

# La Experiencia de ACCIONA en grandes Infraestructuras Ferroviarias





Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos

# La experiencia de ACCIONA en grandes Infraestructuras ferroviarias

- 1.- Introducción
- 2.- Proyectos Metroferroviarios
  - 2.1.- Metro de Quito
  - 2.2.- Follo Line
  - 2.3.- Metro Dubái 2020
- 3.- Ventajas de la aplicación de BIM

índice



## 1.- Introducción

EMPRESA GLOBAL LÍDER EN  
INFRAESTRUCTURAS, AGUA, SERVICIOS Y  
ENERGÍAS RENOVABLES

Con presencia en más de 40 países, desarrolla su actividad empresarial bajo el compromiso de contribuir al desarrollo económico y social de las comunidades en las que opera.

El objetivo de ACCIONA es liderar la transición hacia una economía baja en carbono, para lo que pone al servicio de todos sus proyectos criterios de calidad y procesos de innovación destinados a optimizar el uso eficiente de los recursos y el respeto al entorno. La compañía es neutra en carbono desde 2016, compensando todas las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas que no pudo reducir.

## ACCIONA EN CIFRAS

LÍDER EN SOLUCIONES SOSTENIBLES DE INFRAESTRUCTURAS Y  
PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE

+37.000  
empleados

En más de 40 países, 5 continentes

+75 años  
de historia

~50% control familiar

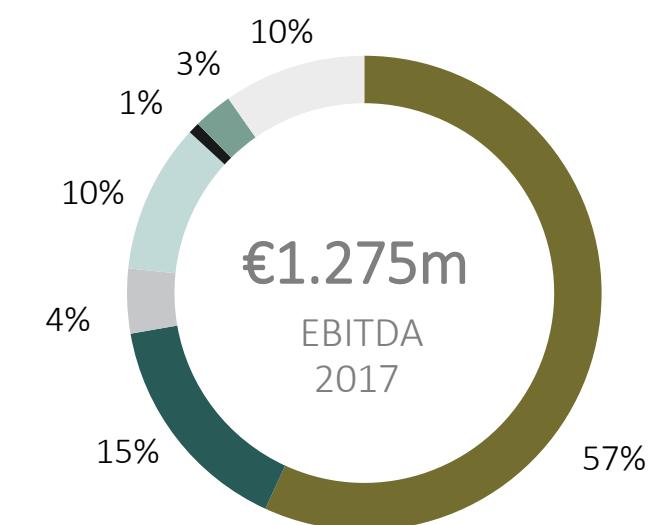
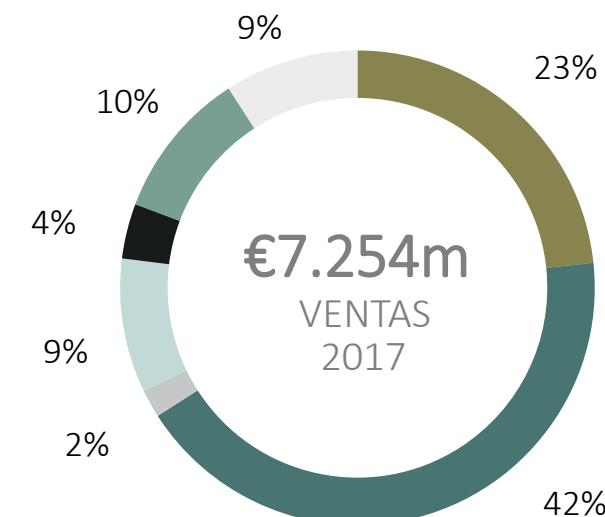
€193,9 m

En I+D+i



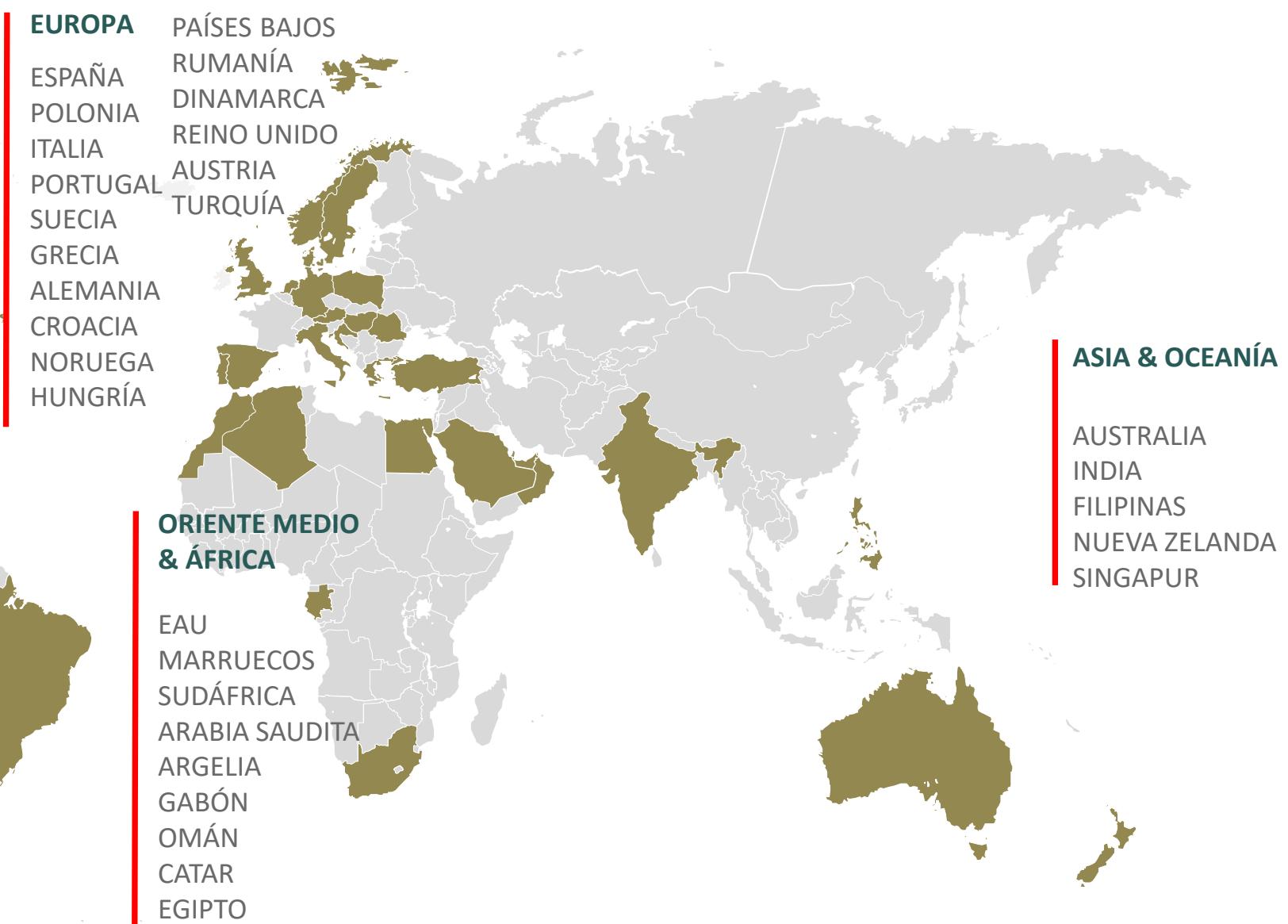
Neutros en carbono  
desde 2016

- ENERGÍA
- CONSTRUCCIÓN
- CONCESIONES
- AGUA
- INDUSTRIAL
- SERVICE
- OTROS



ACCIONA

EN EL MUNDO

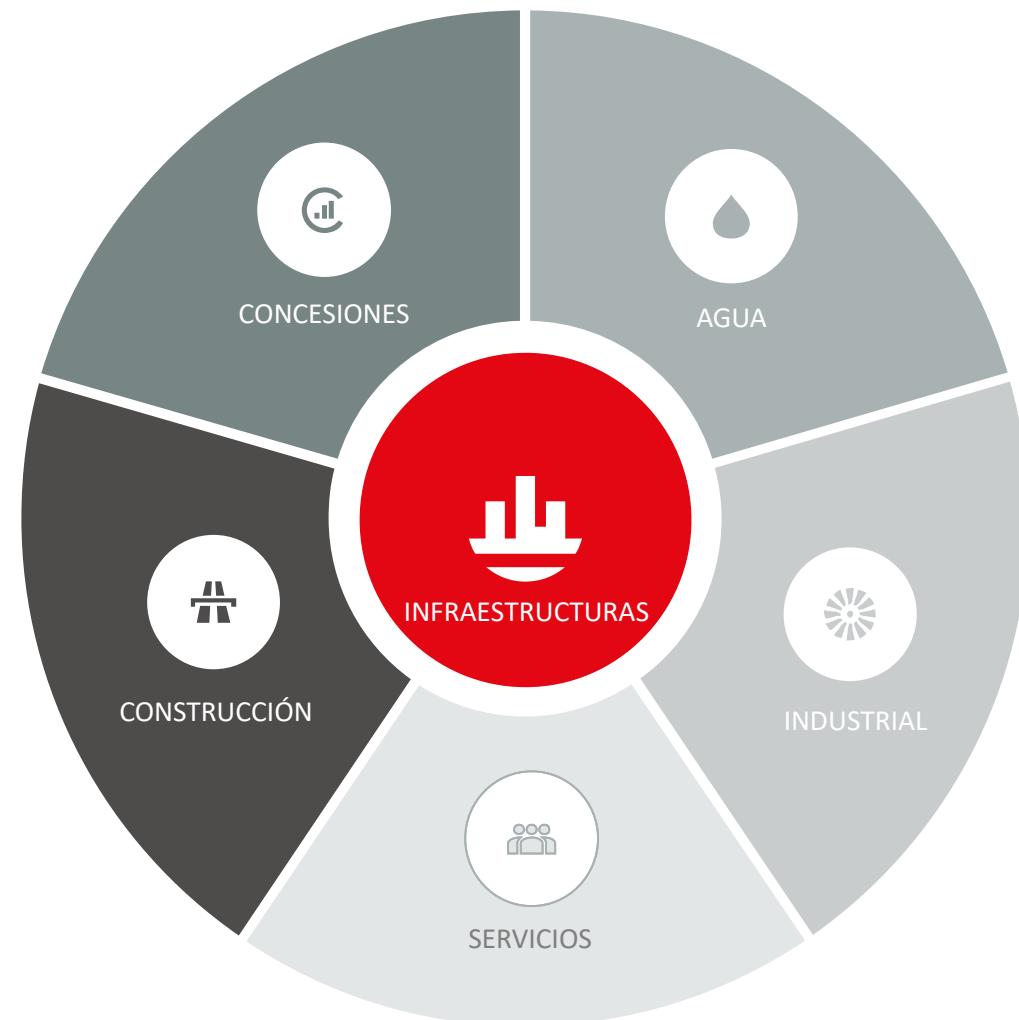


ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

CONSTRUCCIÓN, CONCESIONES, AGUA, INDUSTRIAL Y SERVICIOS



Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos



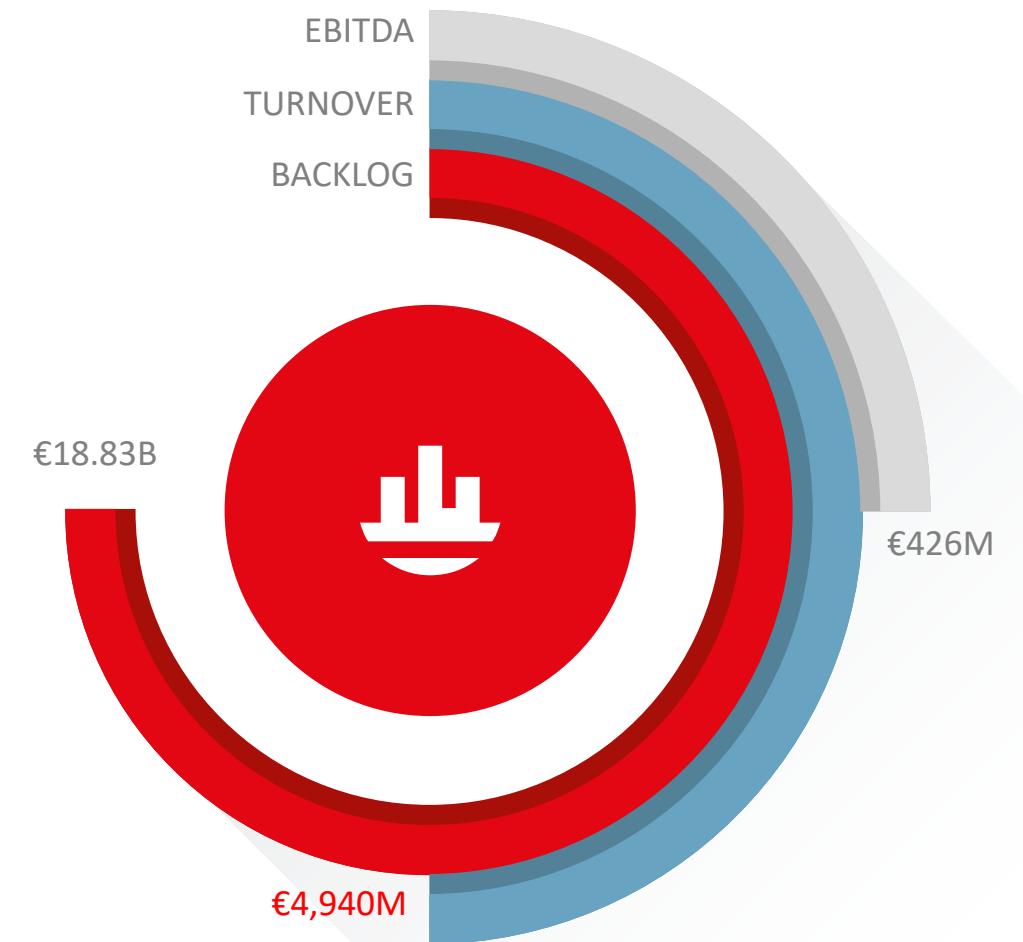
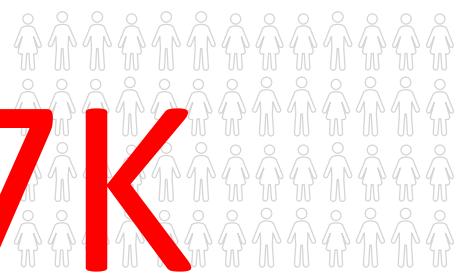
ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

CONSTRUCCIÓN, CONCESIONES, AGUA, INDUSTRIAL Y SERVICIOS

39  
PAÍSES

EMPLEADOS

33,7K



## ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

### MODELO DE NEGOCIO

Gracias a las sinergias entre nuestras unidades de negocio cubrimos todo el ciclo de vida de un proyecto



**DISEÑO**

**CONSTRUCCIÓN**

**OPERACIÓN MANTENIMIENTO**

## ACCIONA INFRAESTRUCTURAS

COMPROMISO CON LA INNOVACIÓN

Excelencia técnica  
y amplia experiencia en el  
sector público y en el privado

+50 certificados y  
reconocimientos  
internacionales  
en los últimos 7 años

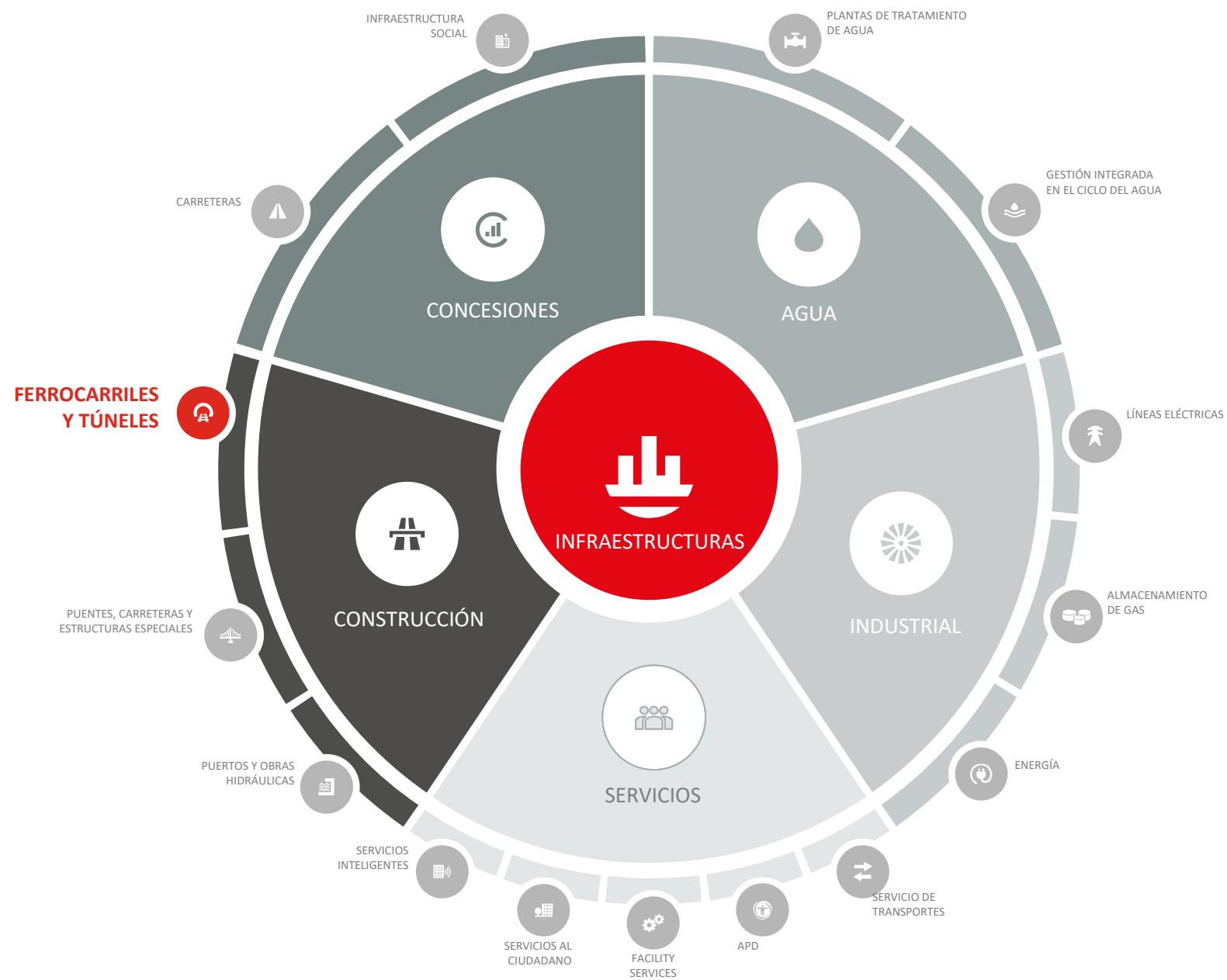
Líder europeo en  
I+D+i

≈€620 en I+D+i en los negocios de  
Construcción, Industrial y Agua 2010-2017



## ACCIONA CONSTRUCCIÓN

### FERROCARRILES Y TÚNELES



## ACCIONA CONSTRUCCIÓN

UNIDAD DE NEGOCIO ESPECIALIZADA DE FERROCARRILES Y TÚNELES



Más de 1200 km  
De ferrocarril y Alta Velocidad



Más de 80 km  
De viaductos ferroviarios



Amplia experiencia en proyectos  
Incluyendo suministro de trenes y  
mantenimiento



Más de 600 km  
De túneles



Más de 140 km  
De Metros subterráneos



Más de 120 km  
De Tranvías y Metros Ligeros



Nudo de Bolonia, Italia



Legacy Way, Australia



Follo Line, Noruega

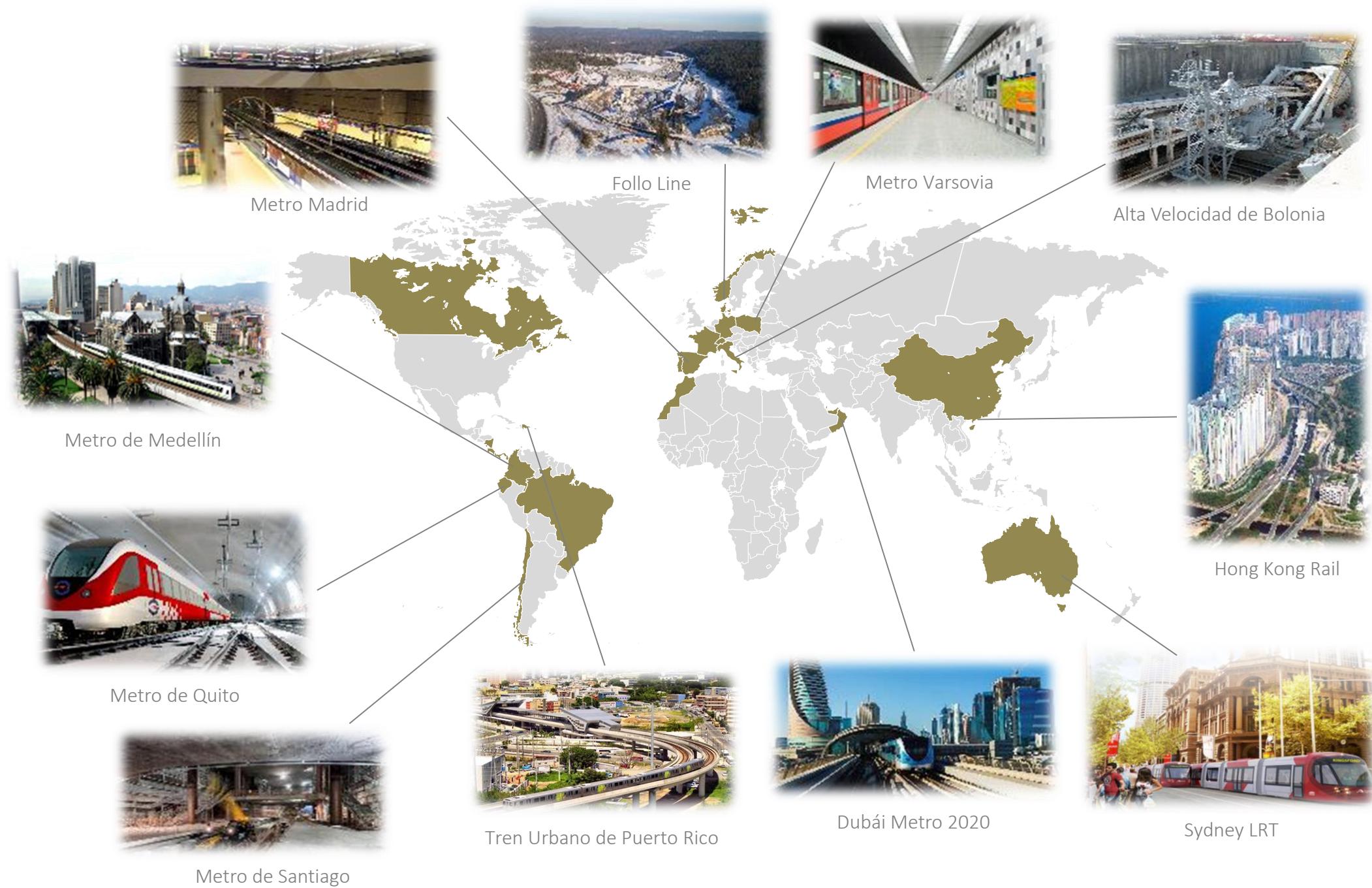


Antequera, España

Alamys

Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos

## UNE FFCC Y TÚNELES EN EL MUNDO





## 2.- Proyectos Metroferroviarios

## LÍNEA 1 METRO DE QUITO

### CARACTERÍSTICAS GENERALES



**15(13+2)**

ESTACIONES

**30(28+2)**

POZOS

**1**

TALLERES Y COCHERAS

#### TRAMOS:

TOTAL: 22,84 km

CIELO ABIERTO: 0,26 km

EPB: 19,32 km

PANTALLA: 0,89 km

ESTACIONES: 2,37 km

## LÍNEA 1 METRO DE QUITO

### TUNELADORAS

#### “LA GUARAGUA” y “LA CAROLINA”



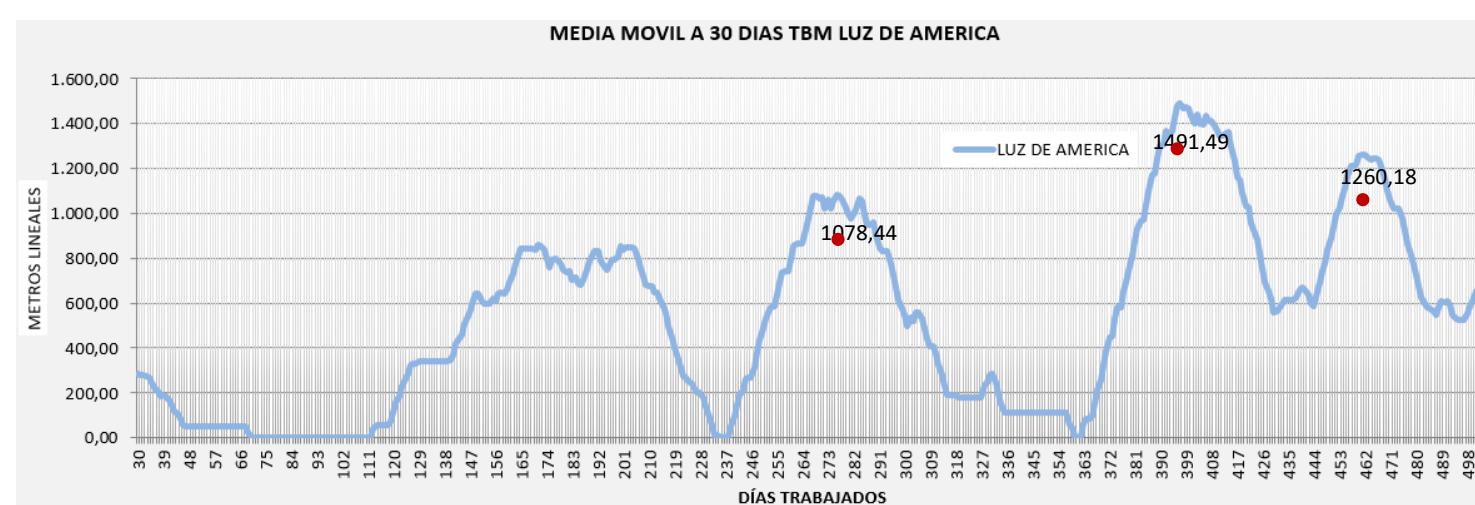
**Guaragua:** 7260 m de túnel en 526 días con una media mensual de 414 m/mes.

**Carolina:** 3426 m de túnel en 426 días, con una media mensual de 246 m/mes.

#### “LUZ DE AMÉRICA”



**Luz de América:** 9092 m de túnel en 504 días con una media mensual de 541 m/mes.



La media móvil máxima obtenida por **Luz de América** se situó en 1491 m/mes, lo que constituye un **récord mundial** de ejecución de túnel con tuneladora EPB.

## LÍNEA 1 METRO DE QUITO

### CLAVES DEL ÉXITO (1)

- Uso de la **auscultación** para mejores de procesos constructivos.
- El uso de la técnica del **georadar** para comprobación del relleno del trasdós
- **Resolución** de incidencias
- **Diseño** muy preciso de las **TBM**
- **Diseños** optimizados de estaciones
- **Sólido equipo** humano y de maquinaria
- **Mantenimiento** predictivo y preventivo de tuneladoras



## LÍNEA 1 METRO DE QUITO

### RESULTADOS



- Record mundial de avance
- Trasferencia tecnológica
- Término anticipado a planificación, de excavación de túneles.
- Importantes **beneficios** en términos de empleo, aporte al PIB, impacto socioeconómico y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

## PROYECTO FOLLO LINE

### CARACTERÍSTICAS GENERALES



**Alta velocidad**  
22 km de doble vía entre Oslo y Ski



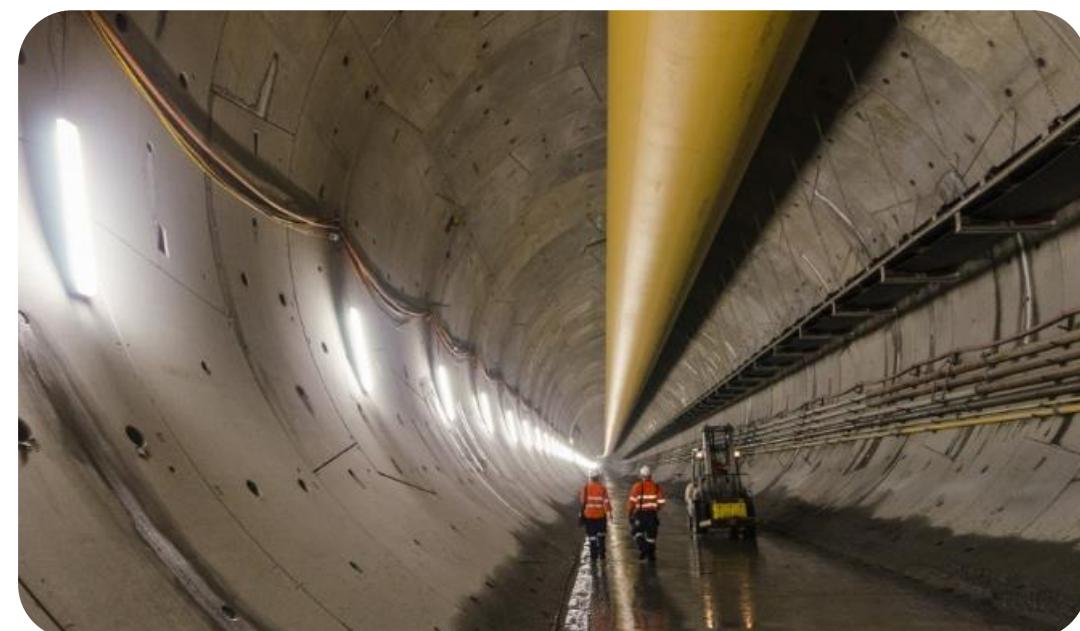
**Tiempo de viaje**  
Reduce el tiempo de viaje desde 22 a 11 minutos



**Túneles gemelos**  
2 túneles de vía única ejecutados con TBM  
8,75 m de diámetro



**Completado en 2021**  
Comienzo en 2015 y finalización en 2021



## PROYECTO FOLLO LINE

### EXCAVACIÓN TÚNEL TBM

Método pionero en el país: uso de cuatro tuneladoras simultáneamente en combinación con el método tradicional de excavación y voladura.



En total se instalarán **20.010 anillos** y su producción está previsto que concluya el próximo año.

De un total aproximado de 800 personas en toda la obra, 201 trabajan plantas de prefabricados, que produciendo un promedio de 290 elementos / día (para aproximadamente 36 anillos).

## PROYECTO FOLLO LINE

### PRINCIPALES RETOS

- **Larga vida útil** (100 años) y requisitos mínimos de mantenimiento
- **Impacto mínimo** en el entorno local
- Sistemas de **impermeabilización** en todas las áreas
- **Monitorización** de niveles piezométricos durante la obra civil.



El diseño del proyecto ha implicado el estudio de todas las alternativas del proyecto y los métodos de construcción, teniendo en cuenta: coste económico, plazo de ejecución, daños ambientales aspectos funcionales y viabilidad constructiva.

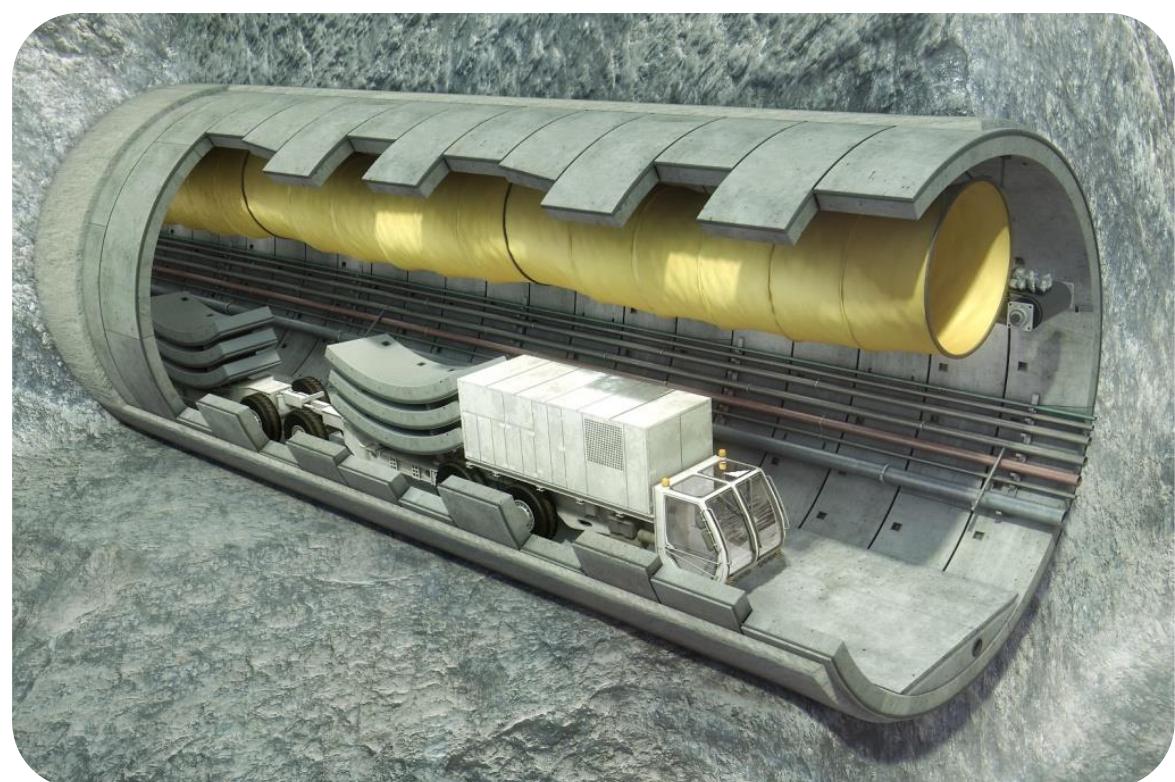
## PROYECTO FOLLO LINE

INNOVACIÓN EN EL DISEÑO

1. TBM especialmente diseñadas para la dureza de la roca.

2. Uso de Bi-componente en roca dura.

3. Sistemas ferroviarios



## METRO DUBAI 2020

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

ACCIONA diseña y construye desde 2016 una nueva línea de metro de 15 kilómetros, incluye:

- 11,8 km de vía elevadas
- 3,2 kilómetros subterráneos
- 7 estaciones (4 de ellas elevadas)
- 50 nuevos trenes
- Modernización de sistemas de líneas existentes.
- Integración sistema de metro



## METRO DUBAI 2020

### CARACTERÍSTICAS GENERALES



- Tres cimbras autolanzables
- Viaducto ejecutado al 99%
- Progresando en el calendario previsto

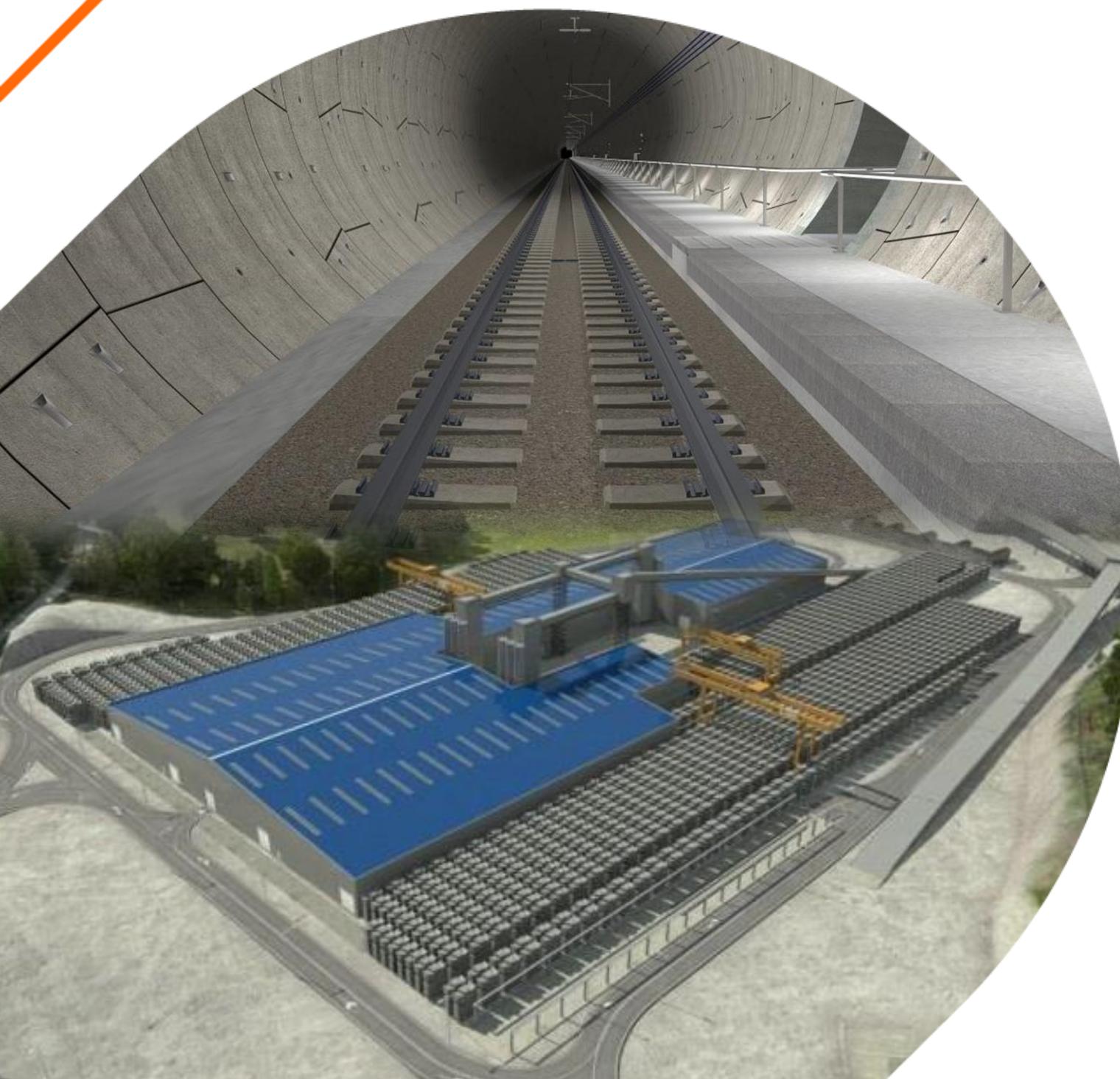


## METRO DUBAI 2020

### DESAFIOS DE LA EJECUCIÓN

- Montaje de viaducto en zona urbana
- Montaje de TBM en zona urbana
- Reducir mantenimiento
- Reducir filtraciones
- Reducir costes fabricación de dovelas de Alta resistencia
- Reducir tiempo de fraguado de hormigón en la construcción de túneles
- Estaciones con estructuras complejas
- Interoperabilidad de los sistemas

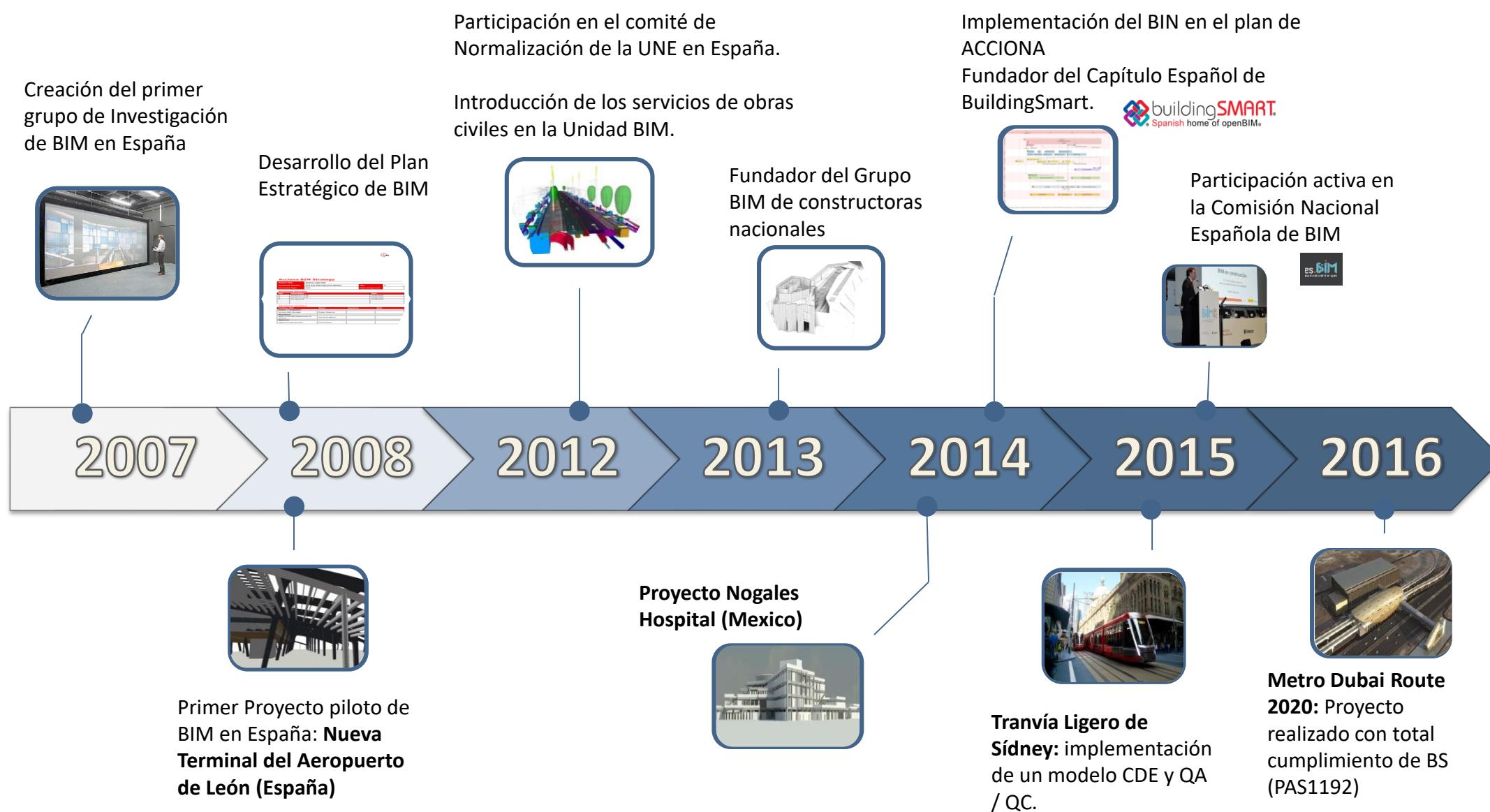




### 3.- Ventajas de la aplicación de BIM

## BIM

### EVOLUCIÓN DE BIM EN ACCIONA



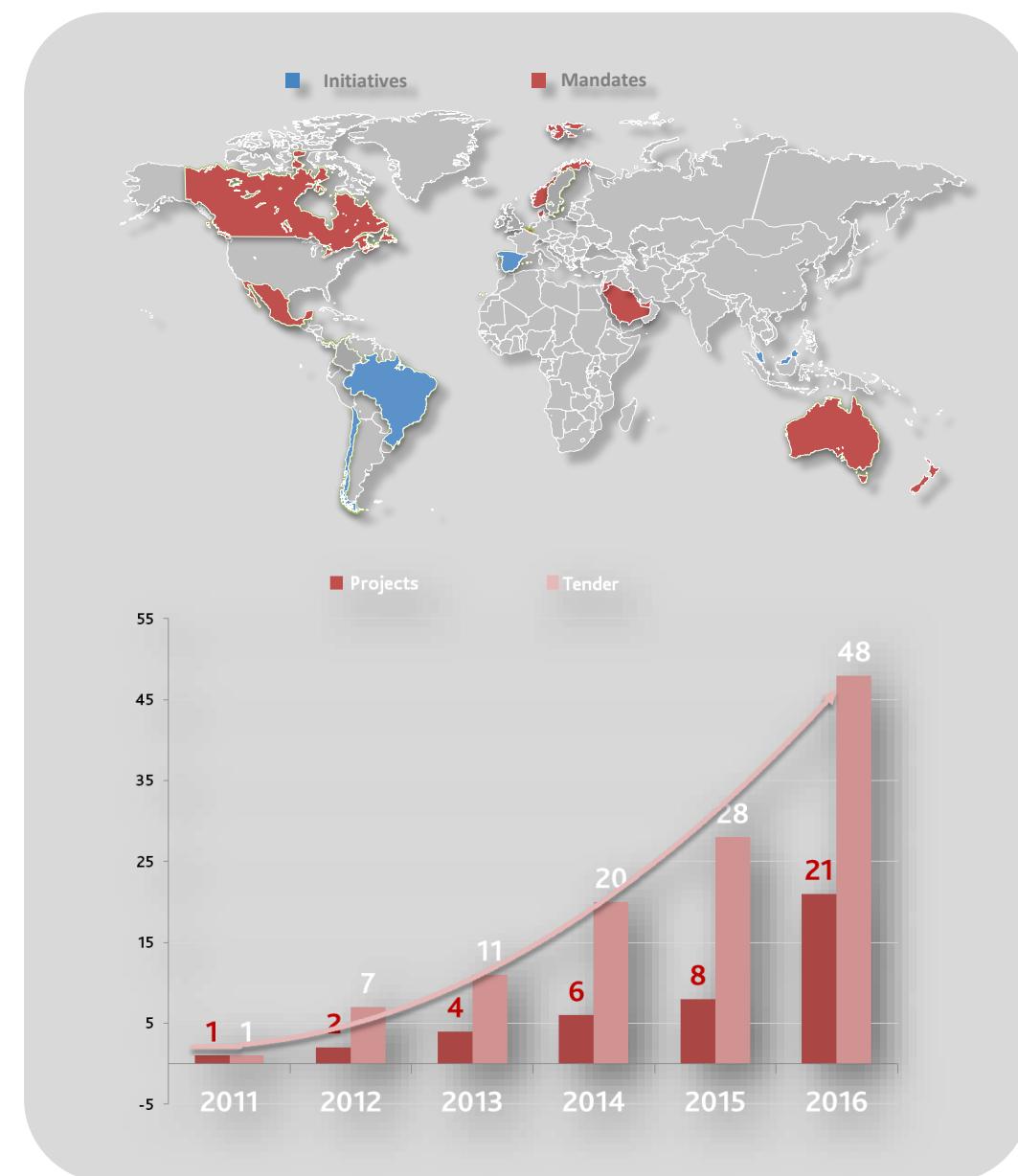
BIM

PROYECTOS BIM EN ACCIONA

ACCIONA Construcción ha desarrollado **proyectos y ha participado en ofertas en todo el mundo** usando la metodología BIM.

El número de Proyectos BIM desarrollados por ACCIONA se duplicada cada año.

Nuestra política interna es implementar la tecnología BIM como requisito obligatorio en todos los proyectos estratégicos



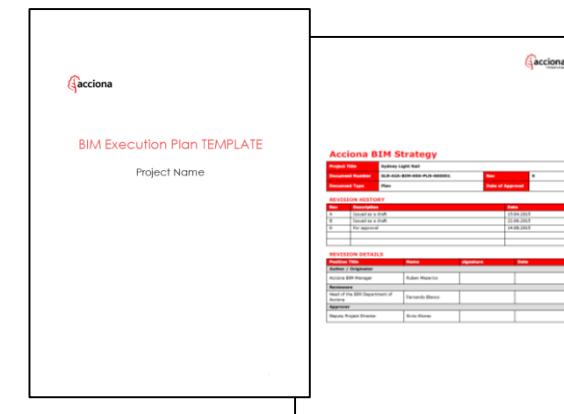
## BIM

### NUESTRA VISIÓN DEL BIM

Para ACCIONA, cada proyecto BIM es singular: modificamos y adaptamos nuestros procesos internos a la metodología BIM, a la vez que cumplimos con los estándares exigidos por el cliente

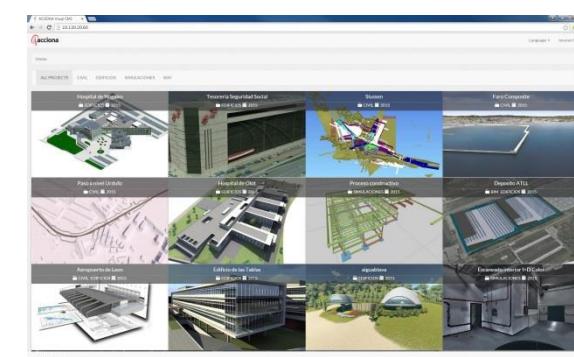


Nuestro equipo central desarrolla herramientas y complementos adaptados a las necesidades creadas en cada Proyecto.

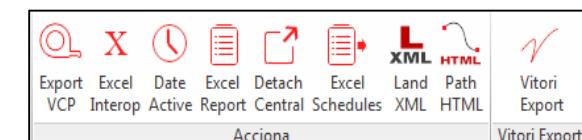


Implementamos BIM de forma transversal en el proyecto. Los procesos están integrados en todos los equipos de proyecto.

Nuestro personal está calificado para desarrollar los usos BIM requeridos en el proyecto.



Tenemos una implementación real de los estándares.

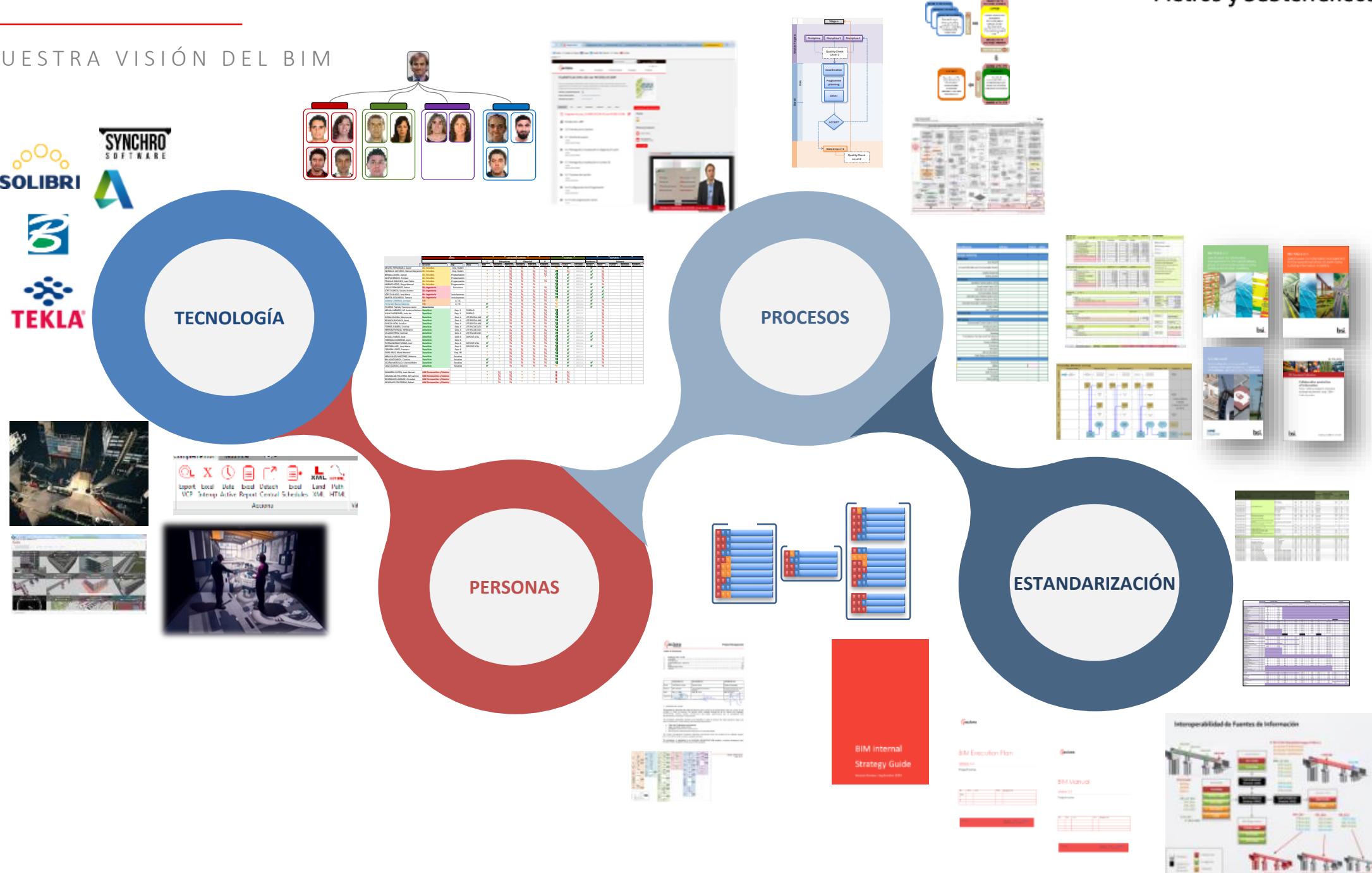




Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos

BIM

## NUESTRA VISION DEL BIM



## BIM

### VENTAJAS GENERALES

- El mayor beneficio de la aplicación de BIM va dirigido a nuestros **Clientes**.
- BIM ayuda a **evitar incoherencias y errores**, ahorrar tiempo y reducir gastos.
- BIM será una herramienta eficaz para la **gestión y operación de la infraestructura**.



Diseño

Construcción

Explotación

- Mejor comprensión del proyecto
- Optimizar la estimación de costes
- Garantizar la coherencia de los datos
- Facilitar el marketing del proyecto acabado

- Anticipar los retos y dificultades antes de la ejecución
- Aumentar la fiabilidad del coste y plazo de la obra
- Mejorar la organización y seguridad en la obra

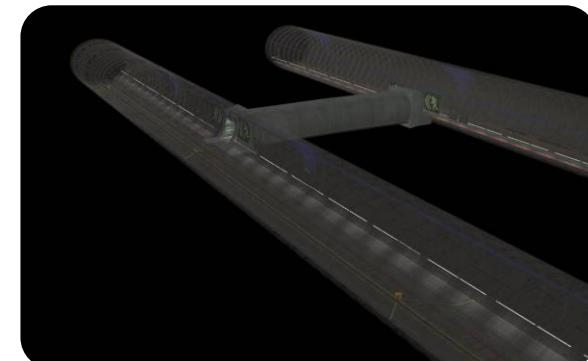
- Optimizar el mantenimiento y la gestión de las infraestructuras
- Anticipar y simular la evolución de los edificios
- Gestionar eficientemente un stock de edificios nuevos y existentes

## BIM

### VENTAJAS GENERALES

Beneficios de la aplicación de BIM en el proyecto:

- Obtener información sobre cualquier elemento integrado
- Poder resolver cambios que surgen en el proyecto sobre la marcha
- Comunicar de una manera más representativa el diseño seleccionado.
- Tener una base para el control y chequeo interdisciplinar.
- Verificar las soluciones de seguridad, emergencia y evacuación
- Asegurar la coordinación entre disciplinas.
- Obtener la documentación “as-built”



## BIM

### PROYECTO FOLLO LINE

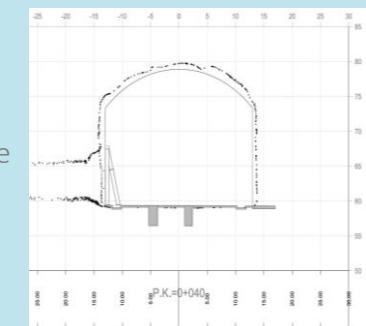
Principales usos BIM implementados:

- Desarrollo de Modelos de diseño
- Desarrollo de Modelos geotécnicos con datos de campo (pre-grouting y sostenimiento)
- Mediciones en base a modelo
- Uso de Modelos para análisis de secciones complejas
- Integración de escaneados laser y dato as-built para análisis y validación
- Simulaciones de H&S para operación
- Asset Information Model: integración modelo federado con la base de datos de activos de BaneNOR

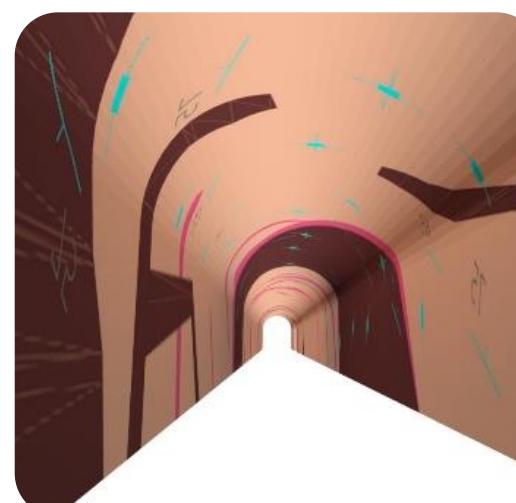
### CASO DE USO

Excavación teórica y excavación real de una caverna y su galería de conexión

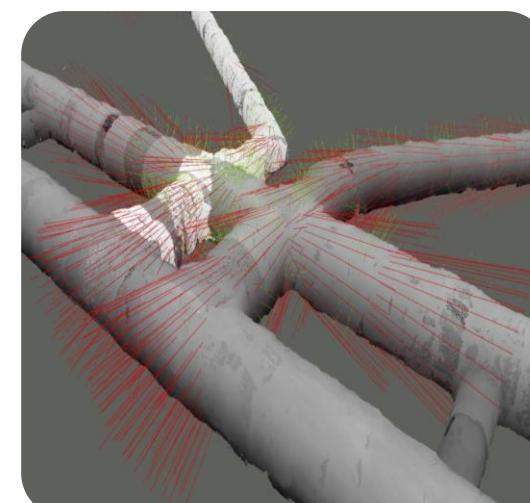
Comparativa de superficie de teórica generada a partir de modelo BIM de diseño en Civil 3D, con nube de puntos de excavación real proveniente de campo.



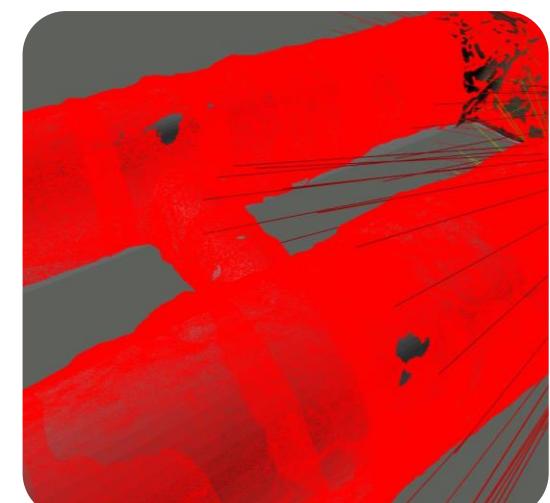
Diseño – galería conexión



Modelo geotécnico caverna



Modelo As-built



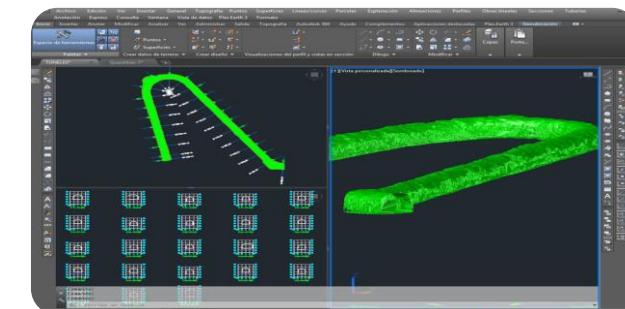
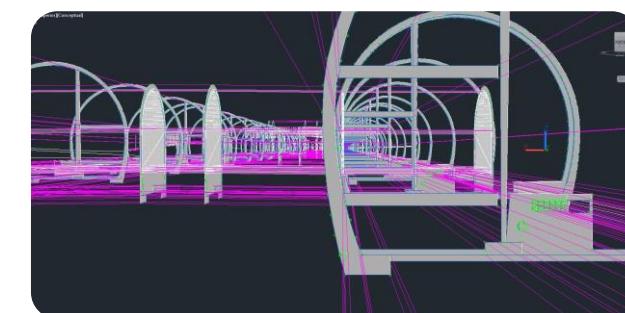
Diseño vs As-built

BIM

PROYECTO FOLLO LINE

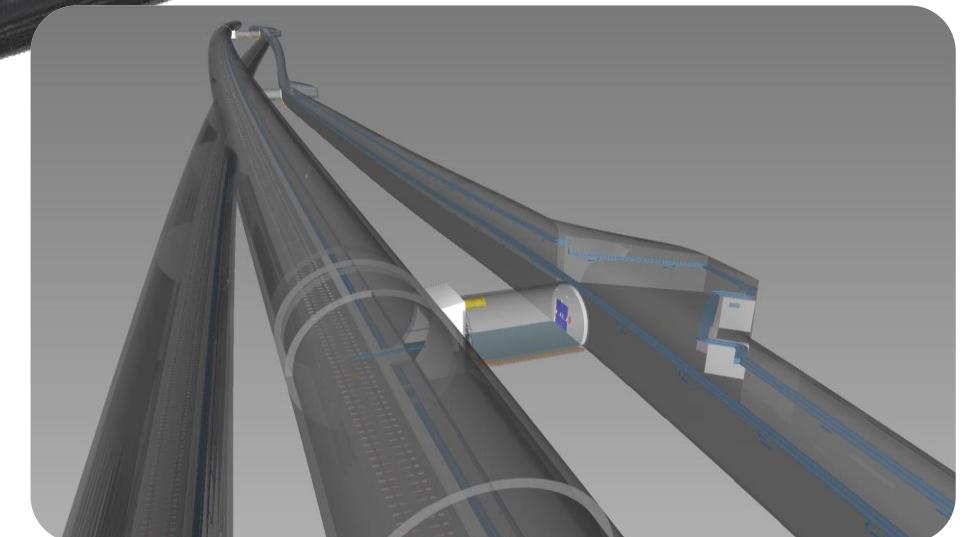
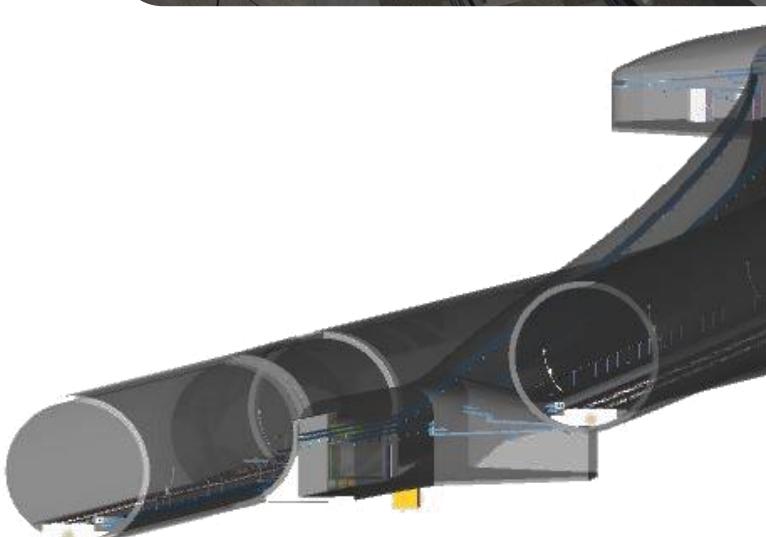
Modelos desarrollados:

- Modelo de Representación del resultado del proyecto
- Diseño del trazado (Interoperability Civil 3D-Istram)
- Definición y organización de Secciones de Dovelas.(Civil 3D)
- Seguimiento a través de Modelos de zonas ejecutadas por Perforación y Voladura (NOVAPOINT tool)



BIM

PROYECTO FOLLO LINE

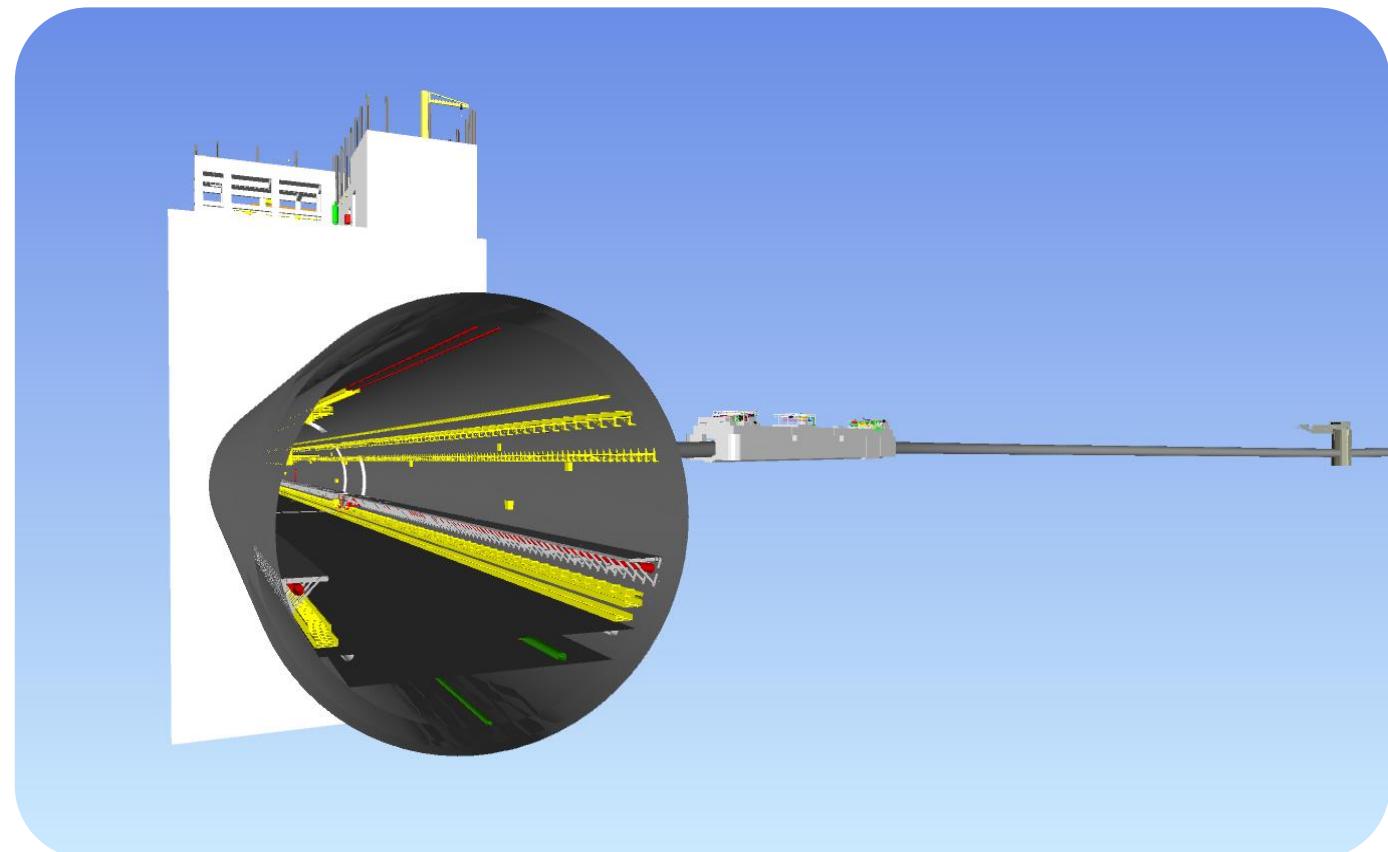


BIM

METRO DUBAI 2020

El Proyecto Dubai 2020 está siendo totalmente desarrollado bajo la metodología BIM.

- Aplicación desde la fase de oferta
- Diseño del túnel ha sido desarrollado a partir de **modelos BIM**
- **Anticipando las decisiones** de obra en lo posible gracias al modelo digital.
- **Modelo de 4D** (planificación), con el software Synchro Pro
- **Modelo de As Built** para primera parte del túnel



## BIM

METRO DUBAI 2020

- El equipo del proyecto obtiene una **mejor comprensión del diseño**, lo que permite un cronograma optimizado y una estimación de costes.
- Llevar a cabo las modificaciones necesarias durante la fase de diseño, donde el impacto del coste es menor, conlleva **mayores ahorros para el proyecto**
- Las simulaciones 4D y las extracciones de cantidades de los modelos BIM aumentan la **confiabilidad** de los costes y el cronograma.
- Se realizaron estudios de movilidad para personal y equipo para **garantizar la viabilidad de las operaciones**.
- Los modelos también proporcionaron una referencia visual durante los talleres de H&S que ayudaron al equipo a **identificar mejor los peligros potenciales**.



### Integración

Sincronizar los activos del modelo con los activos de la base de datos de activos del Cliente.



### Completar

Completar la información procedente de diseño en la base de activos del cliente y junto con la información aportada por los subcontratistas de construcción



### Revisión

Verificación y Validación de los activos de instalaciones del proyecto.



Asociación Latinoamericana  
de  
Metros y Subterráneos



BUSINESS AS UNUSUAL