



V ENCUENTRO
INTERNACIONAL DE METROS
“Implementación de Metros Subterráneos”



WORLD BANK GROUP
Transport & ICT

Factores y Variables que Impactan la Inversión y el Retorno de Proyectos Metro

Georges Darido, Banco Mundial
Especialista Líder en Transporte Urbano
13 Noviembre 2015

Instrumentos del Banco Mundial con ejemplos recientes de proyectos Metro

1. Financiación Pública/Prestamos	2. Asistencia Técnica	3. Apoyo al Sector Privado
<ul style="list-style-type: none"> Ecuador: Metro de Quito Brasil: Metro de Sao Paulo Metro: Línea 4 & Línea 5 Peru: Metro de Lima Línea 2 y Ramal de Línea 4 China: Metros en Nanchang, Zhengzhou, Kunming 	<p>Reembolsable:</p> <ul style="list-style-type: none"> RAS Sao Paulo: Metro L6, L18, & Proyectos de Trenes Interurbanos <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> Metro de Bogotá Metro de Lima 	<p>Garantías - MIGA</p> <ul style="list-style-type: none"> Metro de Panamá: Line 1 Metro de Estambul <p>Garantías - BIRF</p> <p>Deuda, Garantías, Capital - IFC</p>

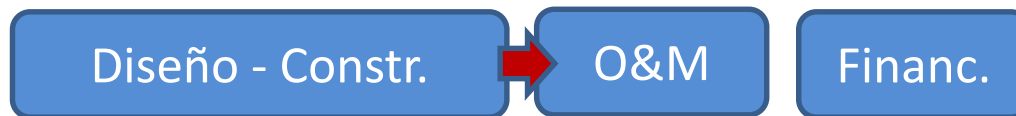
➤ **Mercado: Grandes ciudades en países de rápido crecimiento o de ingreso medio**

Modelos de Licitación y Ejecución

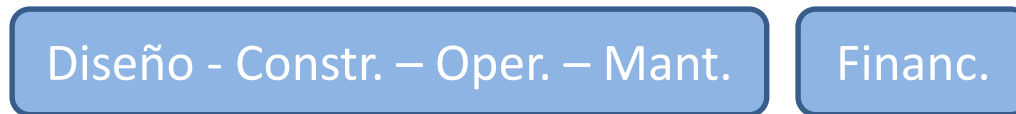
Tradicional:



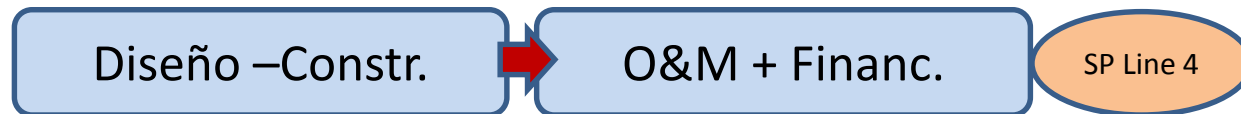
Diseño-Construcción:



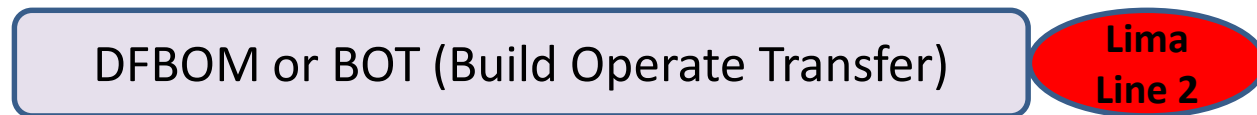
DBOM:



Llave en Mano +
Concesión Operación:



APP completamente
integrada



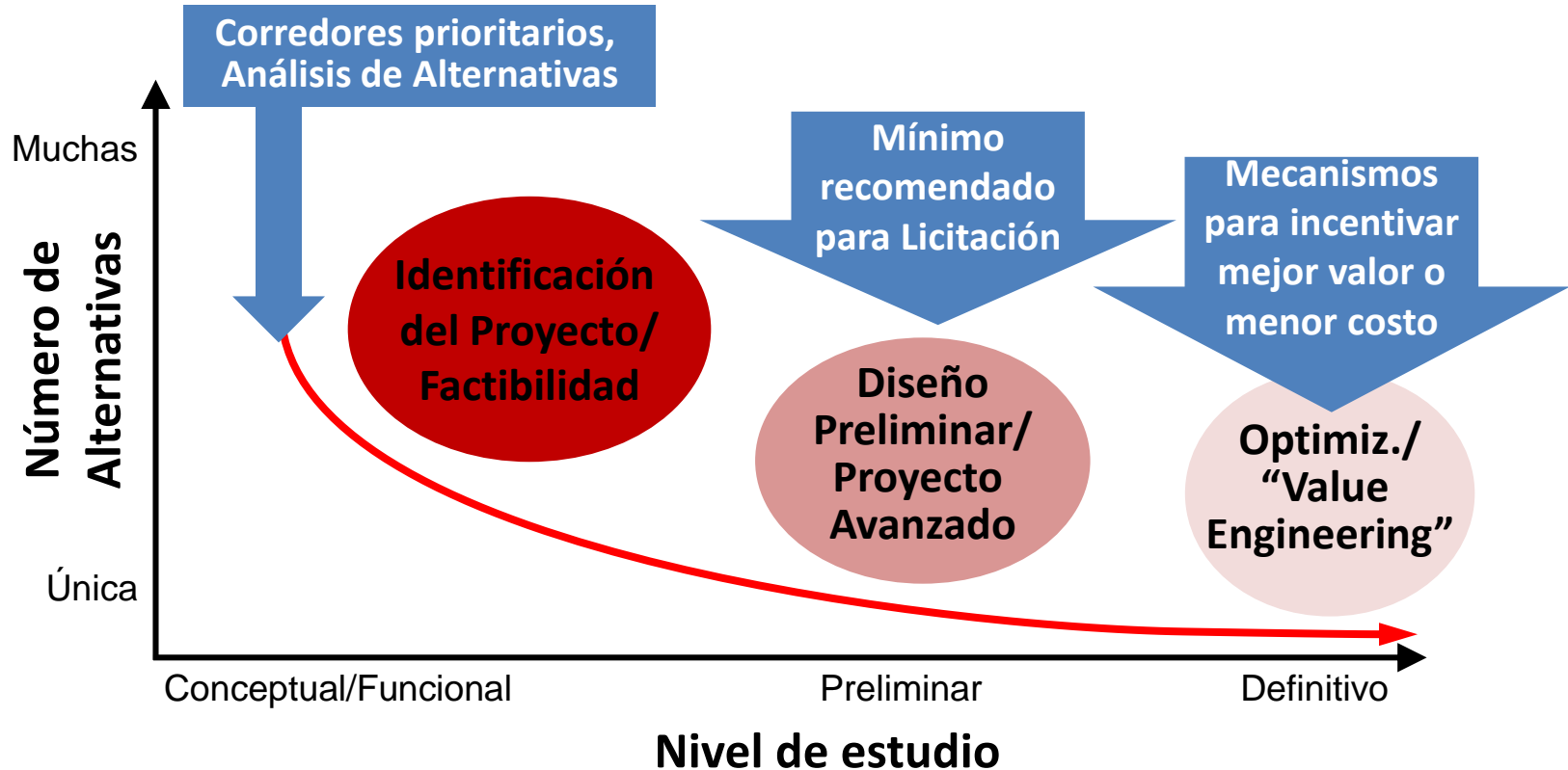
Nuestro valor agregado: un enfoque holístico



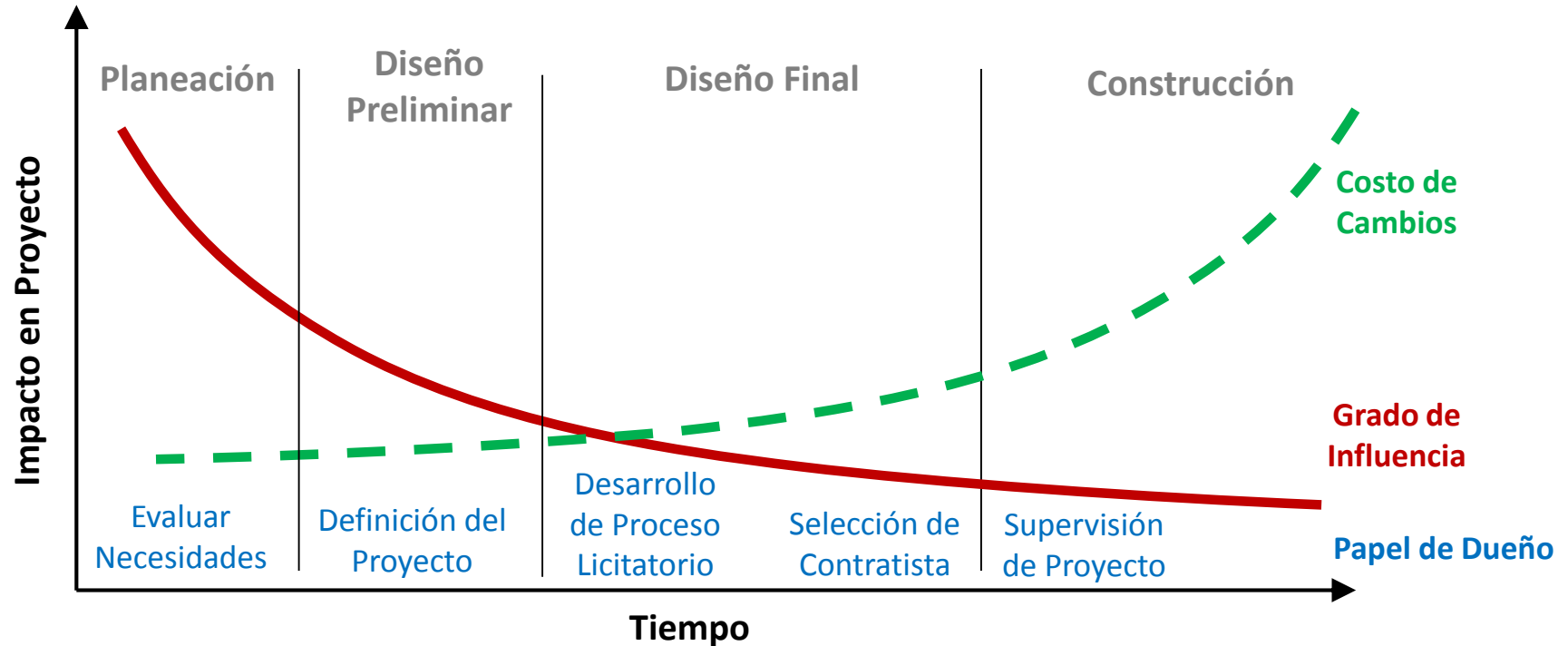
Lecciones para la Preparación de Proyectos de Metro

1. Enfocar en la calidad de estudios y la curva de desarrollo de proyecto
 - Análisis de alternativas: corredores, vertical, horizontal, modo/tecnología, etc.
 - Validación de estudios de demanda y estimación de beneficios para proyectos de larga vida
 - Análisis económico: efectos de red y tasa social de descuento
 - Análisis fiscal y financiero: critico para mega-proyectos y APPs
2. Análisis de costos: Costos totales por km varían ampliamente
 - < US\$100M a > US\$300M por km construido
 - Analizar los principales factores y determinantes de costo
 - Puntos de referencia (Benchmarking) por componentes de mayor costo
3. El reparto de riesgos y el nivel de diseño para la licitación
 - Es importante compartir el riesgo de la demanda donde posible
 - Informe geotécnico de línea base: buena practica para construcción subterránea
 - Mecanismos para optimizar diseños y compartir economías: “Value Engineering”

Curva de desarrollo de proyecto



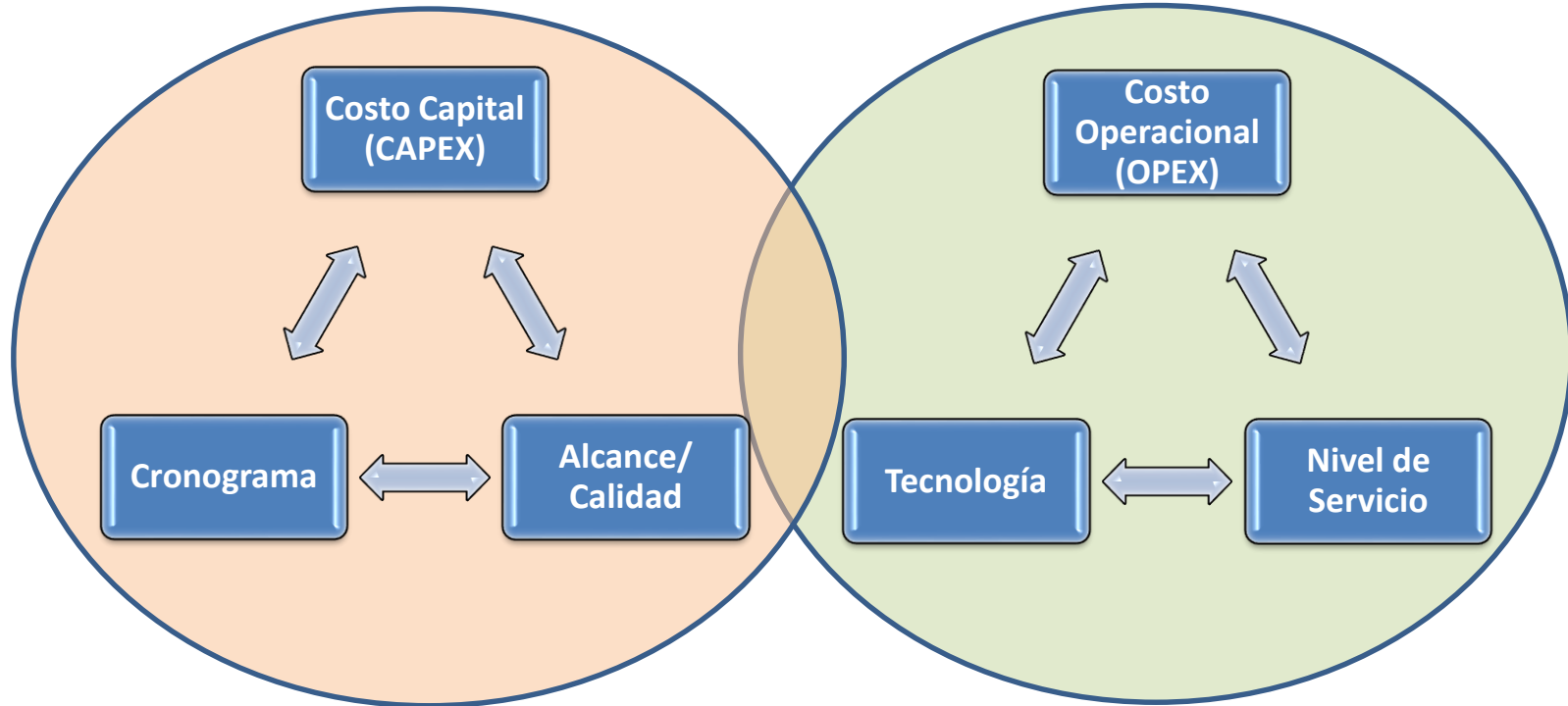
Impactos en costo y capacidad de mitigación por fases



Conceptos para Análisis de Costos

- Indicador global (\$/km) puede ser parcial y poco útil sin analizar los mayores componentes y variables de costo (*“cost drivers”*)
- Costo capital vs. operacional
- Factores controlables vs. exógenos
- Elementos variables vs. fijos
- Retorno a la inversión

Conceptos de Gestión y Ciclo de Vida de Proyecto



Categorías Típicas de Costos Capitales

Costos Directos	Costos Indirectos
<ol style="list-style-type: none">1. Vía permanente2. Estaciones, terminales, intercambiadores3. Instalaciones de soporte: patios, talleres, edificios administrativos4. Sistemas5. Obras en local6. Terrenos, ROW7. Vehículos	<ol style="list-style-type: none">1. Costos Financieros2. Contingencias3. Servicios profesionales “Soft Costs”<ol style="list-style-type: none">a. Diseños de ingenieríab. Gerencia de proyecto y construcciónc. Aseguradorad. Servicios legales, permisos y licenciase. Estudios de campo y pruebas de laboratoriof. Inicialización

Etapas Estimadas	Exactitud Probable	Etapas de Diseño	Propósito	Información Disponible	Métodos de Estimación	Guía de Contingencias
Orden de Magnitud (conceptual)	50% - 30%	Preliminar	Evaluación de proyectos y alternativas	Trazado a escala 1:100, descripción de instalaciones, diagramas informes de estudios	Paramétrico – Costo de una instalación similar es ajustado para representar nueva instalación. Incluye costos por SF, LF, o CF. Modelo – Un diseño típico es usado para desarrollar cantidades y costos por elementos	20% o más
Preliminar (presupuesto)	15% - 30%	Informe de Diseño Preliminar (25%)	Establecer presupuesto de control	Trazado a escala 1:40 descripción de instalaciones, diagramas informes de estudios, secciones transversales, perfiles, elevaciones, datos geotécnicos, plan de fases, cronograma, definición de trabajos temporales	Cantidad de desarrollo de los principales productos, fijación de precios mediante base de datos, manuales, cotizaciones, resultados de la licitación, o la experiencia que puede ajustarse a las condiciones del paquete específico. Estimaciones aproximadas o subsidios desarrollados por artículos inconmensurables.	10% - 20%
Definitivo	15% - 5%	75% a 100% completado	Presupuesto de control detallado, Control de Costos, Reporte	Planes de progreso y especificaciones, cronograma de construcción	Diferencias de las cantidades respecto a los planes, precios representativos mediante bases de datos, manuales, citas, manda que los resultados, o la experiencia para ajustar las condiciones del paquete específico. Aproximación de mano de obra y equipos, aproximación por porcentajes a las condiciones generales, costos fijos y utilidad, contingencia, y la escalamiento. Algunos subsidios por artículos inconmensurables.	5% - 15%
Detalle (estimación de ingeniero)	± 5%	PS&E	Revisar estimativos para ofertas, Comprometer fondos	Planes completos y especificaciones para licitación, Cronograma detallado de construcción, Termino y condiciones de contrato.	Diferencias de las cantidades todos los elementos medibles respecto a los planes, revisión detallada de las especificaciones, precios detallados incluyendo cotizaciones de precios, aproximación de mano de obra y equipos, aproximación por porcentajes a las condiciones generales, costos fijos y utilidad, contingencia, y la escalamiento. Evaluación del programa de construcción, restricciones de trabajo, requisitos de cambio, y riesgo.	0% - 10%

^[1] Exactitud Probable de acuerdo a establecido por la Association for the Advancement of Cost Engineering International (AACE)

Factores exógenos o fijos

Características físicas

- **Geología, tipos de suelos**, nivel freático, sísmica, interferencias, etc.

Características del mercado

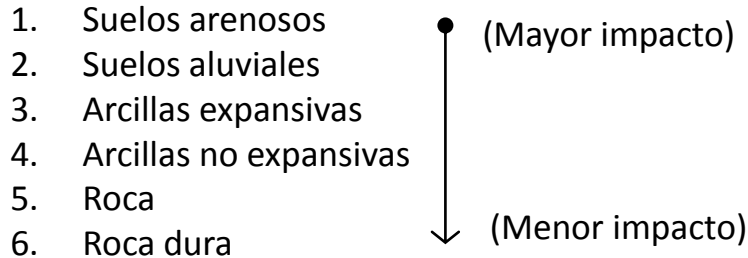
- demanda, costo y disponibilidad de terrenos, nivel de competencia, etc.

Ambiente político-económico:

- presupuesto, costo de material y mano de obra, apoyo público, etc.

Condiciones subterráneas

- Las condiciones del suelo **impactan el costo a través del diseño, los métodos constructivos y los tiempos de construcción.**
- **No existe un método único** para calcular impacto de condiciones del suelo en costo de construcción. La literatura habla de un **ranking de tipo de suelo** según su impacto en costo (bajo unas mismas condiciones):



- La incertidumbre sobre condiciones de suelo puede tener grandes impactos en el costo de la construcción. Este **riesgo es difícil de transferir al contratista.**
 - Por lo tanto, entre mayor detalle (certidumbre) en estudios de suelos preliminares, mejor.

Factores exógenos o fijos

Variables/Diseño del Proyecto

Ubicación

Capacidad (Pasajeros/hr/dir)

Estaciones (numero y dimension)

Longitud

Sección Transversal

Profundidad

Calidad de los Estudios

Nivel de Servicio

Tecnologia

Métodos Constructivos

Cronograma

Normas de diseño y Acabados
(*Finishings*)

Informe Geotécnico de Línea Base (GBR)

GBR define **contractualmente** las condiciones de suelo previstas

Practica ampliamente aceptada in la industria de túneles

El alcance es más aplico que el de un estudio geotécnico tradicional

- Incluye características del suelo con base en reportes geotécnicos existentes
- También define rango de acción para el contratista, incluyendo las principales limitaciones y consideraciones a tener en cuenta para el diseño final

Objetivos:

- Reducir incertidumbre para el contratista/constructor
- Reducir sobrecostos para el sector público: menos eventos fortuitos de fuerza mayor



Informe Geotécnico de Línea Base (GBR)

Seleccione
parámetros
de referencia,
relaciónelos
con
características
del suelo



Establezca
rango para
el valor
esperado de
los
parámetros



Debido a la influencia de los
métodos constructivos en el
comportamiento del terreno,
GBR también debe establecer
los equipos, el procedimiento, y
la secuencia de construcción en
que se basan las clausulas



Factores exógenos o fijos

Variables/Diseño del Proyecto

Modelo de licitación y ejecución

Requerimientos Técnicos y
Financieros

Capacidad y Coordinación
Institucional

**Mecanismos de Resolución de
Disputas y Optimizaciones**

Procesos Administrativos y
Costos Indirectos

Penalidades, incentivos, y
garantías

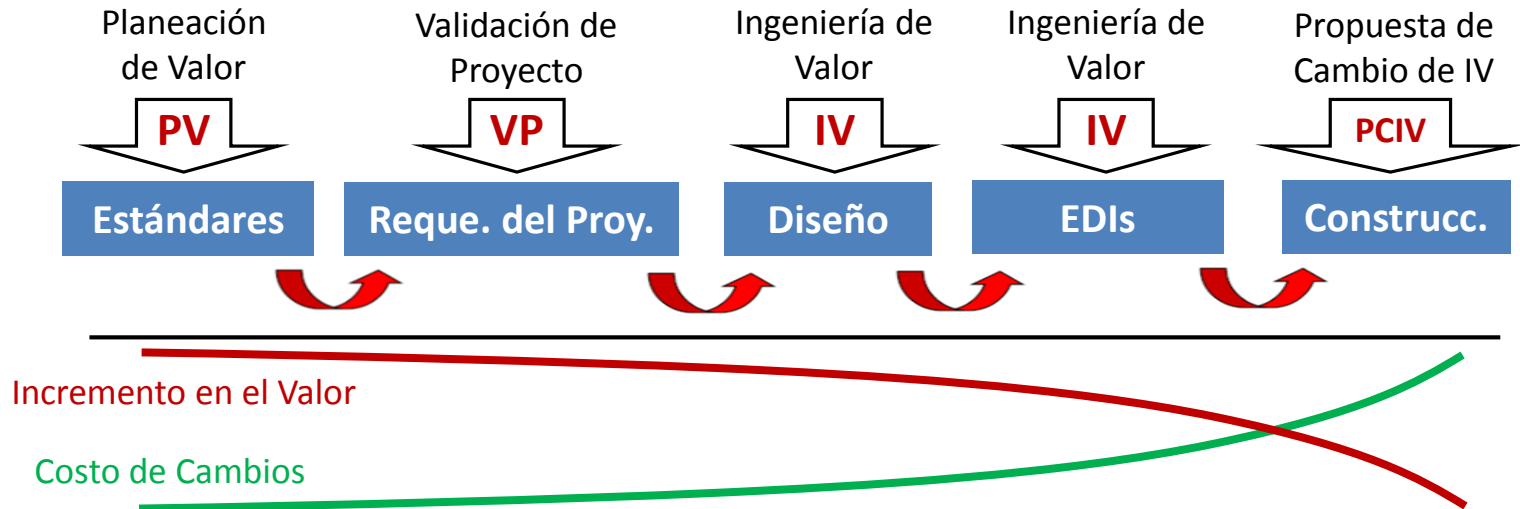
Costos logísticos, aseguración,
y importación

“Cost of Doing Business” y
Riegos de Pago

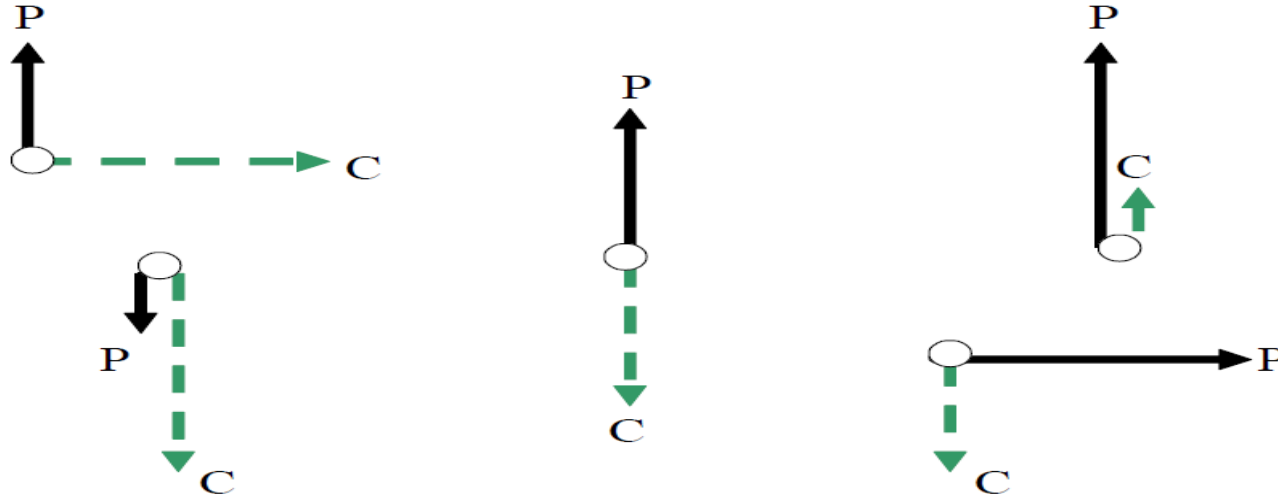
Costo de Financiamiento

Ingeniería de Valor (Value Engineering)

- Proceso sistemático realizado por un equipo multidisciplinario para incrementar el valor del proyecto: $\text{Valor} = \text{Función} / (\text{Costos} + \text{Tiempo} + \text{Otros})$
- El objetivo es identificar opciones para reducir costos del proyecto, manteniendo o mejorando su valor, y compartir posibles economías.



¿Cómo podemos añadir Valor?



- ❖ C = cost (costo)
- ❖ P = Performance (rendimiento)

Se trabaja con costos, tiempos, objetivos y riesgos con un enfoque de ciclo de vida

Observaciones: Línea 2 Metro Lima-Callao

Sobre las Decisiones que Impactan en la Inversión:

- Mayor profundidad del túnel para evitar interferencias: impacta en el coste de excavación y en el coste de las estaciones
- Plataformas más largas para demanda futura: impacta en el coste de estaciones pero flexibiliza operaciones
- Diámetro de túnel mayor, para plataformas de evacuación: impacta en el coste de excavación pero mas seguro
- Operación totalmente automatizada (sistema GoA4) y con puertas de andén para acceder a los trenes: aumenta CAPEX pero reduce el OPEX
- Estaciones a menos de 1 km para mejorar accesibilidad: impacta en el coste total de estaciones.

Observaciones: Línea 2 Metro Lima-Callao

Sobre los Costes de Operación y Mantenimiento:

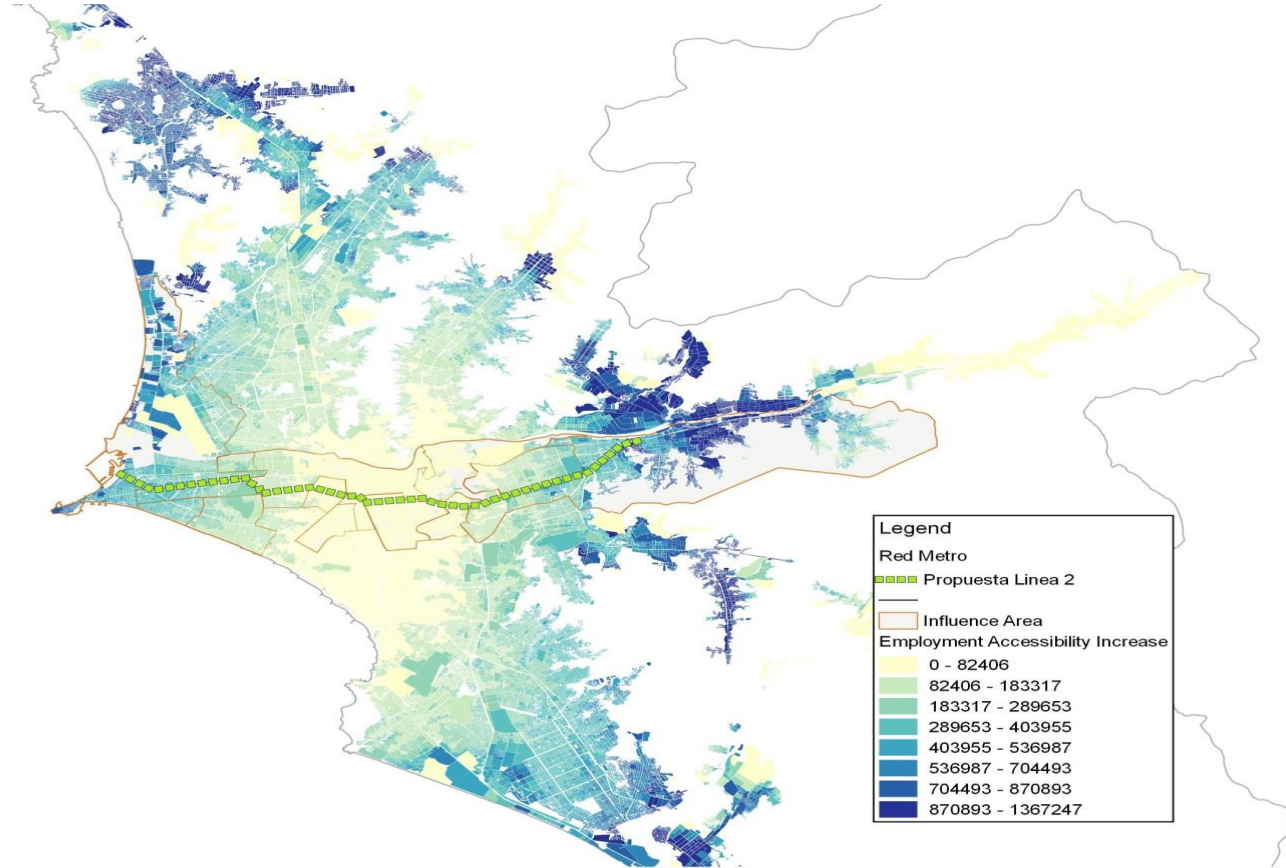
- En general, los costos unitarios están por debajo del promedio de los proyectos comparados
 - La mayoría de los otros sistemas son operados por el sector público.
- Estos costos más bajos que en otros casos podrían explicarse por:
 - El uso de una tecnología moderna, que reduce costes de operación y mantenimiento
 - Sistema totalmente automatizado, que permite reducir el personal de operación
 - El hecho de operarse bajo un esquema APP, que podría reducir los costes de gestión.

Lecciones para Implementación de Proyectos de Metro

1. Causa usual de demoras iniciales: adquisición de predios, reasentamientos, relocalización de redes y interferencias, falta de diseños listos para comenzar obra
2. Construir la capacidad institucional:
 - Buena gestión del proyecto es fundamental para controlar los costos y tiempos
 - Complementar capacidades con consultores especializados
3. Ingresos no asociados a la tarifa son significativos y deben ser considerados durante la etapa de diseño (publicidad, espacios para comercio, inmobiliario)
4. Desarrollar proyectos urbanos complementares a la implementación del proyecto metro:
 - Planeamiento de integración y accesibilidad del sistema
 - Impacto social y estrategia de comunicación
 - Desarrollo orientados al transporte (TOD) y captura de incrementos en valor del suelo

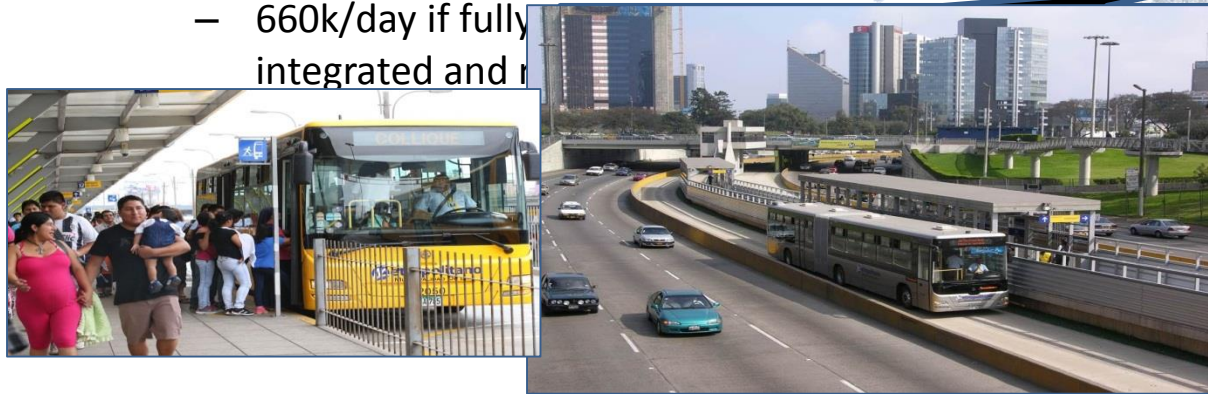
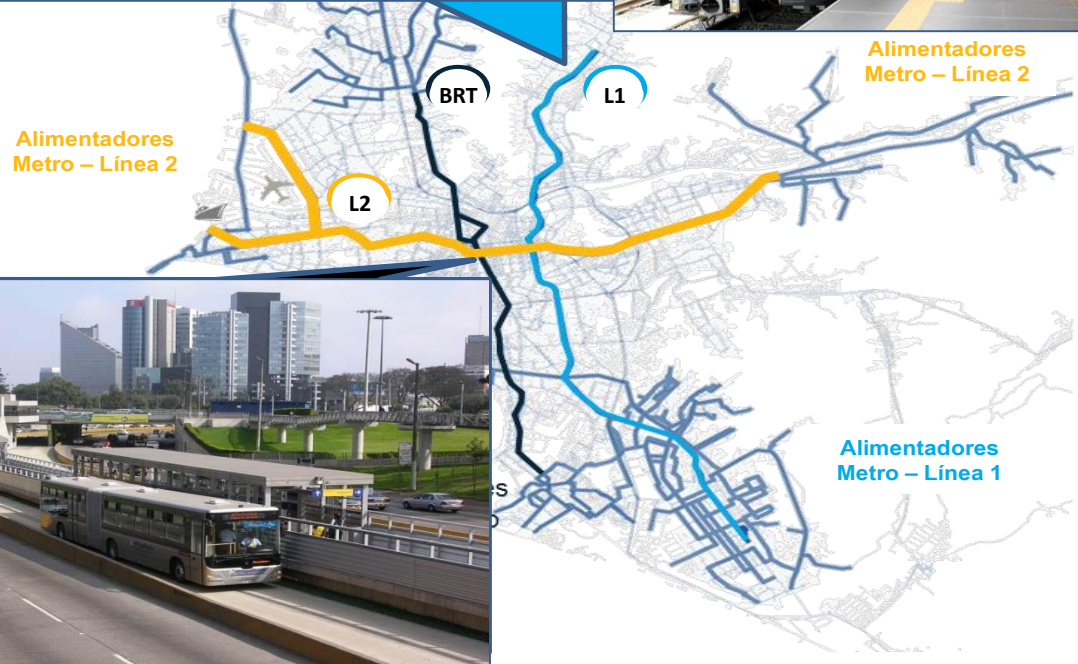
Main Benefits: improved mobility and accessibility

- Reduced travel times in the Region
- Line 2, once integrated with Line 1, BRT, and urban feeders, will increase the number of jobs available within a 60-minute commute by as much as 25% (100k-200k additional accessible jobs)
- Also, better access to health, education and other public services



Integration

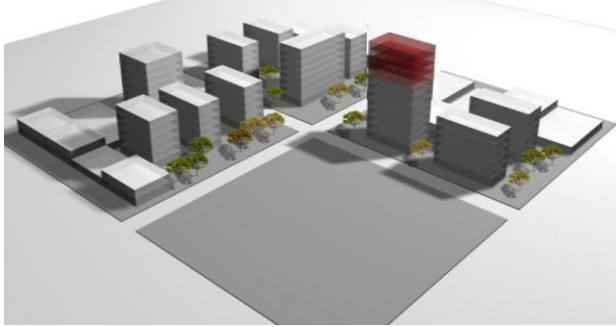
- Line 1 elevated rail: 300k passengers/day
- Metropolitano BRT: 700k passengers/day
- Line 2 underground:
 - 360k/day with only basic integration
 - 660k/day if fully integrated and r



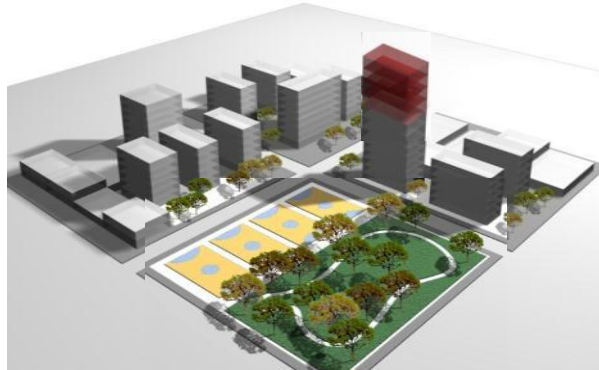
Renovación y (re)desarrollo urbano

Operaciones Urbanas en Brasil

Sale/Transfer of Development Rights
OUTORGA ONEROSA DO DIREITO DE
CONSTRUIR



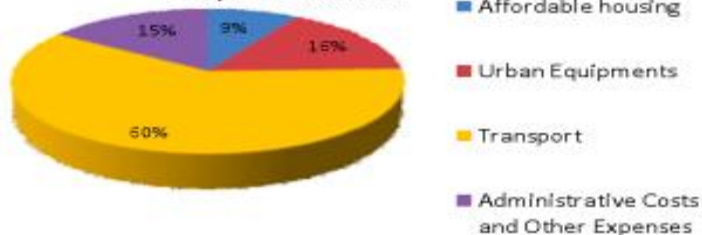
Simple UO
OPERAÇÃO URBANA SIMPLIFICADA



UO with CEPAC
OPERAÇÃO URBANA



CEPAC Investments in the Faria Lima Urban
Operation
>US\$700 million

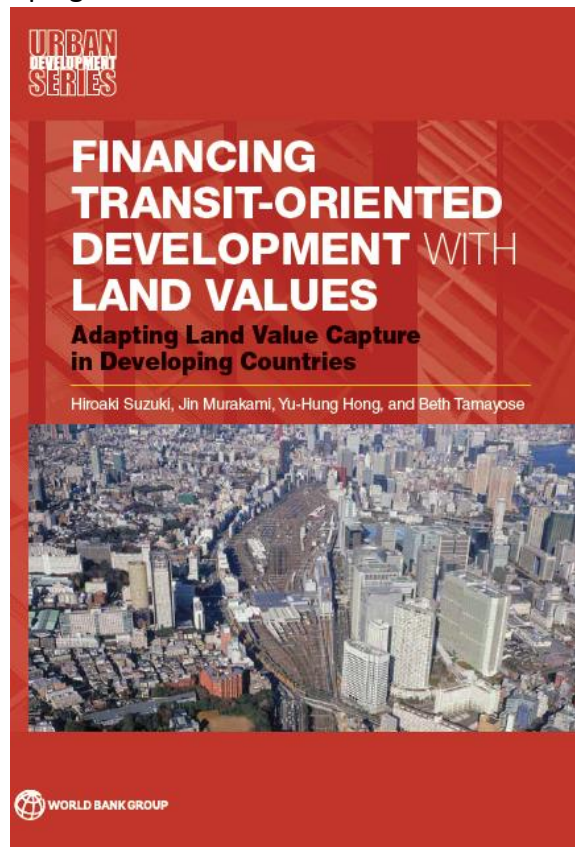
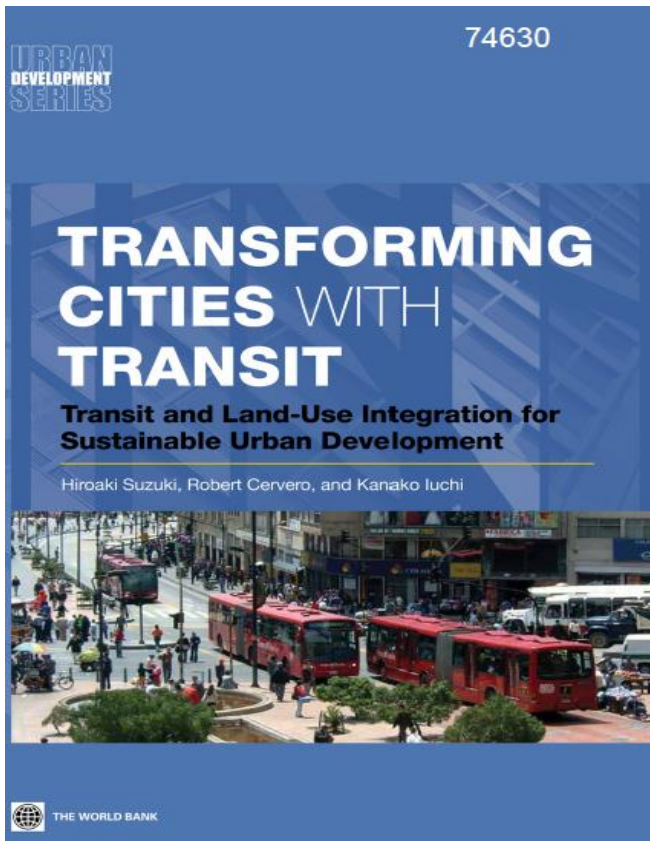


Metro Faria Lima
(Linea 4)

Renovación y (re)desarrollo urbano

Referencias Banco Mundial

<http://documents.worldbank.org/curated/en/2015/01/23793324/financing-transit-oriented-development-land-values-adapting-land-value-capture-developing-countries>



Recomendación	Permite	Observaciones
<p>1. Estudio de campo detallado e identificación de redes de servicios públicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trazados Alternativos • Proyecto geológico y geofísico 	<p>Definición del trazado final, tipo de método de construcción, número de personas relocalizadas, refuerzo para temblores, evita zonas de contaminación y zonas donde relocalizar servicios públicos seria muy caro</p>	<p>Vale la pena hacer un estudio de campo detallado aun cuando número de sondeos necesarios lleve tiempo y sea costoso. Ahorra tiempo en el futuro y también costos. Puede ahorrar hasta 50% del costo total</p>
<p>2. Diseño de ingeniería básico avanzado y ejecutivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un diseño de ingeniería de calidad para evaluar “trade-offs” (compromisos) • Análisis de los factores que componen los costos indirectos (costo de hacer negocios, logística, utilidades, competencia del mercado) 	<p>La preparación de pliegos detallados con cantidades de más o menos 15% del costo final</p>	<p>Solo debe ser iniciado después de haber concluido 1 pero seguramente tiene un B/C alto ya que permite propuestas más detalladas y con menos riesgo (menor contingencia física) Puede ahorrar hasta 30% del costo total</p>

Recomendación	Permite	Observaciones
<p>3. Discusión sobre Fuentes de Financiamiento, Competencia Esperada, Métodos de Licitación, “Value-for-Money”</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de Fuentes y Aplicaciones de Fondos y análisis del desfase (gap) • Informe estructura de la transacción si es APP • Estudio de costos de explotación bajo escenario público o privado, tarifa de punto de equilibrio, fuentes de financiamiento del subsidio 	<p>Definición del tipo de licitación (tradicional o APP) identificación de riesgos y medidas mitigadoras, cuantificación de subsidios para aprobación de una ley de financiamiento</p>	<p>Ahorra sin duda muchos costos porque el tipo de licitación es crítico para el cálculo de costos. Particularmente en los casos con BOT. Estos estudios podrán realizarse en paralelo a el anterior. Podrán ahorrar hasta 25% del costo total</p>
<p>4. Fortalecimiento del conocimiento y gestión de la agencia encargada de la obra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contratación de una consultora a tiempo completo para acompañar y aprobar el Proyecto “as-built” y cambios • Contratación de una supervisora de implantación de obra e instalaciones 	<p>Respuestas rápidas al Contratista. Control de costos por cambios innecesarios, control del presupuesto y de los hitos</p>	<p>Si los contratistas saben que el Metro no tiene capacidad para revisar rápidamente los proyectos, el costo propuesto irá aumentar porque está relacionado con las demoras en la aprobación. Ahorra hasta 50% del costo total</p>