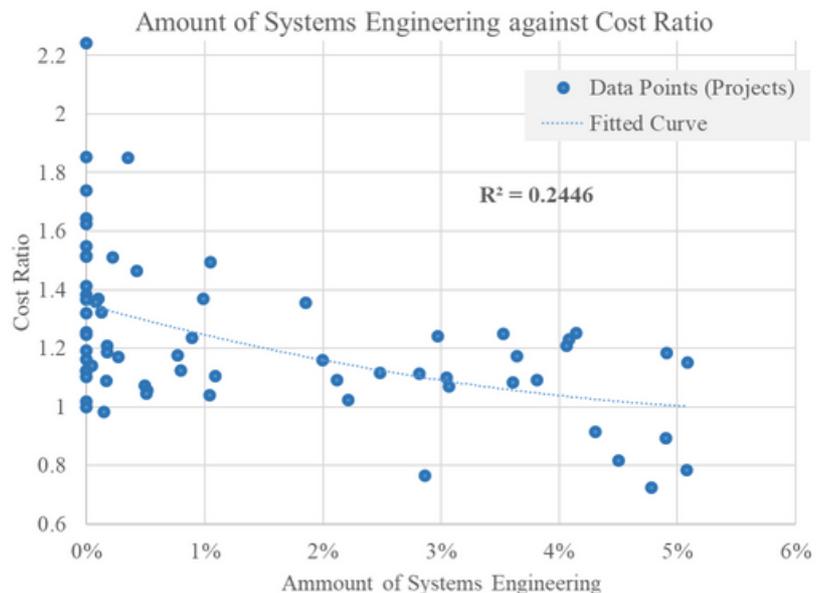


Ilustración 2. Gráfico del Ratio de Costes (Cost Ratio) respecto al porcentaje de Ingeniería de Sistemas.

La correlación entre la Proporción de Costo (CR) y el porcentaje de ingeniería de sistemas aplicada con respecto al total de horas del proyecto obtenido para los 70 proyectos estudiados fue aproximadamente del 24.5%. Para llegar a una conclusión sobre el resultado de la correlación obtenida, necesitamos obtener el punto de decisión para el tamaño de muestra (70) utilizado en el proyecto utilizando la fórmula proporcionada por Spiegel & Stephens (1997).

Para determinar una significancia mayor al 95% ($\alpha < 0.05$), se calcula el estadístico t de Student con $\alpha/2=0.025$. Por lo tanto, se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$R^2 = \frac{t^2}{n - 2 + t^2}$$

Donde R^2 es el punto mínimo de decisión para la correlación, t es la variable t-Student (en nuestro caso, para 70 muestras y un 99% de significancia, el valor crítico t es igual a 2.648) y n es el tamaño de la muestra. Utilizando la fórmula anterior, obtenemos un punto de decisión para $R^2 = 0.093$.

Como podemos ver, la correlación obtenida es mucho mayor que el punto de decisión, por lo tanto, se puede considerar significativa y se pueden extraer conclusiones a partir de este resultado. En este caso, una correlación del 25% indica un cierto nivel de relación entre las variables y la curva utilizada para ajustar el modelo. Es importante destacar que, en general, el costo final de cualquier contrato de infraestructura se ve afectado por un alto número de variables que a veces pueden no estar relacionadas con el desarrollo técnico. Por lo tanto, no podemos esperar que un solo proceso (o conjunto de procesos), como la Ingeniería de Sistemas, mitigue todas las causas de desviaciones en el proyecto, y por lo tanto no podemos esperar que este único proceso sea la única razón por la cual los proyectos tengan resultados exitosos. Sin embargo, una correlación del 25% ciertamente muestra una relación entre el resultado del proyecto y la Ingeniería de Sistemas que no debe ser ignorada.

7. Interpretación de los Resultados

La metodología descrita en este documento se aplicó para calcular el SE-ROI en una empresa de ingeniería de infraestructura y transporte. Los proyectos analizados abarcaron principalmente la etapa de diseño. Como se argumenta en varios estudios y publicaciones, como Cook y Wilson (2018), Honour (2004) y Brink, Peisert y Ventresca (1999), la aplicación de la Ingeniería de Sistemas en las etapas tempranas del proyecto es beneficiosa para el proyecto en general, pero el valor a menudo solo se percibe en etapas posteriores. Es por esta razón que el impacto de la ingeniería de sistemas en el diseño puede no ser claramente visible.

Cabe destacar que el objetivo de este estudio era únicamente determinar si existía una correlación significativa entre la cantidad de tareas relacionadas con la ingeniería de sistemas y la proporción de costos del proyecto (lo cual existe). El objetivo de este estudio no era proporcionar el mejor modelo estadístico para predecir la cantidad óptima de ingeniería de sistemas. Este estudio difiere del realizado por Eric Honour en varias formas, por lo que los resultados se pueden esperar que sean diferentes.

**UNA
CORRELACIÓN
DEL 25%
CIERTAMENTE
MUESTRA UNA
RELACIÓN
ENTRE EL
RESULTADO
DEL PROYECTO
Y LA
INGENIERÍA DE
SISTEMAS QUE
NO DEBE SER
IGNORADA**

**EL PUNTO
ÓPTIMO
PARECE SER
CUANDO EL
6.5% DE LAS
HORAS
TOTALES DEL
PROYECTO SE
DEDICAN A LA
INGENIERÍA DE
SISTEMAS**

Por un lado, la cantidad de ingeniería de sistemas se considera en bruto (porcentaje del costo de Ingeniería de Sistemas con respecto al costo del proyecto), mientras que Honour midió el Esfuerzo de Ingeniería de Sistemas, que incluía otros factores como la calidad de la Ingeniería de Sistemas. Además, los datos de este estudio no se han procesado utilizando los mismos métodos que el SE-ROI de Honour y no incluyen el Análisis de Componentes Principales. Un desarrollo adicional de este estudio podría incluir una transformación de los datos en Esfuerzo efectivo utilizando el modelo Delphi derivado en COSYSMO por Valredi.

Los resultados de correlación se pueden mejorar con cálculos estadísticos y modificando los salarios de cada una de las seis tareas de ingeniería de sistemas utilizadas en este estudio. Con un modelo mejorado y una correlación mejorada, se podría predecir la cantidad óptima de ingeniería de sistemas.

8. Conclusiones

La primera conclusión que se puede derivar de este estudio es que, para los proyectos analizados de la empresa seleccionada, la correlación significativa encontrada parece indicar una relación entre la aplicación de la ingeniería de sistemas y la desviación final de costos de los proyectos. Como en todo estudio estadístico, es importante tener en cuenta que la correlación solo implica una relación, pero no causalidad. Los resultados de correlación se pueden utilizar para demostrar que hay una relación entre la ingeniería de sistemas y el costo de los proyectos, pero la causalidad de esta relación debe evaluarse a través de la experiencia personal, el juicio y la retroalimentación de diferentes proyectos. Utilizando la curva aproximada, encontramos que, para proyectos con una pequeña cantidad de ingeniería de sistemas, el retorno de la inversión puede ser de hasta un 7%.

Debido a que el modelo se ajusta con una curva cuadrática, hay un mínimo absoluto para el modelo. Utilizando la curva ajustada, podemos ver que el mínimo absoluto (proporción óptima de costos) ocurre cuando el 6.5% de las horas del proyecto se aplican a la ingeniería de sistemas. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el único objetivo del estudio fue investigar la correlación entre la ingeniería de sistemas y el éxito económico de los proyectos. El modelo se puede mejorar aún más para estimar el valor óptimo de la ingeniería de sistemas.

Teniendo en cuenta que el punto óptimo parece ser cuando el 6.5% de las horas totales del proyecto se dedican a la ingeniería de sistemas, cabe destacar que, en los 70 proyectos estudiados, no hubo casos en los que la aplicación de la ingeniería de sistemas representara una proporción mayor al 6% de las horas del proyecto. A partir de esto, se podría entender que la cantidad de ingeniería de sistemas que se está aplicando actualmente en proyectos de infraestructura puede ser insuficiente y, por lo tanto, se podría aumentar para optimizar mejor los resultados.

En general, los resultados del estudio parecen proporcionar evidencia empírica de que la aplicación de procesos de ingeniería de sistemas en el diseño de grandes proyectos de infraestructura tiene un impacto positivo en el resultado final del proyecto y un retorno de inversión positivo.

Referencias

- Honour, E. 2013, 'Systems Engineering Return on Investment'. MSEE Thesis, Defense and System Institute, School of Electrical and Information Engineering, University of South Australia, Australia
- Valerdi, R. 2005, *The constructive systems engineering cost model (COSYSMO)*, Dissertation work, University of Southern California, Los Angeles, CA
- 2012, *Guide for the Application of Systems Engineering in Large Infrastructure Projects*, INCOSE Document # INCOSE-TP-2010-007-01, San Diego, CA (US)
- Hoehne, O. 2014, '5.1.2 Entering a Brave New World: Applying Systems Engineering to American Infrastructure Projects', *INCOSE International Symposium Volume 22 Issue 1*, 663-677, Rome, Italy
- Emes, M.R., Smith, A., and Majanovic-Halburd, L. 2012, 'Systems for construction: lessons for the construction industry from experiences in spacecraft systems engineering.' *Intelligent Buildings International*, Vol. 4, No. 2.
- Karim Jallow, A., Demian, P., N. Baldwin, A. and Anumba, C. 2014, 'An empirical study of the complexity of requirements management in construction projects', *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 21 No. 5, pp. 505-531
- Fernie, S., Green, S.D. and Weller, S.J. 2003, 'Dilettantes, discipline and discourse: requirements management for construction', *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 10 No. 5, pp. 354-367
- Shokri S.; Ahn S.; Czerniawski T.; Haas C. T.; and Lee S.H. 2014 'Current State of Interface Management in Mega-construction Projects' *Construction Research Congress 2014 : Construction in a Global Network*, Atlanta, Georgia, US
- Kobylkin, D., Zachko, O., Popovych, V., Burak, N., Golovaty, R., & Wolff, C. 2020, 'Models for Changes Management in Infrastructure Projects', *CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org)*, online.
- Silmon, J., Evans, R., Brownsword, M., & Nicholson, D. 2015, 'An architectural approach to requirements engineering for infrastructure projects. *Systems Engineering*', 18(3), 300-309.
- Donohue, Brian P., and Louis Cripps 2018, 'Configuration Management Coordination With Asset Management As Applied to Rail Transportation.' *ASME/IEEE Joint Rail Conference*. Vol. 50978. American Society of Mechanical Engineers.
- Kadam, P., Bhalerao, S. 2010, 'Sample size calculation'. *International journal of Ayurveda research*, 1(1), 55-57.
- R.V. Hogg, E.A. Tanis, D.L. Zimmerman 2015, 'Probability and Statistical Inference', 9th ed., Pearson, US
- Yap B. W., Sim C. H. 2011, 'Comparisons of various types of normality tests', *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 81:12, 2141-2155
- Jarque CM, Bera AK 1980, 'Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals'. *Econ Lett* 6(3), 255-259
- Honour, E. 2002, 'Quantitative relationships in effective systems engineering', *INCOSE_IL Conference*, ILTAM, Haifa, Israel.
- Gordon, S.P. and Gordon F.S. 2004, 'Deriving the quadratic regression equation using algebra', *Mathematics and computer Education*, vol. 38 no 3, 291-297
- Eshbach, O.W. 1952, 'Handbook of Engineering Fundamentals', John Wiley & Sons, 2-30, New York, NY (US)
- Spiegel M. Stephens L. 1997, 'Schaum's outline of Theory and Problems of Statistics', McGraw-Hill, 317, New York, NY (US)
- Brink, J.R., Peisert, G.D. and Ventresca, C. 1999, '2 Managing Research and Development Projects: A Systems Engineering Approach in the Early Stages of Design'. *INCOSE International Symposium*, 9: 1025-1034
- Cook, S. Wilson S. 2018, 'The case for investment in Systems Engineering in the early stages of Projects and Programs', *Systems Engineering Test and Evaluation Conference*, Sydney, Australia
- Honour, E.C. 2004, '6.2.3 Understanding the Value of Systems Engineering. *INCOSE International Symposium*', 14: 1207-1222

WORKING GROUP DE MBSE

El Working Group de MBSE se formó en septiembre 2023 y actualmente cuenta con 50 miembros, siendo uno de los más activos de AEIS. En él, se reúnen miembros de muy diversas industrias y niveles de experiencia para, entre otras cosas, crear iniciativas que promuevan la adopción del enfoque MBSE en España. Las reuniones son el segundo martes de cada mes, de 18:00 a 19:00. Cualquier persona con ganas de ayudar es bienvenida.

Las dos principales iniciativas actualmente llevadas a cabo son:

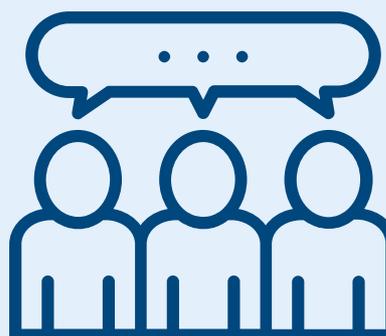
- El estudio del estado actual de implantación del MBSE en España, mediante un cuestionario online disponible en <https://forms.office.com/r/BRAxVGP17A>. Las respuestas serán muy importantes para entender el panorama actual, y decidir las futuras iniciativas que se llevarán a cabo desde el WG. Se agradece la difusión del cuestionario en empresas españolas, para tener una muestra lo más representativa posible que permita tomar las decisiones adecuadas por parte del WG.
- La creación de un pequeño libro en español de introducción al MBSE, que pueda servir como punto de inicio para debutantes y personas que quieran tener un conocimiento general sobre el MBSE. Para ello, se ha dividido el libre en una serie de capítulos con un pequeño equipo para cada uno de ellos. Algunos ejemplos de capítulos son: Beneficios del MBSE, ejemplo de implantación, o pilares del MBSE.

Si quieres participar en éstas o en otras de las iniciativas del WG, ¡no dudes en inscribirte en la página de AEIS:

<https://www.aeis-incose.org/recursos-para-miembros/working-groups/>!

También puedes contactar a los colíderes:

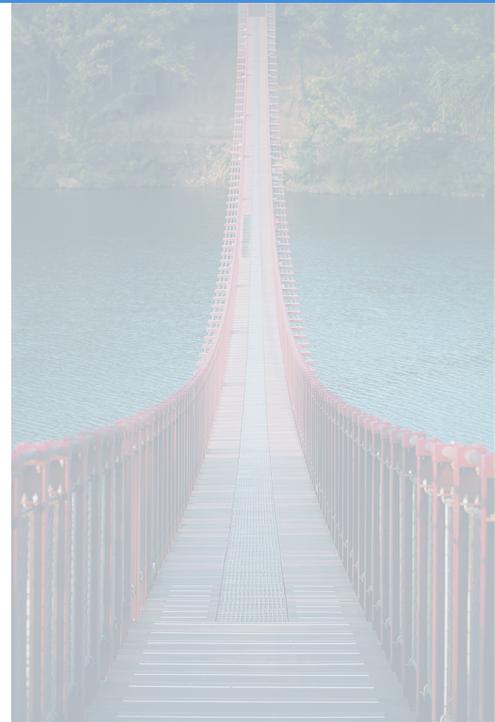
- María Fernández (<https://www.linkedin.com/in/mariafdezjimenez/>),
- Gabriel Rouzaut (<https://www.linkedin.com/in/gabrielrouzaut/>),
- Ignacio Castillo (<https://www.linkedin.com/in/ignacio-castillo-sauca/>)
- Alberto González (<https://www.linkedin.com/in/alberto-gonzalez-fernandez/>).



CREANDO UN PUENTE ENTRE CAPELLA Y SYSTEM COMPOSER Ó SIMULINK



Fabian Tutschka
MATHWORKS



Este artículo técnico demuestra un enfoque unidireccional para generar modelos de System Composer™ y Simulink® a partir de un sistema Eclipse Capella™. Con System Composer y Simulink, podrá simular, implementar y probar el diseño detallado de su sistema, lo cual es crucial para el desarrollo de software de vanguardia.

Ingeniería de sistemas

La ingeniería de sistemas es un enfoque bien conocido para gestionar la complejidad de los grandes proyectos interdisciplinarios. Puede incluir tanto aspectos de hardware como de software, así como otros procesos relevantes para el sistema global. En el Modelo V, la ingeniería de sistemas se sitúa en la parte superior izquierda y abarca los requisitos del sistema y las tareas de diseño a nivel de sistema (Figura 1).

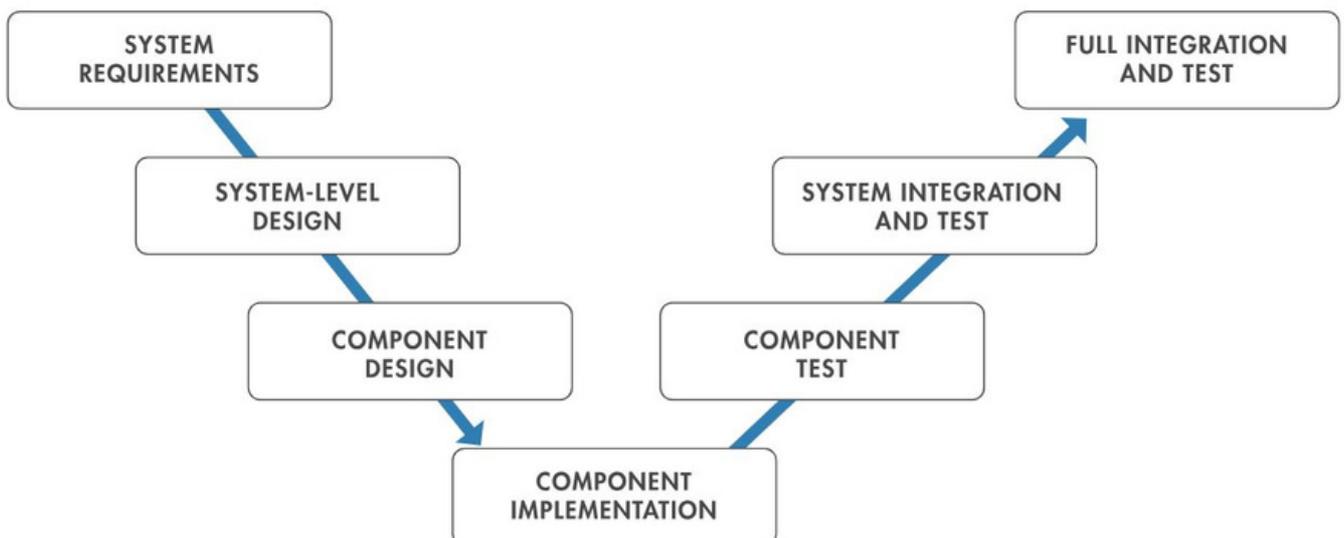


Figura 1. Modelo en V para el desarrollo de sistemas.

Los ingenieros de sistemas suelen utilizar herramientas de ingeniería de sistemas basadas en modelos -como Eclipse Capella- para dibujar una imagen global del sistema. Una buena práctica consiste en dividir los grandes sistemas en arquitecturas y componentes -dibujados como cajas que tienen puertos interconectados mediante interfaces. System Composer facilita el dibujo rápido del sistema generando vistas de arquitectura, así como otros tipos de diagramas y funcionalidades de posprocesamiento (figura 2).

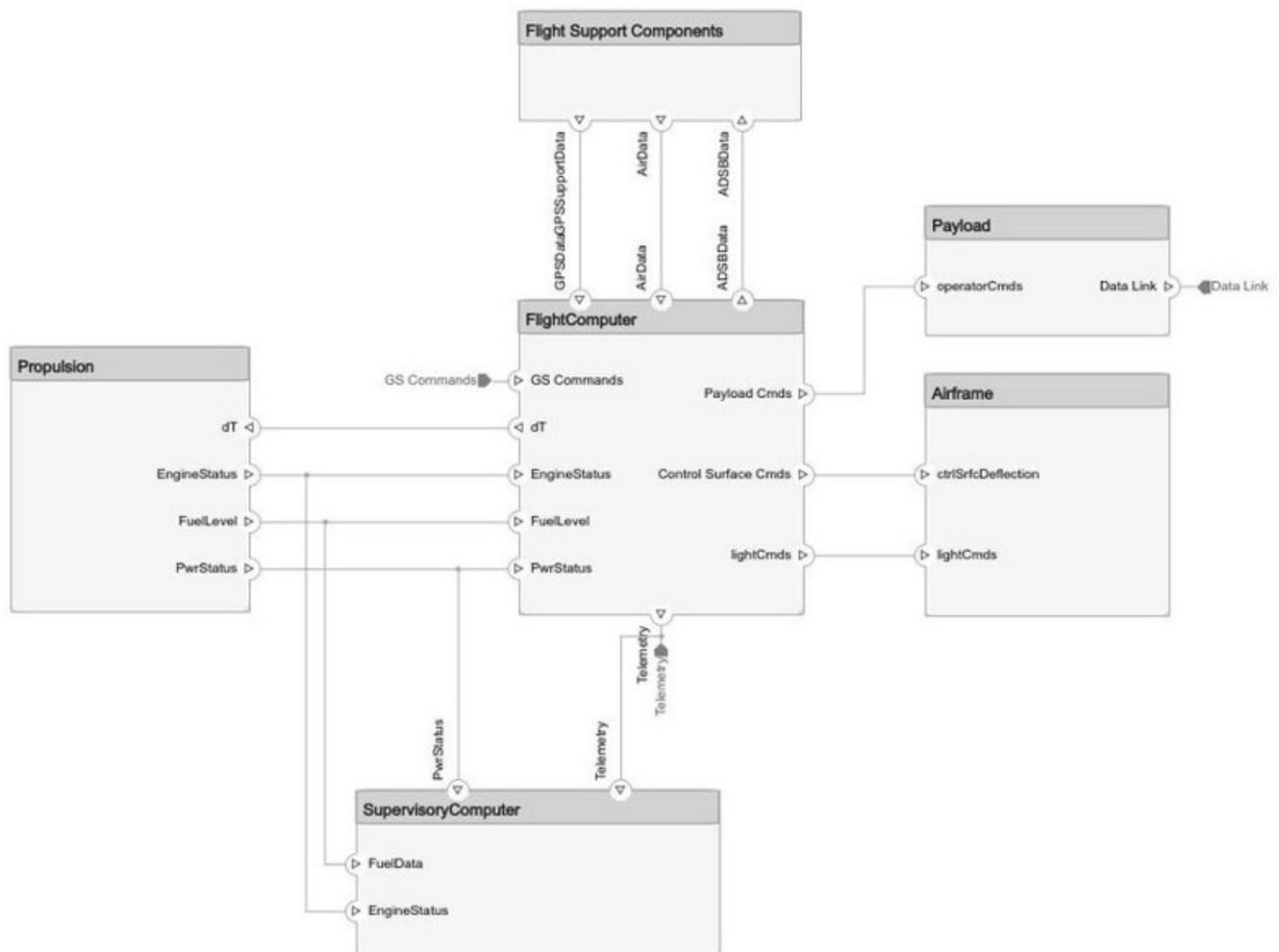


Figura 2: Ejemplo de arquitectura de System Composer

Los ingenieros de sistemas que utilizan Eclipse Capella suelen seguir el método Arcadia, que consiste en dividir el proceso de ingeniería de sistemas en cuatro capas:

- Operativa: Definición de las necesidades de las partes interesadas y del entorno
- Sistema: Formalización y consolidación de los requisitos del sistema
- Lógica: Desarrollo de la arquitectura lógica del sistema
- Físicos: Desarrollo de la arquitectura física del sistema

Dentro de estas capas, es posible trabajar con clases, interfaces, modos y una variedad de vistas y diagramas diferentes. Capella se centra en el diseño de arquitecturas de alto nivel, pero no incorpora funciones para diseñar, simular, implementar y probar la funcionalidad detallada de los componentes. Un enfoque para incluir estas funciones en los sistemas diseñados con Capella consiste en establecer un puente entre la herramienta de ingeniería de sistemas basada en modelos y herramientas de diseño como MATLAB® y Simulink.

Casos prácticos

La construcción de un puente de este tipo puede ser útil si el objetivo es la migración de herramientas, en la que el sistema ya está modelado en Capella pero necesita migrar a System Composer o Simulink. En este caso, la conversión de modelo a modelo sólo es necesaria una vez o muy raramente.

El puente también puede ser útil en casos de uso que requieran una conversión continua. En este escenario, Capella es la herramienta maestra para la ingeniería de sistemas, mientras que System Composer o Simulink pueden utilizarse para un desarrollo funcional más detallado. La conversión de modelo a modelo se produce de forma regular y suele estar integrada en un flujo de trabajo de integración continua/despliegue continuo. Se requiere una tarea de postproceso para distribuir y actualizar artefactos, como archivos de modelo de Simulink o System Composer, diccionarios de datos de Simulink o archivos de registro.

Flujo de trabajo general

Como se ha mencionado anteriormente, el método Arcadia utiliza diferentes capas. Es importante identificar primero las capas utilizadas para determinar si resulta beneficioso importar información de esa capa a, por ejemplo, una arquitectura de System Composer o un modelo de Simulink. El objetivo principal de un puente de Capella a Simulink o System Composer es aprovechar las capacidades de diseño de estas herramientas, así como implementarlas y probarlas. De ahí que la capa de arquitectura lógica sea una opción razonable. Una tabla de mapeo ayuda a especificar qué tipo de artefactos de importación cabe esperar, así como las opciones típicas de mapeo, centrándose en la capa de arquitectura lógica (Tabla 1).

Capella	MathWorks
LogicalArchitecture	System Composer architecture
LogicalComponent	System Composer architecture, Simulink model
LogicalFunction	Simulink model, subsystem reference, subsystem
ComponentExchange	Root-level port with bus object
FunctionalExchange	Simulink signal or line
ExchangeItem	Simulink data type (Simulink bus, numeric data type)
Datatype	Numeric Simulink data type
Class	Simulink bus

Tabla 1. Opciones de mapeo Capella-MathWorks en una capa de arquitectura lógica.

La fuente de este puente es el archivo XML de Capella, que se encuentra en el espacio de trabajo de Capella. El archivo XML contiene información necesaria, como:

- Arquitecturas, componentes y funciones
- Puertos de función e interfaces
- Conexiones, requisitos y tipos de datos

El primer paso consiste en analizar el archivo XML y generar una representación interna del modelo -basada en un metamodelo definido internamente- que sólo contenga los datos necesarios para la generación de artefactos (Figura 3). Dependiendo de las directrices de modelado de Capella o Simulink/System Composer, es necesario realizar adaptaciones, por ejemplo:

- Aplicar ajustes de nomenclatura de variables
- Ajustar el tipo de datos y la configuración de la interfaz
- Elección de los tipos de arquitectura del modelo (referencia del modelo, referencia del subsistema, subsistema)

Los artefactos se generan mediante programación utilizando las interfaces de programación de aplicaciones de MATLAB, Simulink o System Composer.

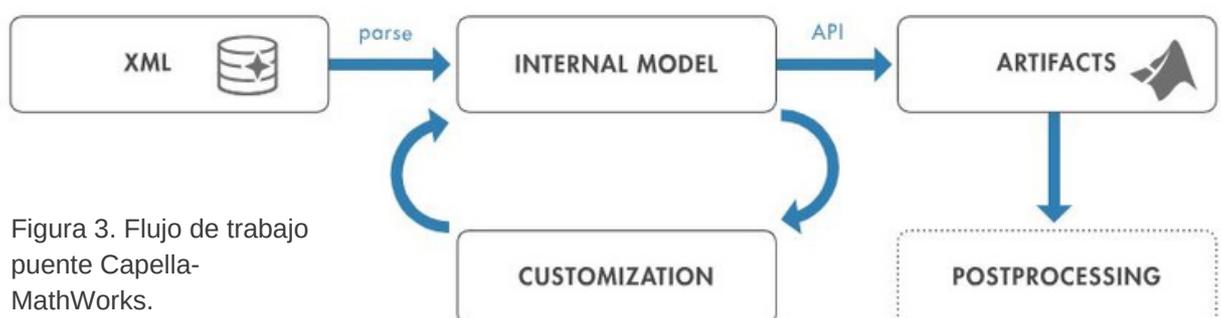


Figura 3. Flujo de trabajo puente Capella-MathWorks.

En la tarea de postprocesamiento, los artefactos generados se distribuyen a los proyectos o repositorios existentes. Si sigue un proceso de conversión continua, será obligatorio establecer un mecanismo de actualización. Imagínese que hay cambios de interfaz en una función lógica de Capella y que el artefacto existente sigue utilizando la interfaz obsoleta. En ese caso, una actualización manual de todos los cambios llevaría mucho tiempo y sería propensa a errores. Si aprovecha los identificadores únicos predefinidos, podrá identificar y ajustar automáticamente los artefactos existentes en caso de que se produzca algún cambio.

Ejemplos de importación

En este ejemplo de función, Capella LogicalComponents se asigna a archivos de modelo Simulink (Figura 4). Los modelos Simulink son componentes independientes que pueden referenciarse en otros modelos Simulink o arquitecturas System Composer. Las LogicalFunctions se convierten en referencias de subsistema de Simulink. Una referencia de subsistema se comporta como un subsistema, pero se almacena en un archivo SLX independiente. Esto ayuda a la colaboración en equipo y reduce los conflictos de fusión. El subsistema contiene inports y outports de Simulink con los tipos de datos apropiados, así como bloques Ground y Terminator para conectar los puertos.

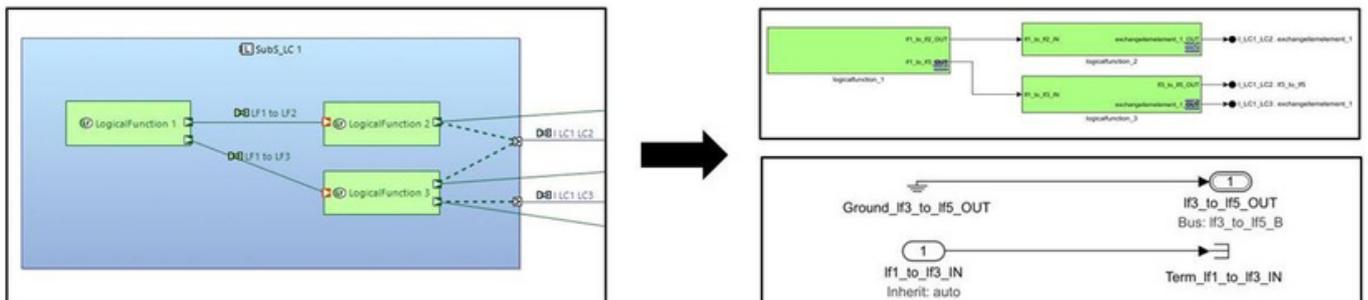


Figura 4. Conversión de LogicalComponent/LogicalFunction en referencias de modelo Simulink/subsistema Simulink.

El ejemplo de tipos de datos demuestra la generación de tipos de datos Simulink como objetos de bus Simulink a partir de Capella ExchangeItems y clases (Figura 5). La clase 2 tiene dos elementos con una unidad8 y un tipo de enumeración. Los tipos de datos pueden ser cualquier tipo de datos de Simulink permitido, como coma flotante, booleano, enumeración, entero con signo y sin signo, o bus de Simulink. Los objetos de tipo de datos se almacenan en archivos de diccionario de datos de Simulink, que se adjuntarán a los modelos apropiados. Es posible establecer una jerarquía individual de diccionarios de datos, que puede personalizarse.

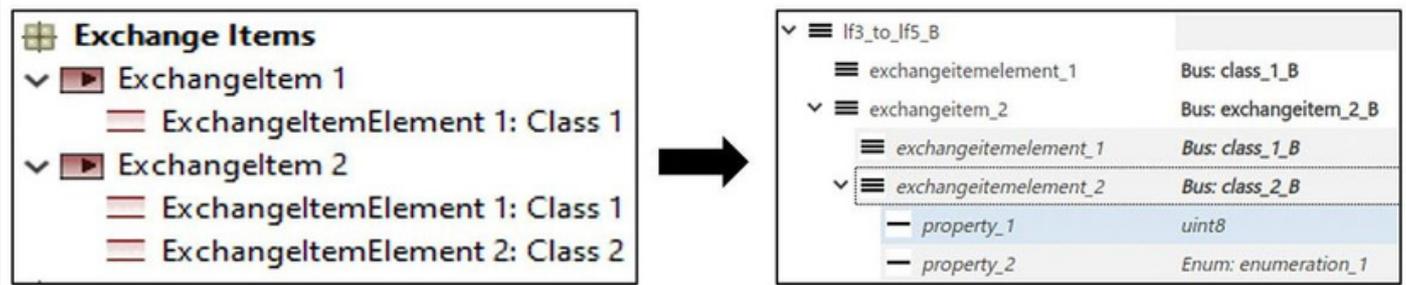


Figura 5. Generación de tipos de datos Simulink Generación de tipos de datos de Simulink, como objetos de bus de Simulink, a partir de ExchangeItems y clases de Capella.

Conclusión

Es posible un mecanismo de importación unidireccional de Capella mediante la lectura y el postprocesamiento del archivo XML existente de Capella. Requiere un conocimiento detallado de Capella, así como de Simulink, System Composer y las API de MATLAB. Los artefactos generados dependen de las directrices de modelado. MathWorks Consulting ha trabajado con clientes en el pasado para unir Capella con Simulink y System Composer. Aunque el código exacto depende de los requisitos específicos de un proyecto, MathWorks Consulting puede ayudar a personalizar dicho puente, integrar entornos de trabajo específicos, así como establecer un mecanismo de actualización.

Artículos relacionados

- [Simulation and Model-Based Design](#)
- [System Design and Simulation](#)
- [Algorithm Development](#)

CERTIFICACIÓN SEP

PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Cristina Saiz Valverde

*Systems Engineering Consultant for
Defense Acquisition Programs
ISDEFE*

¿El Programa de Certificación Profesional de Ingeniería de Sistemas INCOSE ofrece una evaluación independiente de los profesionales en Ingeniería de Sistemas, impulsando:

- Una comunidad de Ingeniería de Sistemas:
- El reconocimiento de profesionales de la Ingeniería de Sistemas:
- Un respaldo del conocimiento de los profesionales, reconocido por las organizaciones e instituciones:

El objetivo del Programa de Certificación INCOSE es proporcionar un método formal para reconocer el conocimiento, la experiencia, la formación y el liderazgo en Ingeniería de Sistemas.

El Programa de Certificación reconoce tres niveles de conocimiento y experiencia en Ingeniería de Sistemas.



ASEP (Associate Systems Engineering Professional)

Nivel de certificación dirigido a personas al inicio de su carrera como ingenieros de sistemas, recién graduados universitarios y con una experiencia laboral entre 0 y 5 años



CSEP (Certified Systems Engineering Professional)

Nivel de certificación dirigido a ingenieros de sistemas en ejercicio, con más de 5 años de experiencia profesional en Ingeniería de Sistemas



ESEP (Expert Systems Engineering Professional)

Nivel de certificación dirigido a líderes senior en Ingeniería de Sistemas, con experiencia profesional mayor de 20 años y logros reconocidos en Ingeniería de Sistemas.

La obtención de cualquiera de los niveles ASEP/ CSEP/ ESEP requiere ser miembro de AEIS-INCOSE y mantener anualmente la membresía.

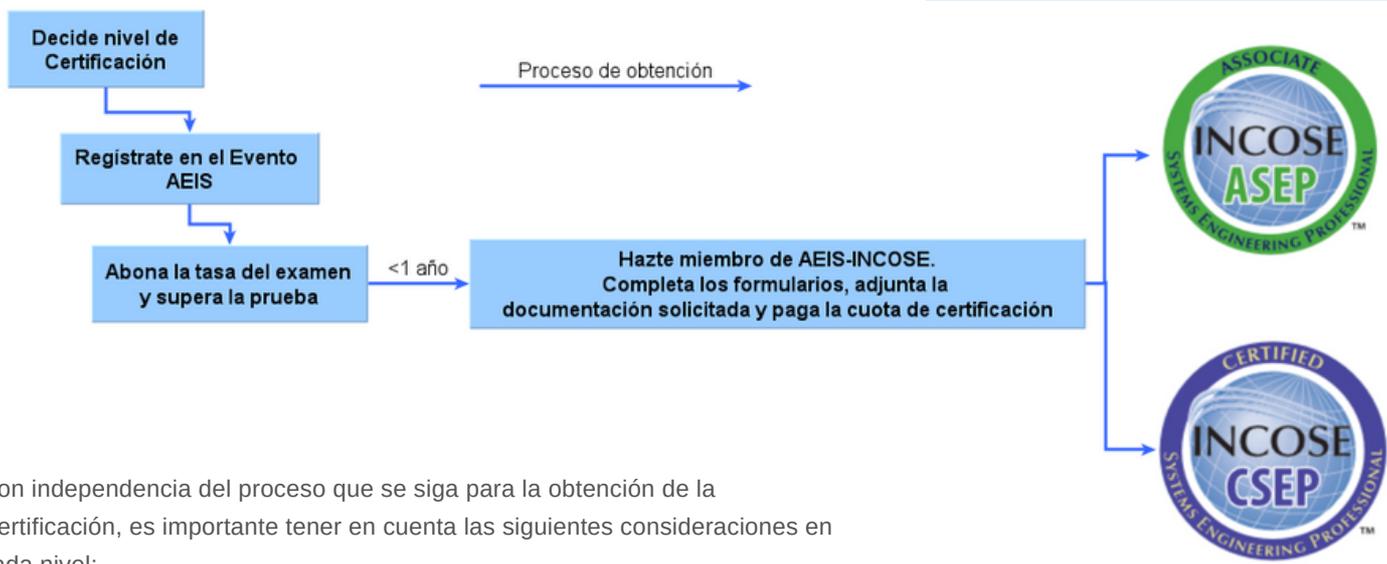
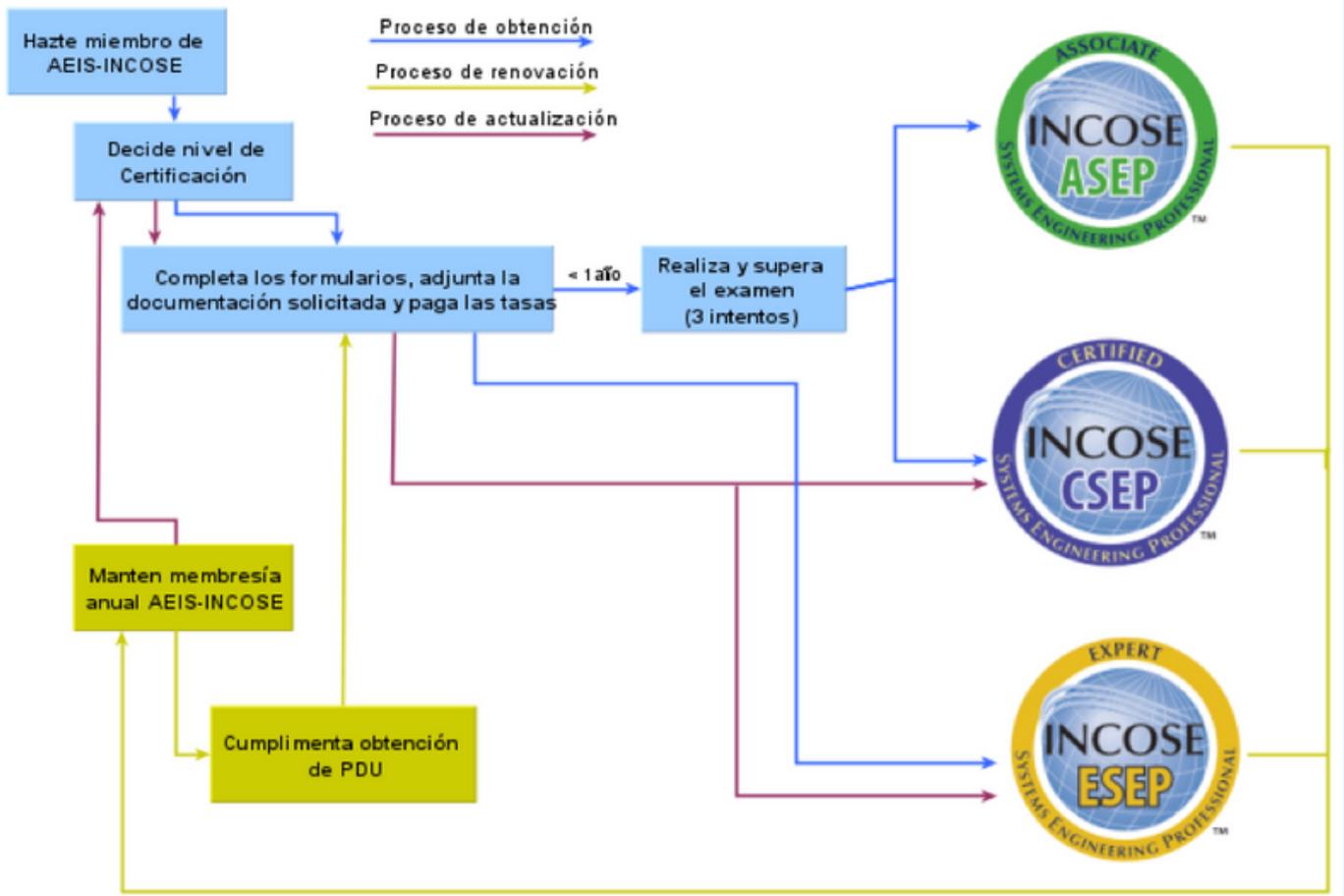
Actualmente, se identifican 2 vías para obtener la Certificación:

Proceso principal, facilitado directamente por INCOSE.

Proceso facilitado a través de Eventos patrocinados por AEIS.

La certificación de los niveles ASEP y CSEP, canalizada a través de los Eventos de AEIS, implica que todos los procesos de membresía, envío de documentación, justificaciones y pago de la cuota de certificación, pueden iniciarse tras haber superado el examen. Se dispone de 1 año, desde la fecha en la que se confirma el resultado, para formalizar los trámites.

LA OBTENCIÓN DE CUALQUIERA DE LOS NIVELES ASEP/ CSEP/ ESEP REQUIERE SER MIEMBRO DE AEIS-INCOSE Y MANTENER ANUALMENTE LA MEMBRESÍA.



Con independencia del proceso que se siga para la obtención de la Certificación, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones en cada nivel:

ASEP

- Se debe demostrar el conocimiento sobre Ingeniería de Sistemas a través de un examen que se basa en el Manual INCOSE SE (<https://www.incose.org/systems-engineering-certification/about-the-exam>).
- La certificación ASEP se renueva cada 5 años, con una duración máxima de 15 años, justificando el desarrollo profesional continuo en Ingeniería de Sistemas mediante la obtención de PDU (<https://www.incose.org/systems-engineering-certification/the-certification-process/how-do-i-renew#Activities>).

CON INDEPENDENCIA DEL PROCESO QUE SE SIGA PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN, ES IMPORTANTE TENER EN CUENTA ALGUNAS CONSIDERACIONES EN CADA NIVEL

CSEP

- Se debe demostrar el conocimiento sobre Ingeniería de Sistemas a través de un examen que se basa en el Manual INCOSE SE (<https://www.incose.org/systems-engineering-certification/about-the-exam>).
- Se debe justificar la experiencia profesional en Ingeniería de Sistemas (<https://www.incose.org/systems-engineering-certification/certification-forms>).
- La certificación CSEP se renueva cada 3 años, justificando el desarrollo profesional continuo en Ingeniería de Sistemas mediante la obtención de PDU (<https://www.incose.org/systems-engineering-certification/the-certification-process/how-do-i-renew#Activities>).

Aquellos que hayan logrado el reconocimiento de ASEP pueden hacer la transición a CSEP completando los requisitos de experiencia de CSEP y presentando la solicitud de CSEP junto con la cuota requerida para la transición a CSEP. No se requiere ningún examen adicional para este reconocimiento.

ESEP

Se debe demostrar el conocimiento, el liderazgo profesional, los logros y la experiencia en Ingeniería de Sistemas. Para ello:

- Se debe superar una entrevista telefónica por parte del panel de evaluación de ESEP.
- Se debe justificar la experiencia profesional en Ingeniería de Sistemas y la experiencia como líder (<https://www.incose.org/systems-engineering-certification/certification-forms>).
- La certificación ESEP no exige renovación. Sólo requiere mantener anualmente la membresía AEIS-INCOSE.

Por último, se refleja la información relativa a los costes requeridos en los procesos de obtención y mantenimiento de las Certificaciones.

	Tasa examen	Cuota certificación	Cuota renovación	Membresía anual
ASEP	80 USD examen por ordenador*. 30 USD examen en papel, a través de Eventos.	180 USD	100 USD (cada 5 años)	160** €
Transición ASEP a CSEP	-	200 USD	-	
CSEP	80 USD examen por ordenador*. 30 USD examen en papel, a través de Eventos.	350 USD	100 USD (cada 3 años)	
ESEP	-	630 USD	-	

* Actualmente no se realizan los exámenes a través de Prometric.

** Precio estándar anual. Para otras opciones de membresía, consultar: <https://www.aeis-incose.org/opciones-de-membresia/>

CÓMO HACERSE MIEMBRO DE AEIS

Puede darse de alta directamente en el apartado información de nuestra web* , en cualquiera de las siguientes opciones:

- **Membresía individual estándar:** 160€/año (Disponible para cualquier profesional involucrado en la ingeniería de sistemas con interés en mejorar sus conocimientos técnicos y tener acceso a una red de profesionales del sector).
- **Membresía individual estándar tres años:** 445€/ 3 años (Disponible para cualquier profesional involucrado en la ingeniería de sistemas con interés en mejorar sus conocimientos técnicos y tener acceso a una red de profesionales del sector).
- **Membresía individual estudiantes:** 50€/año (Disponible para todos aquéllos estudiantes de un área técnica, teniendo que poder demostrarlo como su ocupación principal. No se dispone de derecho a voto en las elecciones de INCOSE y AEIS).

<https://www.aeis-incose.org/opciones-de-membresia/>



SAVE THE DATES

24
Agosto

INCOSE LatAm: INCOSE Systems Engineering Handbook, 5th Edition: Novel aspects and its impact



20
Septiembre

12th Nordic Systems Engineering Tour 2023
Sep 20, 2023 - Sep 23, 2023

Nordic Systems Engineering Tour

Empowering the North with Nordic Systems Engineering Experience



11
Octubre



AOSEC 2023
Asia Oceania Systems Engineering Conference:
Digitalization for engineering Complex Systems. Oct 11, 2023 - Oct 14, 2023
Bangalore, India

30
Octubre

CSD&M (Complex Systems Design & Management) International Conference
Oct 30, 2023 - Oct 31, 2023
Beijing, China



21
Noviembre

INCOSE UK Annual Systems Engineering Conference 2023 (ASEC 2023)
Nov 21, 2023 - Nov 22
Liverpool - United Kingdom



27
Jun 24

INCOSE IW 2024 - Torrance, CA USA
Jan 27, 2024 - Jan 31, 2024
Torrance, USA



MANTENTE ACTUALIZADO:

<https://www.aeis-incose.org/eventos/>

<https://www.incose.org/>

ADVISORY BOARD (CAB)



PATROCINADOR



ACUERDOS DE COLABORACIÓN



AEIS - INCOSE ESPAÑA

 <https://www.linkedin.com/company/aeis-incose>

SISTEMISTAS: SIGUE NUESTRO PODCAST



 [Sistemistas en Spotify](#)

 [Sistemistas en iVoox](#)



C/ Benjamín, 15, 1º
28039 Madrid
contact@aeis-incose.org
<https://www.aeis-incose.org>