

**50** años  
1971 - 2021



CONFERENCIA  
**Futuro de la  
Consultoría de  
Ingeniería en el  
Mundo**

[www.50aniversario.fepac.org](http://www.50aniversario.fepac.org)



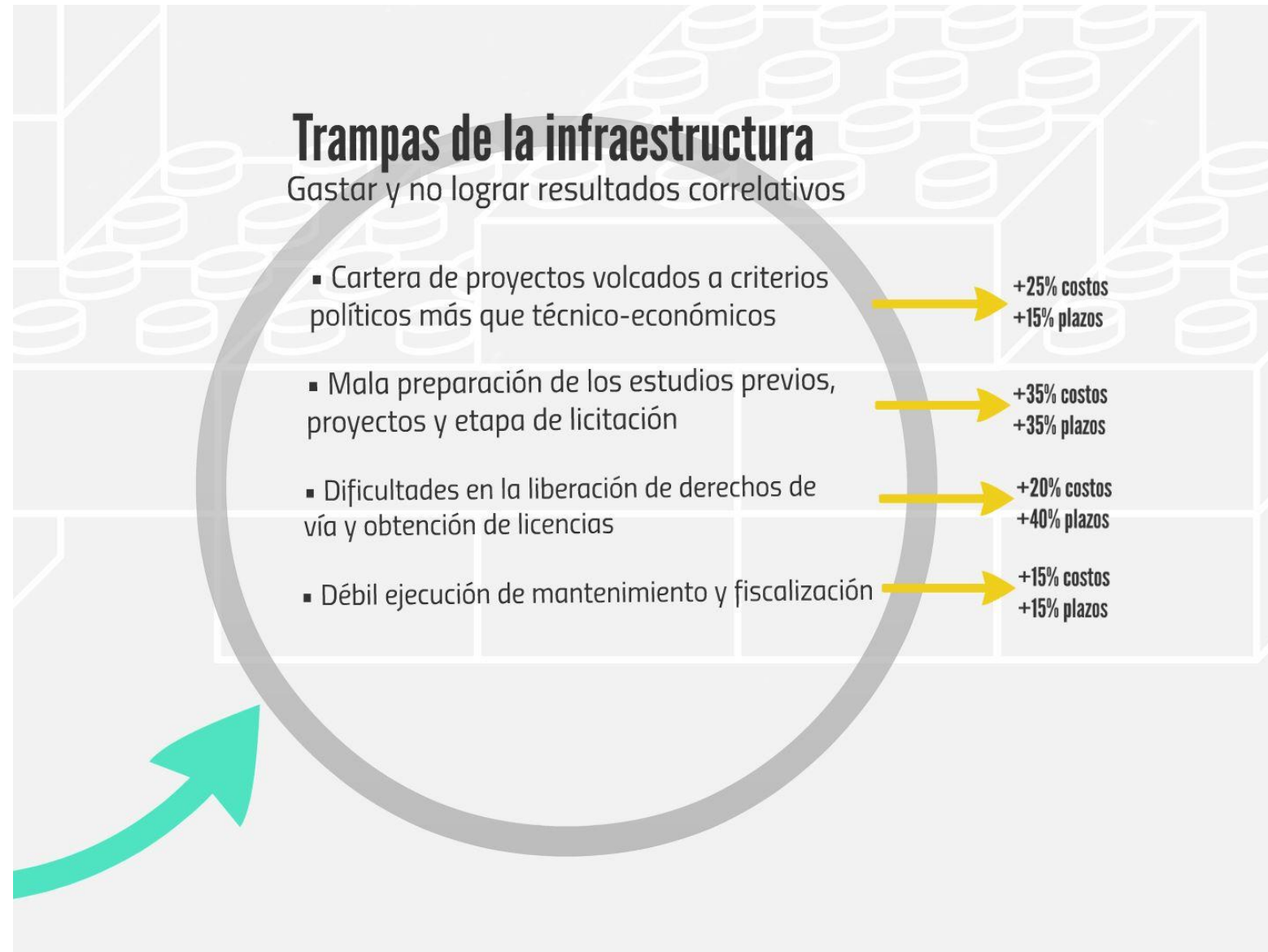
# **El Ecosistema de la Infraestructura: Nuevos Retos y Enfoques de Solución**

Dr. Reyes Juárez Del A.

Presidente del Consejo Consultivo de la CNEC México  
Ex Presidente de FEPAC

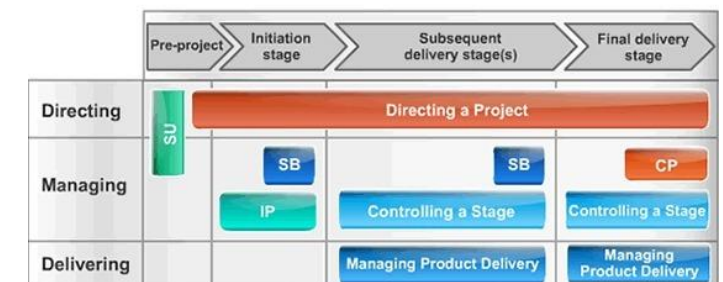
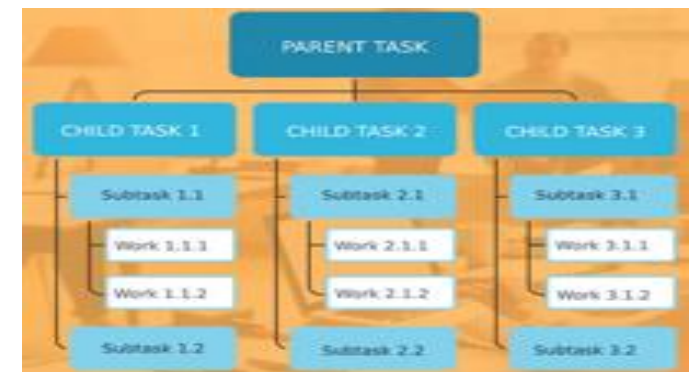
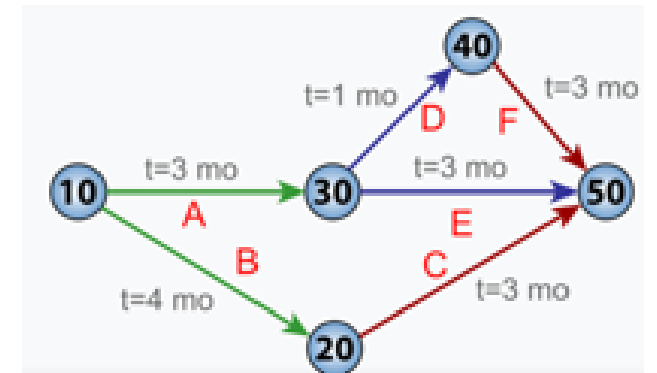
25 de Marzo de 2022

- 1** Enfoque Tradicional de Gestión de Proyectos
- 2** Tipología de los Proyectos Emergentes de Infraestructura
- 3** ¿Cómo afrontar la complejidad en proyectos de infraestructura?
- 4** Un Enfoque de Sistemas para el Desarrollo de Megaproyectos/Proyectos Complejos
- 5** Comentarios finales



## Herramientas y Técnicas para la Gestión de Proyectos

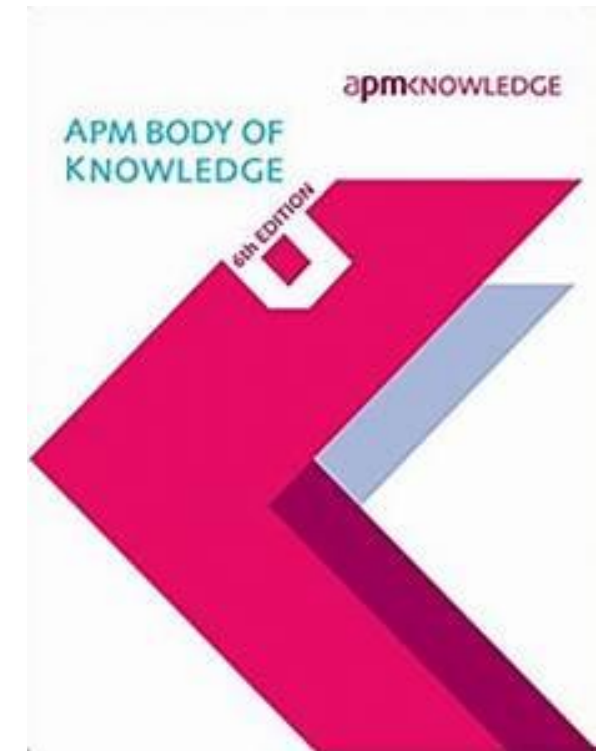
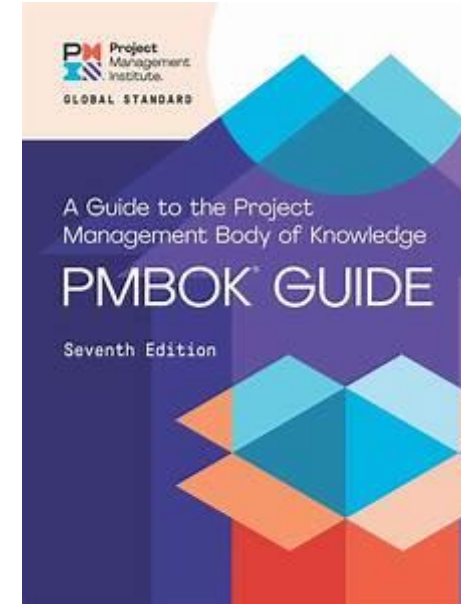
- **1957** – Desarrollo del Método de la Ruta Crítica
- **1958** – Desarrollo del Método PERT
- **1962** – Estructura de Desglose del Trabajo (WBS)
- **Fin de 1960s** – Creación de organismos profesionales de Gestión de Proyectos
- **1983** – Introducción del programa Primavera
- **1987** – Primera edición del PM Body of Knowledge
- **1996** – Introducción de la metodología PRINCE (UK) para Gestión de Proyectos



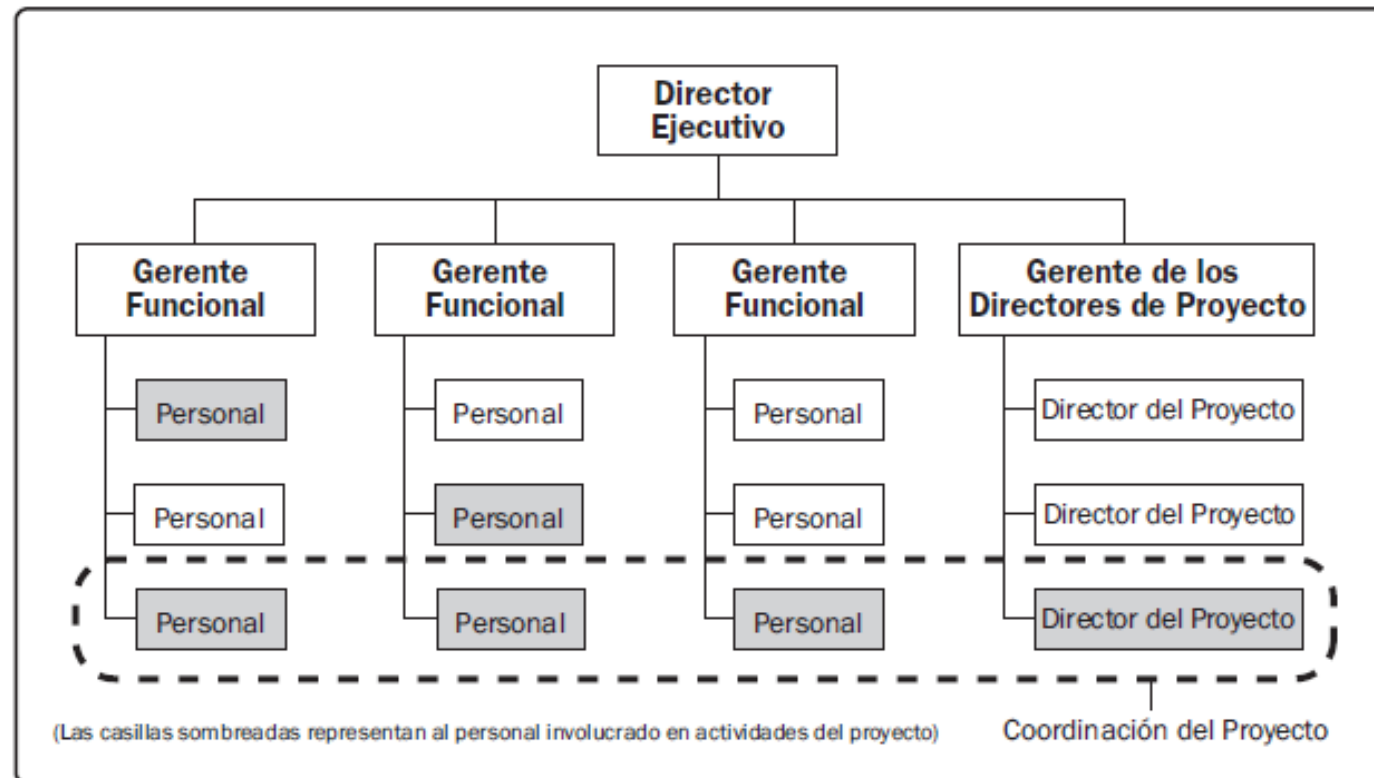
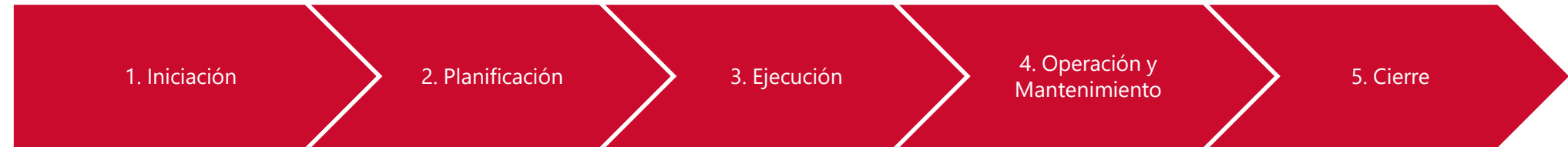
Key  
 SU = Starting up a Project  
 IP = Initiating a Project  
 SB = Managing a Stage Boundary  
 CP = Closing a Project

Based on OGC PRINCE2® material. Reproduced under licence from OGC.

- ✓ Los proyectos se ejecutan en **plazos relativamente reducidos** (meses, o unos cuantos años), más allá de décadas.
- ✓ El **objetivo del proyecto es claro y unitario**.
- ✓ Existe una **entidad única** a cargo de la ejecución del proyecto en su totalidad, con una definición de roles y responsabilidades claramente definida.



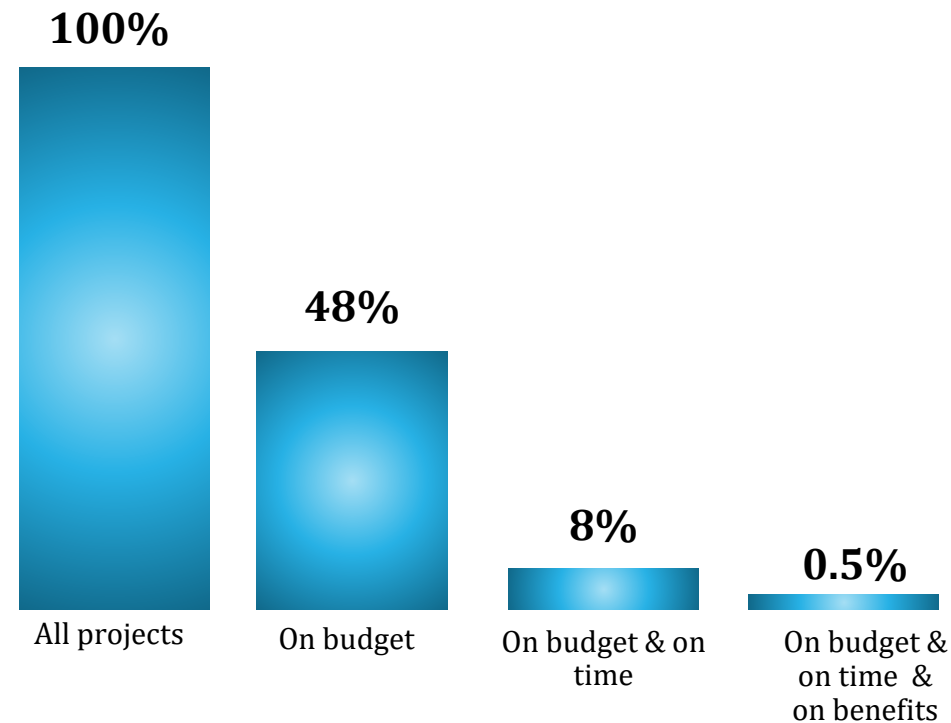
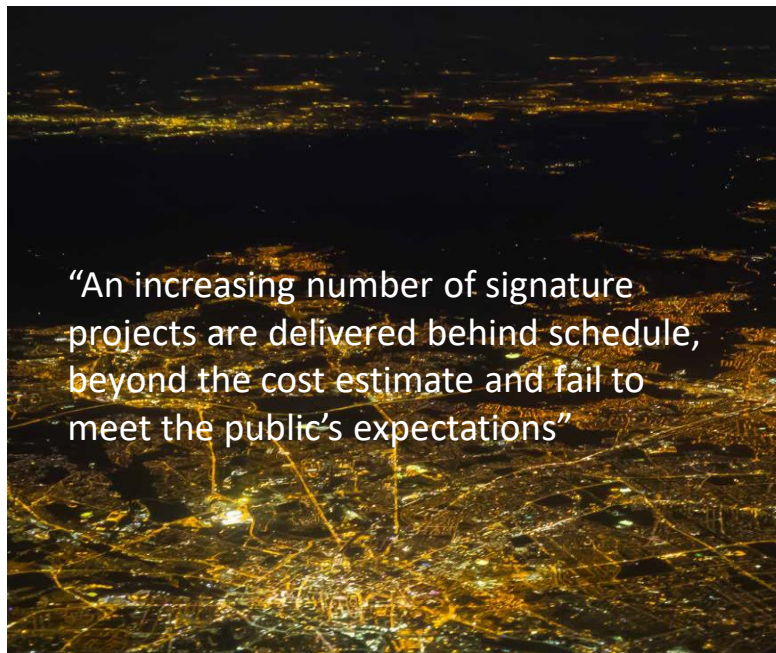
- ✓ Las **fases** del proyecto son **fácilmente identificables**.
- ✓ Procesos estructurados **(lineales)**.
- ✓ Estructuras **formales**.



## Qué deseamos evitar?

Con la adopción de mejores practicas se pretende evitar o minimizar las fallas típicas que se están presentando, prácticamente en todo el mundo, en el desarrollo de los proyectos

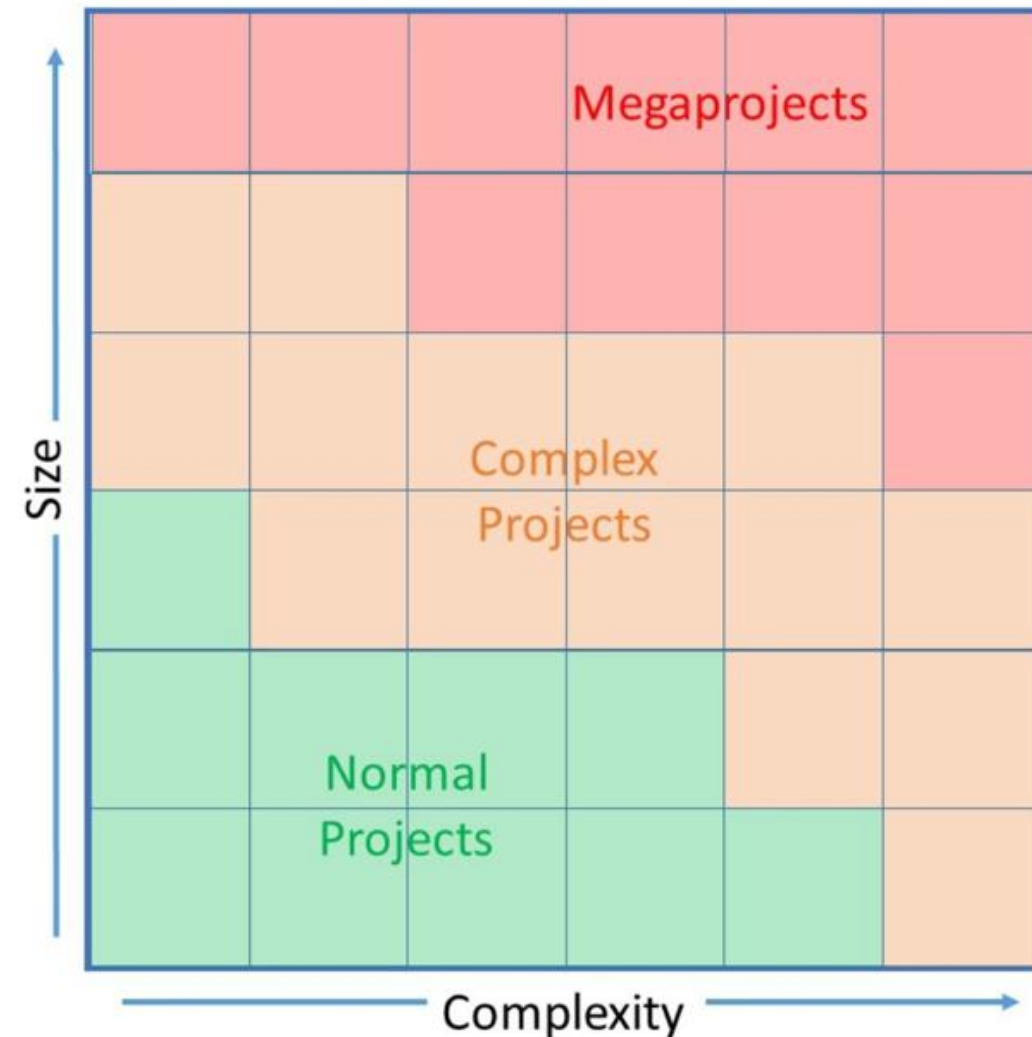
“Un número creciente de proyectos representativos son concluidos fuera del tiempo y costo programado y fallan en cumplir las expectativas del público”



ICE, 2020. “A Systems approach to Infrastructure Delivery”(SAID). Institution of Civil Engineers UK.

## 2. Tipología de los Proyectos Emergentes de Infraestructura

- Parece existir un consenso en que la forma más apropiada de gestionar un proyecto y las habilidades requeridas está estrechamente relacionada con su **tamaño** y **grado de complejidad**.
  - El **tamaño** se relaciona con el **monto de inversión**.
  - La **complejidad** está relacionada con el **grado de interrelación** de las partes y el **ecosistema** en que se inserta.
- Los **Megaproyectos** son complejos por naturaleza, aunque no necesariamente todos los **Proyectos Complejos** son megaproyectos.





El Centro Internacional para Gestión de Proyectos Complejos (ICCPM) define los proyectos complejos como aquellos que:

- ✓ Cuentan con **múltiples componentes**.
- ✓ Son **altamente interdependientes** entre sus componentes.
- ✓ Operan en **entornos inciertos**.
- ✓ Cuentan con **recursos limitados**.
- ✓ **Requerimientos no siempre definidos** o cuentan con múltiples impugnaciones.
- ✓ Requieren de un análisis profundo de cómo causas individuales generan efectos dentro de una cadena y cómo esos efectos, al combinarse, pueden tener **impactos que no son fácilmente predecibles**.



## Qué es un Megaproyecto? (3/7)

- Los Megaproyectos se consideran obras de grandes dimensiones, las cuales requieren una gran inversión. Típicamente de **+ 1,000 Millones de Dólares<sup>1</sup>**.
- Son proyectos tan grandes y **complejos técnica y estructuralmente** que, aún cuando las fases del proyecto son similares, no pueden considerarse como una versión magnificada de un proyecto, y deben ser tratados de una manera muy diferente.
- Poseen cualidades que proyectos de menor escala no poseen<sup>2</sup>:
  - a) Usualmente son transformacionales
  - b) Impactan a un gran número de personas
  - c) Requieren un alto grado de innovación
  - d) Son colosales
  - e) Cautivadores
  - f) Controversiales

(1) Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo

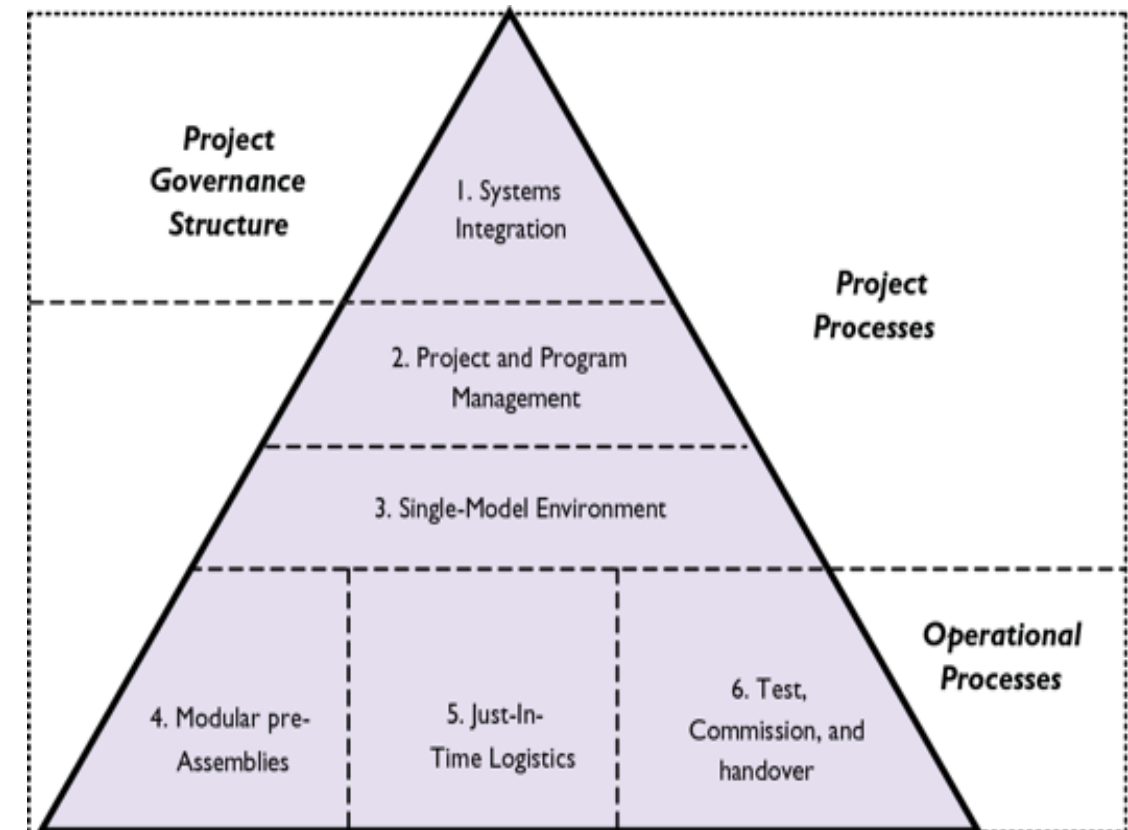
(2) Innovation in Megaprojects: Systems Integration at London Heathrow Terminal 5. Andrew Davies, David Gann & Tony Douglas.

## Qué es un Megaproyecto? (4/7)

- Se dice que los Megaproyectos trabajan en 2 niveles:
  - i. A corto plazo para recuperar los desembolsos financieros y,
  - ii. A largo plazo para crear impacto social.
- El rol de los Megaproyectos se vuelve aún más importante cuando se analizan no solo por los impactos que generan, si no por los sistemas complejos en los que se convierten.



- **Varios factores merecen especial atención y hacen complejos los megaproyectos:**
  - La gobernanza y el *proceso de toma de decisiones*
  - La *naturaleza* del megaproyecto
  - La *influencia de los grupos de interés*
  - La importancia de los procesos de *comunicación, transparencia y rendición de cuentas*
  - La importancia de la *gestión temprana de riesgos y procesos de cambio*
  - La importancia de las *múltiples y complejas interfaces entre las diversas etapas del proyecto*
  - *Requieren de un Project Champion*



**Delivery Environment Complexity Analytic (DECA) / Análisis de la Complejidad del Entorno de Entrega, es un modelo desarrollado por la NAO de Reino Unido, para proporcionar un marco de referencia para analizar maneras de afrontar desafíos complejos de alto nivel, así como identificación de riesgos para la ejecución de un proyecto, programa o política en cuestión de:**

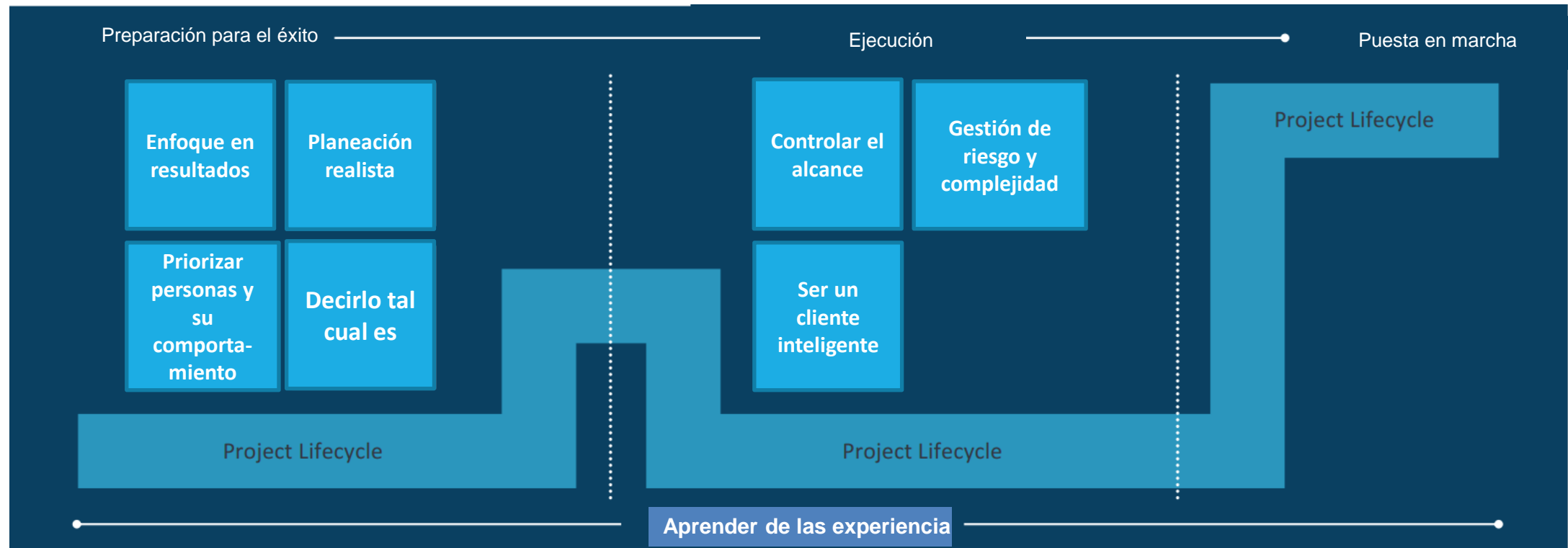


National Audit Office

- Importancia estratégica
- Influencia de Grupos de Interés
- Requerimientos y articulación de beneficios
- Estabilidad general del contexto
- Impacto financiero
- Tecnología de ejecución
- Interfaces e interrelaciones
- Rangos de disciplinas y habilidades
- Dependencias involucradas
- Impacto de cambios potenciales



**Sugiere una serie de recomendaciones o principios para el éxito a manera de sugerencias o proposiciones básicas para guiar el proceso de ejecución de los proyectos.**



Fuente: Principles for Project Success publicado por IPA UK, 2020

### 3. ¿Cómo enfrentar la complejidad en los proyectos de infraestructura? (1/11)



#### ¿Qué es la Ingeniería de Sistemas (IS)?

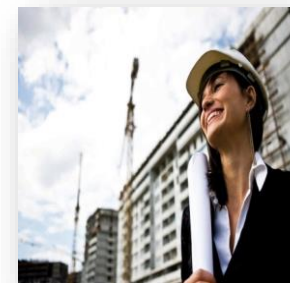
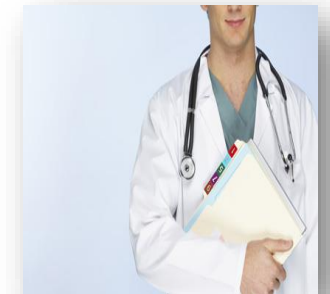
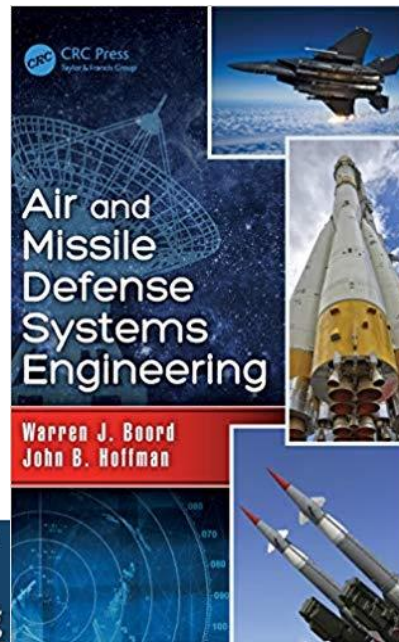
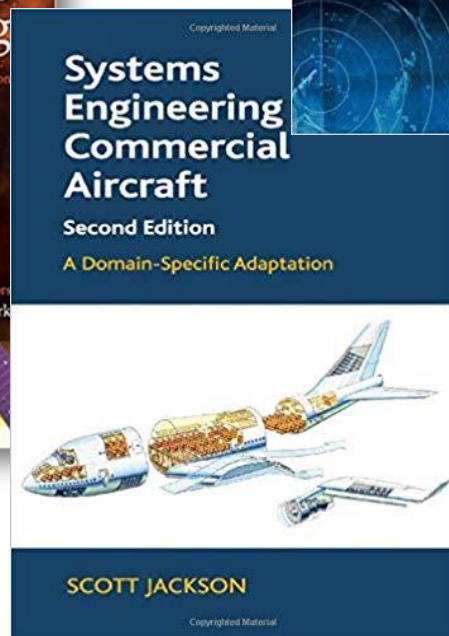
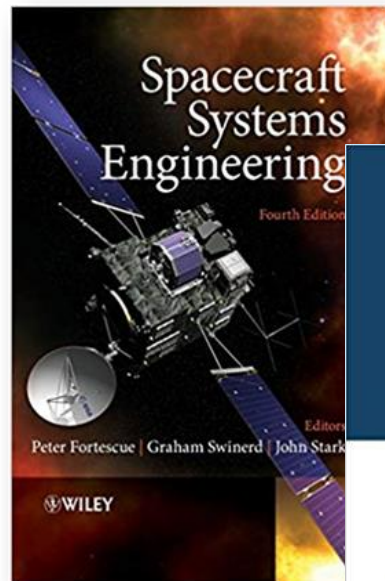
La Ingeniería de Sistemas es una rama de la ingeniería cuyo foco está en **el diseño/ desarrollo y uso de un sistema como un todo**, considerando éste diferente a sus partes. Implica **ver un problema en su totalidad**, tomando en cuenta todas sus facetas y todas las variables que van desde el aspecto técnico, de negocio y social.

Ingeniería de Sistemas tiene un enfoque interdisciplinario **integrando todas las disciplinas y especialidades** en un **esfuerzo de equipo formando un proceso estructurado** de desarrollo que va desde el concepto, hasta la producción y la operación satisfactoria de sistemas (enfoque holístico).

La **ingeniería de Sistemas** se generó en los inicios de la 2ª. Guerra Mundial (1939-1945) en **Laboratorios Bell** con el primer misil antiaéreo en los Estados Unidos. Había antecedentes previos similares en Gran Bretaña.

Fuente: Adaptado de Bernardo Delicado, "Primer Foro Internacional sobre Ingeniería de Sistemas en la Industria Aeroespacial", 2019, Colombia.

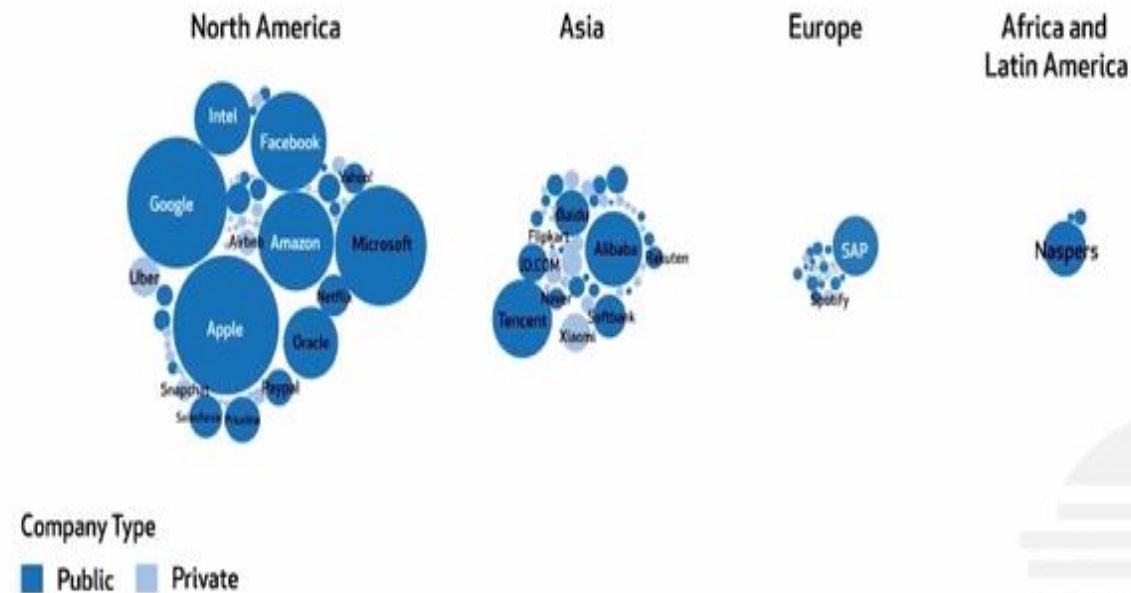
Hoy en día la Ingeniería de Sistemas es una práctica totalmente aceptada en todos los sectores industriales y en ámbitos empresariales, gobierno y academia.





- ✓ Las compañías exitosas hoy en día basan su modelo de negocio en **“Plataformas”**
- ✓ Una Plataforma es un **Sistema** que interconecta a los actores involucrados (oferentes y demandantes) y demás stakeholders en un ambiente de colaboración.
- ✓ Es fundamental que existan **“efectos de red”** enlazando las distintas comunidades.
- ✓ Los efectos de red **umentan las transacciones** en tanto que el costo por transacción disminuye
- ✓ Generalmente están **“abiertas a contribuciones de terceros”**, acelerando la innovación
- ✓ Su modelo de negocio las ha hecho **crecer exponencialmente**, más durante la pandemia.
- ✓ En el último año el valor de capitalización de las 6 principales compañías basadas en Plataformas **creció a tasas de 2 dígitos**.
- ✓ Su mercado es global, teniendo que adaptarse **al ecosistema político, regulatorio y social** de cada país para ser viables.
- ✓ Grandes tendencias de concentración (**monopolios**)
- ✓ Transición de un modelo de negocio basado en activos hacia uno **basado en servicios**

## The Most Valuable Platform Companies Comparative Sizes Based on Market Capital



Source: P. Evans, CGE; CB Insights, Capital IQ, CrunchBase, 2015

## Y su aplicación en la infraestructura? (4/11)

La **infraestructura** es fundamental para elevar el nivel de desarrollo de los países.

Su construcción hoy en día tiene que cumplir con criterios de **resiliencia y sostenibilidad**.

Y tiene que alinearse con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, incluidos en la **Agenda 2030**.

**Ante este reto nos preguntamos,**

- ¿Qué enfoques estamos usando para el desarrollo de la infraestructura?
- ¿Qué resultados estamos obteniendo?
- ¿Lo podríamos hacer de mejor manera?



**Figura 1:** La infraestructura como base del desarrollo sostenible. Los sistemas conectados en red proporcionan los servicios básicos esenciales para el funcionamiento de los sistemas no conectados en red y ambos influyen en los ODS.



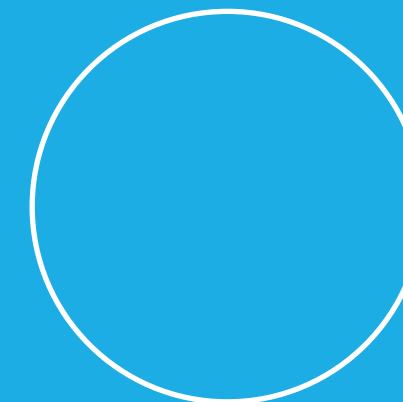
## Recuperación económica post COVID

Uso de la inversión en infraestructura con apoyo de la Banca Multilateral y nuevas modalidades de contratación



## Necesidad impostergable de desarrollar infraestructura sostenible y resiliente

Fin de las brechas de infraestructura con énfasis en eliminar impactos en el medio ambiente. Mismos criterios para rehabilitar y modernizar la infraestructura existente

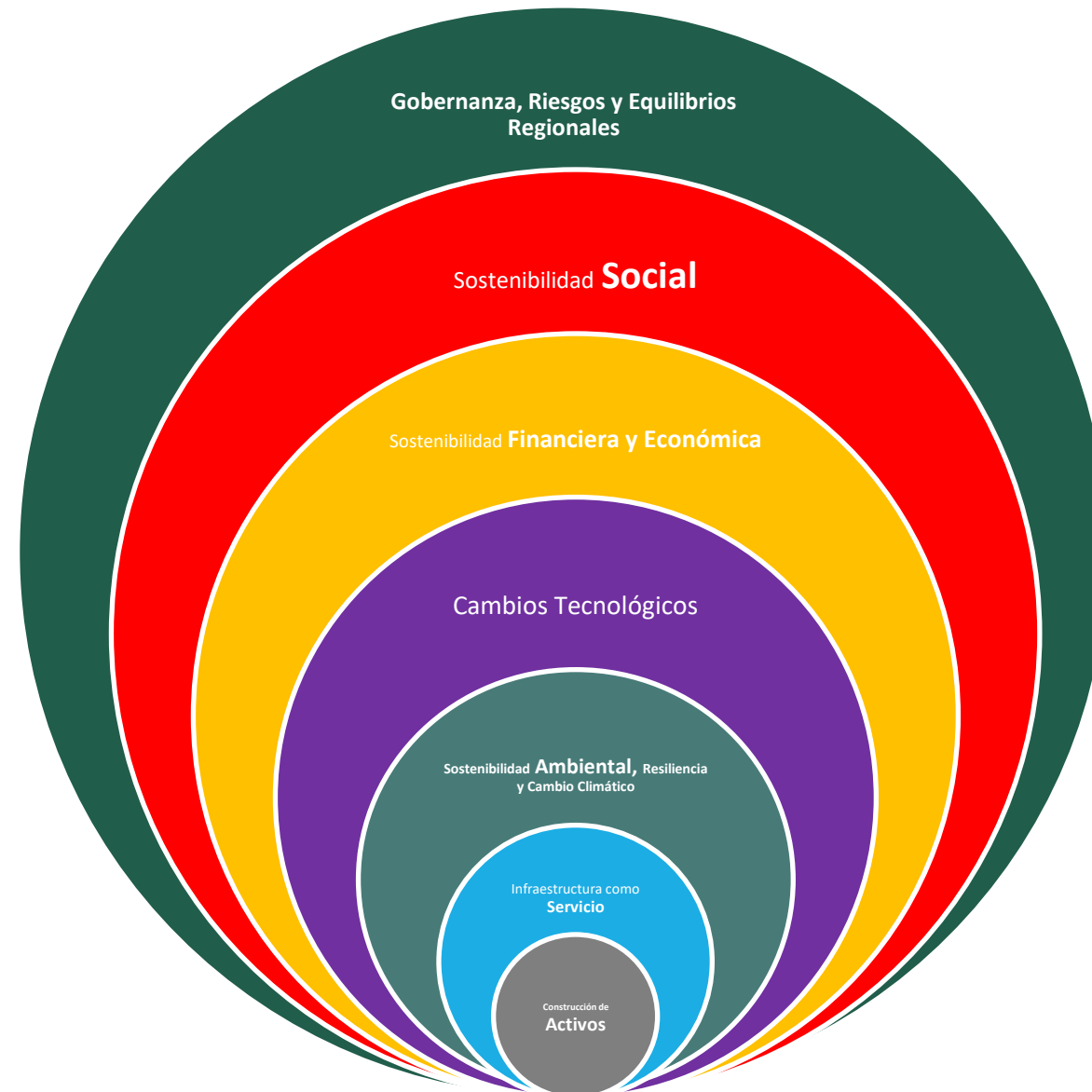


## Foco en los Servicios

La cantidad y calidad de los servicios son mucho más importantes para los usuarios que la disponibilidad o construcción de activos

Impacto de la Conectividad Digital

El tradicional sistema de la infraestructura se ha ido expandiendo más allá de sus fronteras iniciales hacia un nuevo sistema más complejo *técnica, económica, legal, ambiental, social y de gobernanza*, con implicaciones y compromisos de largo plazo



La **infraestructura** nos conecta con el entorno natural, y es la base de los **servicios** que se ofrecen. Es esencial centrarse en **resultados requeridos** para la sociedad, y definir *dónde* y *cómo* tomar las **decisiones correctas** para intervenir este complejo **ecosistema que es la infraestructura**.



### 3. Adopción de Criterios ESG en el Financiamiento de Infraestructura (7/11)

La mayoría de las instituciones financieras líderes en financiamiento de **infraestructura** han adoptado los denominados **principios ESG**, que requieren el cumplimiento de *aspectos ambientales, sociales y de gobernanza* en la preparación y desarrollo de los proyectos.



INVERSIÓN • Carta anual de Larry Fink

#### El fondo de inversión BlackRock rechazará a las empresas que no luchen contra el cambio climático

El pasado ejercicio no apoyó la continuidad de 4.800 directivos de 2.700 empresas por su falta de compromiso. Además, quiere incrementar los activos gestionados sostenibles de los 90.000 millones de dólares actuales a más de un billón de dólares



Fachada de la oficina de BlackRock en Nueva York. EFE



- ▶ Los fondos se gestionan a partir de un conjunto de índices ESG, los índices JESG EMD, lanzados en abril de 2018 por J.P. Morgan en colaboración con BlackRock
- ▶ Se trata de los fondos BGF ESG Emerging Markets Bond Fund; Fondo de bonos en

### 3. La Sociedad dejó de ser un ente pasivo (8/11)



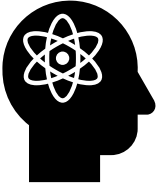
✓ Oficina independiente del BID para atender los reclamos de daños causados a la población de la region de influencia de un Proyecto financiado por el Banco, debido al potencial incumplimiento de una o mas de sus políticas operativas.

✓ Consta de 4 fases operativas:

- Registro
- Elegibilidad
- Fase de Consulta
- Fase de Verificación de la Observancia

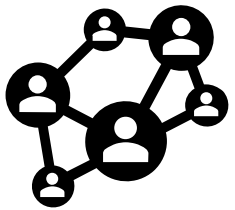


### 3. ¿Cómo afrontar la complejidad en proyectos de infraestructura? (9/11)



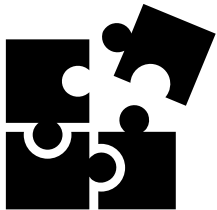
Pensamiento  
sistémico

- Asumir que **el todo es más importante que la suma de sus partes**. Comprender la manera en que los componentes de un proyecto trabajan juntos para alcanzar un objetivo común. Con esto se busca comprender la importancia que los componentes individuales tienen dentro de las redes más amplias en las que se encuentran.



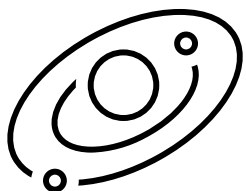
Ingeniería  
de Sistemas

- Es la aplicación del **pensamiento de sistemas al diseño y la gestión de ingeniería**. Ayuda a los diferentes equipos que trabajan en componentes individuales de proyectos a mantenerse **alineados con un objetivo común**.



Integración  
de Sistemas

- Es la tarea práctica de reunir todos estos componentes y ponerlos en servicio como un **único sistema en pleno funcionamiento**.



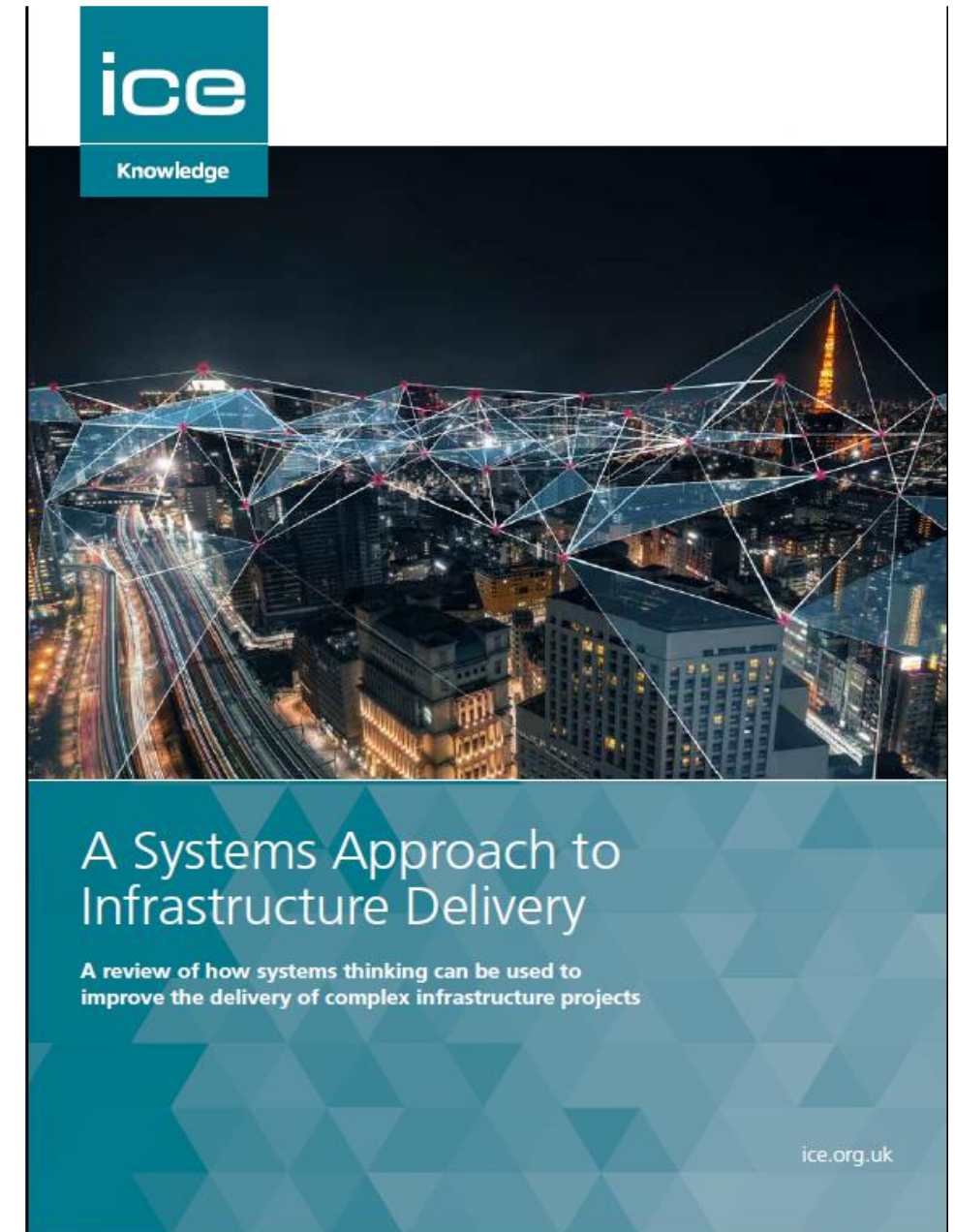
Sistema  
Ampliado  
Ecosistema

- Se refiere al **entorno sociopolítico** en el que se va a ejecutar un proyecto, y a los **múltiples grupos de interés** que pueden tener influencia alguna en su desarrollo.



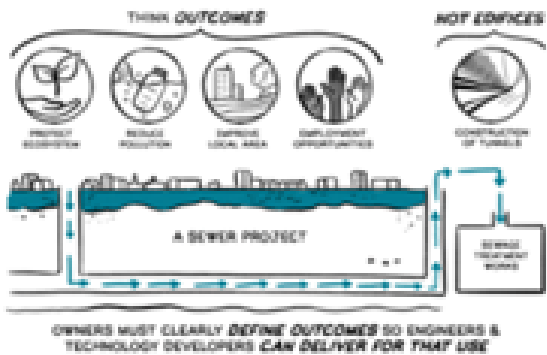
### Un Enfoque de Sistemas para el desarrollo de proyectos de Infraestructura (SAID)

- Se piensa que un **enfoque de sistemas** puede proporcionar una buena alternativa para el desarrollo de megaproyectos y proyectos complejos de infraestructura.
- Es decir, que la utilización de un **enfoque integral** que permita comprender todas las partes del sistema y su entorno, así como las personas impactadas, puede proporcionar mejores resultados para la sociedad en su conjunto.

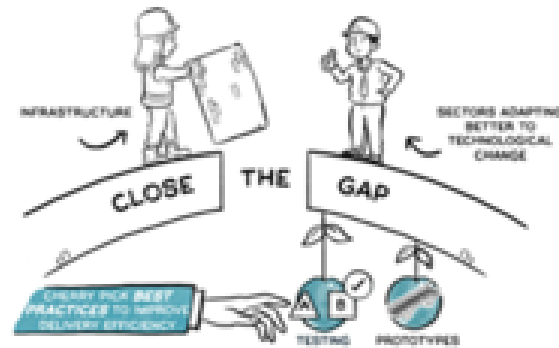


El modelo **SAID** define 8 componentes para abordar el desarrollo de proyectos de infraestructura como un enfoque de sistemas.

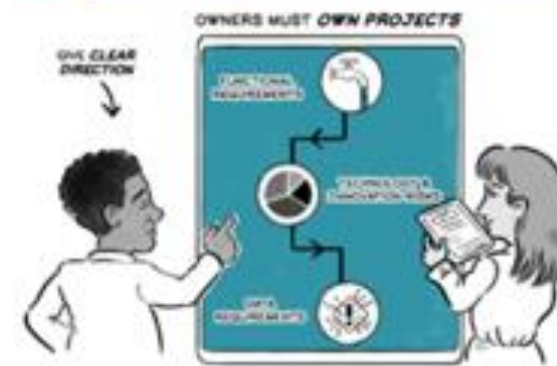
## 01 THINK OUTCOMES, NOT EDIFICES



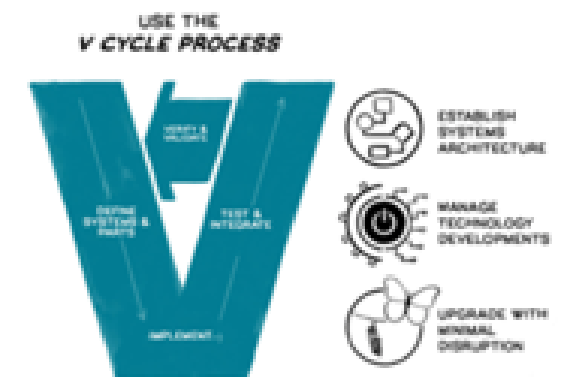
## 02 CLOSE THE GAP



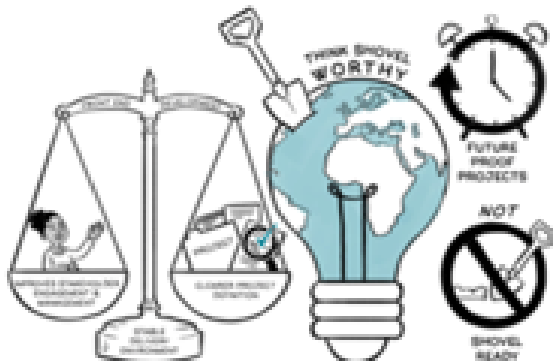
## 03 OWNERS MUST OWN PROJECTS



## 04 FUTURE-PROOF PROJECTS



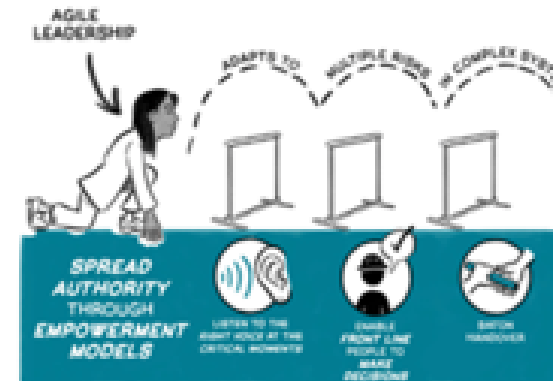
## 05 THINK SHOVEL WORTHY, NOT SHOVEL READY



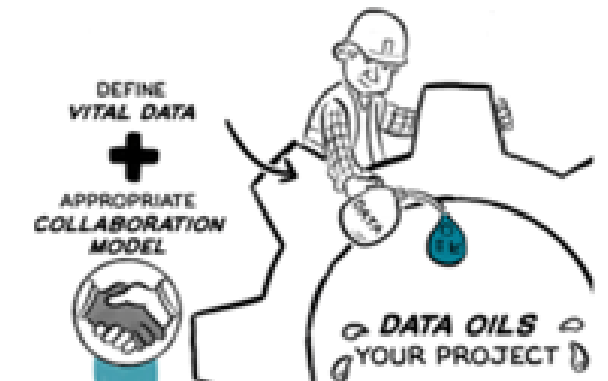
## 06 BAKE IN SYSTEMS THINKING



## 07 AGILE LEADERSHIP



## 08 DATA OILS YOUR PROJECT



## Definición de Propietario Capaz

Rol	Descripción
<b>Articulación de la voz del cliente.</b>	Capacidad de la organización propietaria para comprender quién es el cliente, interactuar con él, obtener y analizar la retroalimentación del cliente, traducirla y articularla en un resultado, hacer fluir la voz del cliente hacia arriba y hacia abajo en la organización y mantener la actividad. La capacidad de la organización para <b>equilibrar y alinear las opiniones y expectativas de los clientes</b> con los valores y objetivos estratégicos de la organización.
<b>Mentalidad basada en el valor</b>	Capacidad para centrarse en la <b>entrega de valor en lugar de la entrega de activos</b> . El valor se define en términos de resultados para los clientes y, por lo tanto, valor para el negocio en lugar del valor actual neto de la inversión. Capacidad para proporcionar y presentar una visión más amplia del valor en el caso de negocio. <b>Capacidad para gestionar tanto los ingresos como el capital del plan de negocios.</b>
<b>Articulación de la voz de las operaciones</b>	Asegurarse de que los administradores de programas, los operadores de activos y los mantenedores de activos tengan <b>claridad sobre los objetivos comerciales y el servicio ofrecido al cliente</b> y puedan planificar las operaciones y el mantenimiento por adelantado.
<b>Relacionado con el ecosistema</b>	<b>Capacidad de la organización</b> propietaria para modificar, crear o desarrollar <b>nuevos modelos comerciales que faciliten el compromiso temprano y la alineación entre las necesidades de los clientes y la cadena de suministro y otras partes interesadas.</b>
<b>Creación y mantenimiento de sistemas complejos</b>	Reunir la tecnología, las estructuras y los procesos apropiados e infundir un <b>entendimiento común de lo que se debe lograr y la capacidad de gestionar el cambio.</b>
<b>Reclutar, mantener y desarrollar talento</b>	Capacidad para <b>atraer, construir y retener el talento adecuado</b> , es decir, personas que sean pensadores profesionalmente calificados, conocedores, experimentados, competentes e innovadores, con las habilidades adecuadas, que puedan desafiar y que puedan lidiar con la ambigüedad. Talento más parecido al perfil de un gerente de negocios que a un gerente de proyecto, y personas que pueden ser defensores del caso de negocios.

### Facilitadores para la reducción de Riesgos

- 01 Financiación**  
¿Es seguro el modelo de financiación? ¿Están las partes interesadas alineadas y el Gobierno está comprometido y alineado?
- 02 Regulación**  
¿Se entienden las regulaciones y los requisitos de permisos?
- 03 Gobernanza**  
¿La gobernanza está definida y es adecuada para el propósito: los roles del propietario y el equipo de entrega están definidos y son distintos, con un sólido equipo multidisciplinario del propietario?
- 04 Datos del sitio**  
¿Se comprenden y se tienen en cuenta los datos específicos del sitio?
- 05 Datos tecnológicos**  
¿Los datos sobre procesos y componentes son lo suficientemente precisos y están las innovaciones bajo control?
- 06 Diseño**  
¿Está maduro el diseño?
- 07 Estimaciones**  
¿Son realistas las estimaciones de costos y cronogramas, integrando una evaluación de riesgos sólida?
- 08 Interfaces contractuales**  
¿Se identifican, comprenden y gestionan las interfaces en cada nivel del proyecto?
- 09 Gestión de proyectos**  
¿Es la gestión del proyecto lo suficientemente sólida, con una organización y procesos sólidos y un equipo de proyecto eficaz y experimentado?
- 10 Sistema de datos**  
¿El acceso a la estructura de datos y la estrategia de los sistemas relacionados son consistentes con el contexto del proyecto?
- 11 Preparación de la construcción**  
¿El plan ejecutivo de construcción es adecuado para su propósito? ¿Se tienen en cuenta los requisitos especiales (seguridad nuclear y construcción), incluida la gestión de la calidad y los defectos?
- 12 Cadena de suministro**  
¿Están las estrategias de adquisición y contratación definidas y adecuadas para su propósito? ¿Se incentiva a los proveedores a ofrecer lo mejor para el proyecto?
- 13 Habilidades**  
¿Se identifican y gestionan las habilidades críticas, con especial atención a la cultura de seguridad y calidad?
- 14 Preparación de las operaciones**  
¿Se planifica la transición a la operación, con el personal de operaciones involucrado en el proyecto desde el principio?

## 4. Algunos Ejemplos - México (Megaproyectos- Proyectos Complejos) (5/6)



**Tren Maya  
(FONATUR)**



**Refinería de Dos Bocas  
(SENER)**



**Corredor Interoceánico del Istmo  
(CIIT)**



**Aeropuerto Internacional de Santa Lucía  
(SEDENA)**



**Programa de Mejoramiento Urbano 1ª. Fase  
(SEDATU)**



**Tren México- Toluca  
(SCT-FONADIN)**

## 4. Algunos Ejemplos - México (Megaproyectos- Proyectos Complejos)(6/6)



**Prevención de Desastres Sur Sureste  
Tabasco, México**



**Recarga del Acuífero/Nuevas Fuentes Abastecimiento  
Valle de México**



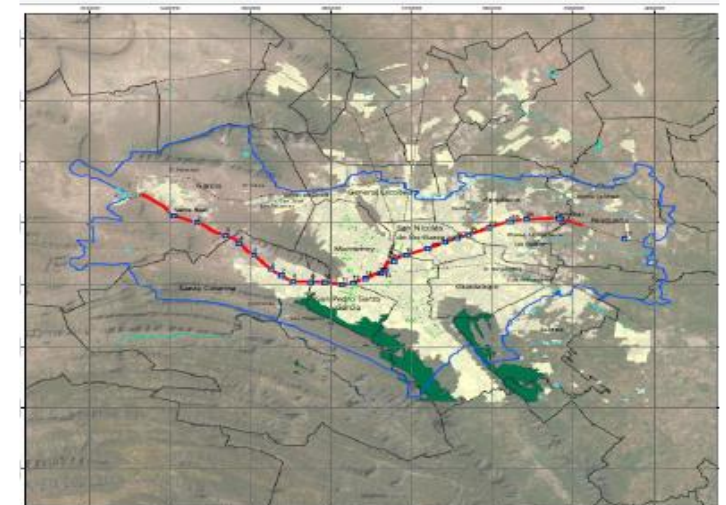
**Re-shoring T-MEC/Cadenas Logísticas/Puentes Fronterizos  
América del Norte**



**Smart Cities en Frontera Norte/Mesa Otay II  
Tijuana, BC**



**Programa de Trenes de Alta Velocidad  
Mex-Qro-Mty-San Antonio**



**Tren García Aeropuerto  
Monterrey, NL**

## 5. Comentarios finales

1. Gran preocupación por los **pobres resultados en el desempeño** de los proyectos de infraestructura, que invitan a reflexionar sobre nuevos enfoques en la gestión y habilidades requeridas. Un tema central es el entender la tipología del proyecto, en términos de su tamaño y complejidad. Las técnicas tradicionales parecen estar rebasadas.
2. Particularmente en el caso de los **megaproyectos y proyectos complejos** que tienen múltiples actividades interrelacionadas, generalmente corriendo sobre presupuestos y tiempos muy apretados, con incertidumbre en su ejecución, múltiples grupos de interés interactuando, con objetivos que suelen estar en conflicto, y cuyo desenlace adecuado no es lineal y por tanto está fuertemente condicionado.
3. **Normalmente se piensa que la solución estriba en los aspectos técnicos y económicos**, de gran peso, pero al polarizarse las opiniones entre los distintos grupos de interés, donde cada cual cree tener la razón, apostando a su capacidad de *lobbying*, esta tecnocracia acaba siendo ignorada o pierde importancia en el proceso de toma de decisiones.
4. Los **riesgos de obstáculos e incertidumbre** al feliz desenlace de Megaproyectos/Proyectos Complejos empiezan a ser la constante en la mesa, las relaciones interpersonales, los procesos de comunicación y la interferencia política dominan los procesos de cambio.
5. Una nueva corriente basada en el **Enfoque de Sistemas** emerge con grandes posibilidades de tener éxito en la gestión de proyectos, y procesos de cambio, como un reconocimiento explícito a la **complejidad del ecosistema** en el que se desarrollan hoy en día los proyectos de infraestructura. Las habilidades "suaves", la ética y los valores resultan fundamentales en el nuevo entorno, así como modelos probados de gobernanza.
6. Para **América Latina esto puede ser muy relevante**, toda vez que existe un número muy importante de Megaproyectos que podrían beneficiarse de estos nuevos enfoques. **¿Estaremos a tiempo?**

1. Establecer **objetivos claros** del Megaproyecto.
2. Estipular el uso de la **Gerencia de Proyecto** en forma obligatoria.
3. Listar todos los **stakeholders** involucrados en el proyecto.
4. Introducir mecanismos explícitos de **Gobernanza** acorde al proyecto.
5. Definir el check list de **Riesgos** ex ante del Megaproyecto.
6. Asegurar **diseños maduros** que permitan la ejecución del proyecto.
7. Asegurar que se cuenta con los **permisos necesarios y los derechos de vía**.
8. Asegurar el **plan financiero**.
9. Asegurar el **consenso político y social** del Megaproyecto.
10. Uso obligatorio de **Plataformas Informáticas** de Seguimiento y Control.



Muchas Gracias!

[rjuarez@foaconsulting.com](mailto:rjuarez@foaconsulting.com)