



PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



LATIN AMERICAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



APLICACIONES DE MICROTÚNELES EN GRANDES PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DEL PERÚ

M.Sc. KEVIN LLECLLISH



PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



MICROTUNEL (PIPE JACKING)



Microtuneladoras (MTBM)



Escudo Abierto

ROZADORA



EXCAVADORA

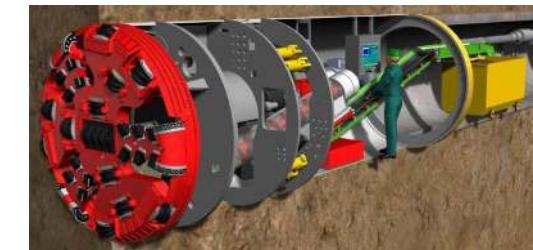
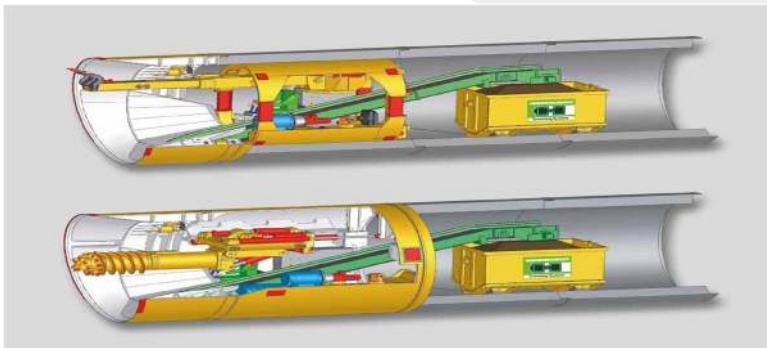


Escudo Cerrado

HIDROESCUDO



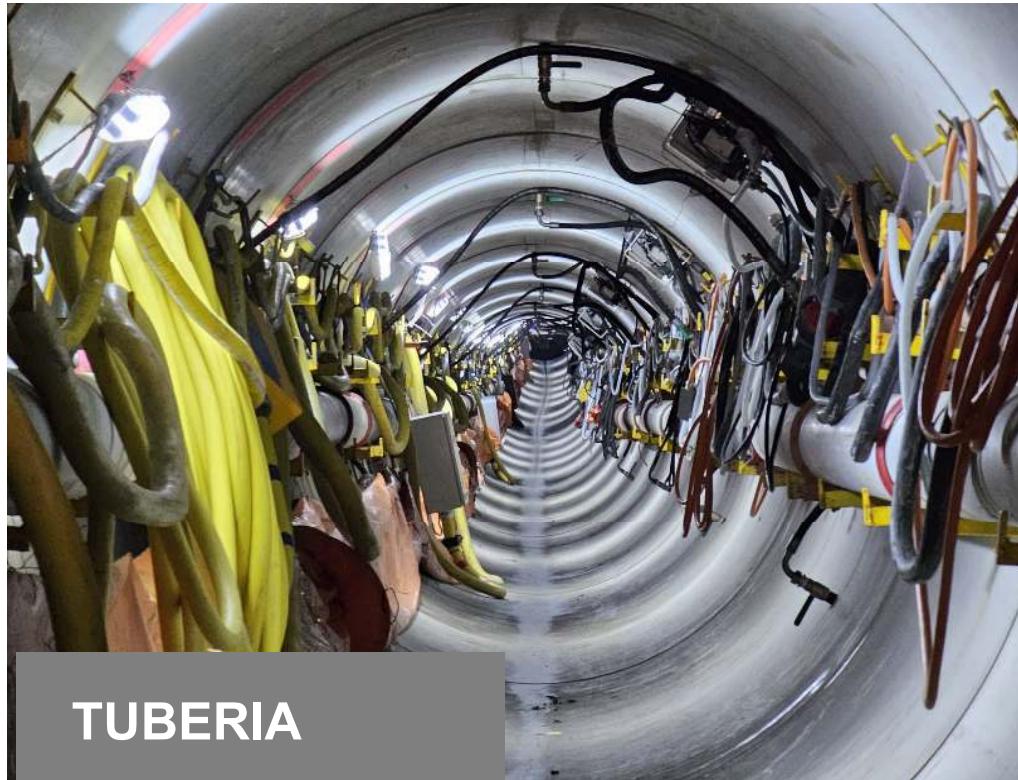
EPB



Diagramas web, archivo Herrenknecht AG



Revestimiento (MTBM)



TUBERIA



DOVELAS



Descripción del Sistema



Descripción del Sistema

Sistema constructivo de túneles mediante el empuje de la tubería definitiva desde el pozo de ataque.

Rango de Aplicación

Diámetros: Ø 500 mm hasta 3000 mm

Las tuberías de concreto armado se hincan desde el pozo de ataque trasladando el empuje a la tuneladora.

Estaciones Intermedias

Para distribuir fuerzas en grandes longitudes.



Reducción de Fricción

Inyección de bentonita o polímeros en el trasdós.





Componentes del Sistema



Pozo de Ataque

Estructura desde donde se inicia el hincado y se posiciona el sistema de empuje.

Tuneladora (MTBM)

Máquina ubicada en el frente que recibe el empuje y excava el terreno.

Tubería Definitiva

Tuberías de concreto armado que conforman el revestimiento permanente del túnel.



Diagramas web, archivo Grupo Terratest



Ventajas y Aplicaciones del Sistema



VENTAJAS DEL SISTEMA

- Mínima afectación superficial
 - Sin interrupciones del tráfico
 - Instalación del revestimiento definitivo durante la construcción
-
- Alta precisión en alineación
 - Menor impacto ambiental
 - Control continuo del proceso



APLICACIONES

- Sistemas de alcantarillado
- Conducciones de agua potable
- Túneles para servicios públicos
- Pasos subterráneos bajo carreteras y ferrocarriles
- Gasoductos y conducciones de energía



Diagramas web, archivo Herrenknecht AG



Tendencias y Desafíos en la Hincado de Tuberías

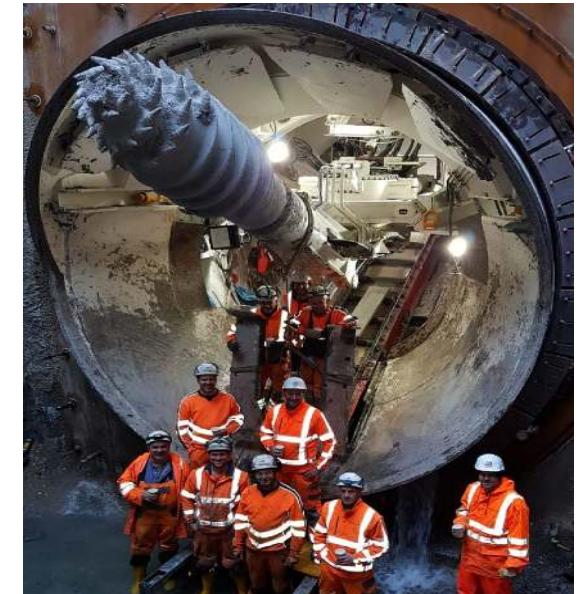


Tecnologías Avanzadas en Construcción de Túneles

Tuneladora con Soporte de Aire Comprimido

- Excava mediante rozadora
- Sistema de transporte con tornillo sinfín
- Contacto visual directo con cámaras
- Control preciso de excavación
- Operación desde zona atmosférica

- Tuneladoras especializadas con mecanismo de repliegue que permite regresar a través del túnel excavado.



Máquinas Retráctiles



Diagramas web, archivo Herrenknecht AG



Tendencias y Desafíos en la Hincado de Tuberías

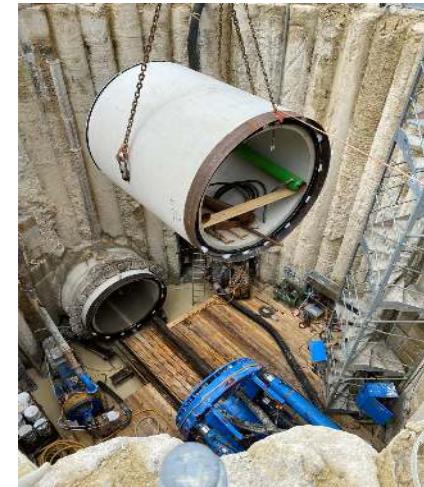


Tecnologías Avanzadas en Construcción de Túneles

Sistemas de Transferencia de Presión

Junta Hidráulica

- Fuerzas de empuje superiores
- Radios de curva más pequeños
- Tubos de mayor longitud
- Monitoreo en tiempo real



Liner para Tubos de Hinca

- Mantenimiento mínimo
- Mejor flujo hidráulico
- Protección contra corrosión química
- Resistencia a aguas agresivas
- Impermeabilización total





Tendencias y Desafíos en la Hincado de Tuberías



Tecnologías Avanzadas en Construcción de Túneles

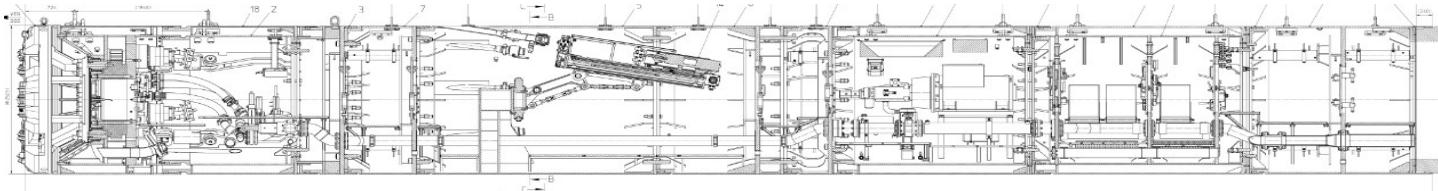
Módulo de empuje para cambio de hincado a revestimiento

- Permite transición eficiente de sistema de tubería hincada a revestimiento con dovelas durante la excavación



Probe Drilling

- Solución revolucionaria para enfrentar los desafíos de la excavación bajo el mar con altas presiones de agua y roca extremadamente abrasiva.



Diagramas web, archivo Herrenknecht AG



PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



REHABILITACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
MACHU PICCHU



Rehabilitación Central Hidroeléctrica Machu Picchu



Proyecto de Reconstrucción Post-Aluvión

Consortio COSAPI - CARTELLONE | EGEMSA

1999 - 2001 | Cusco, Perú



Descripción del Proyecto



Proyecto

Central Hidroeléctrica Machu Picchu

Tipo

Rehabilitación post-aluvión

Cliente

EGEMSA

Ubicación

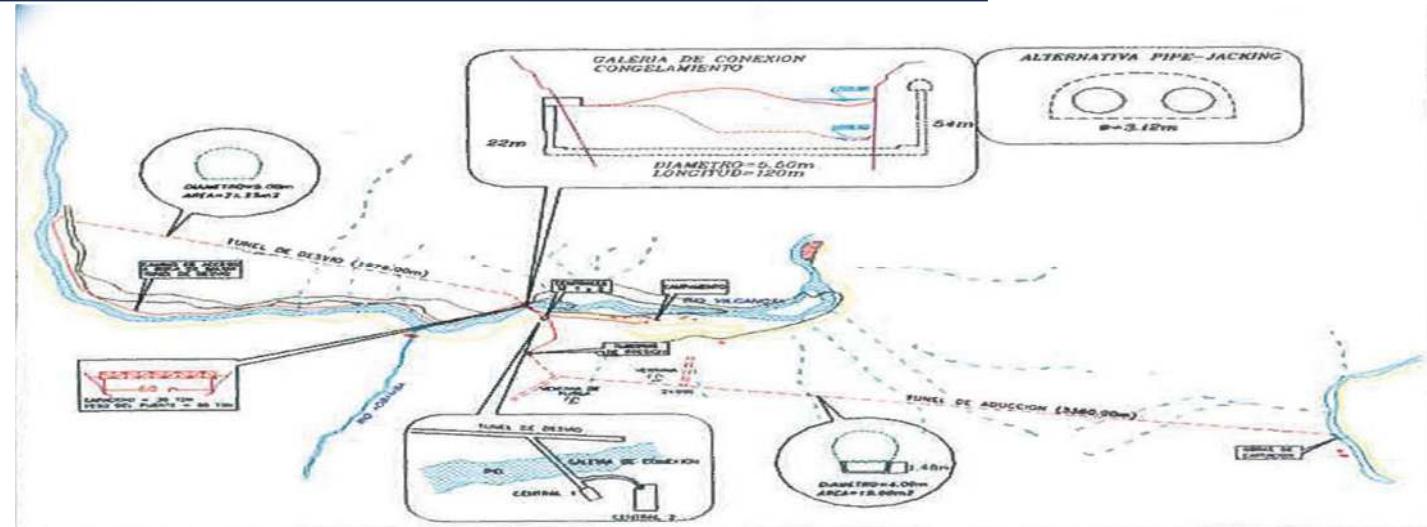
Valle del Vilcanota, Cusco

Consorcio

COSAPI - CARTELLONE

Duración

39 meses (1999-2001)



Tipo de Terreno

Predominante:

Perfil geológico muy variable: desde roca granítica hasta material aluvial con cantos rodados

Condición Especial:

Zona afectada por aluvión del Nevado Salkanty (Febrero 1998). Río Vilcanota levantado 33 m.



Sistema Pipe Jacking



2

Túneles Gemelos

2,500

mm Diámetro Interior

55

m Profundidad

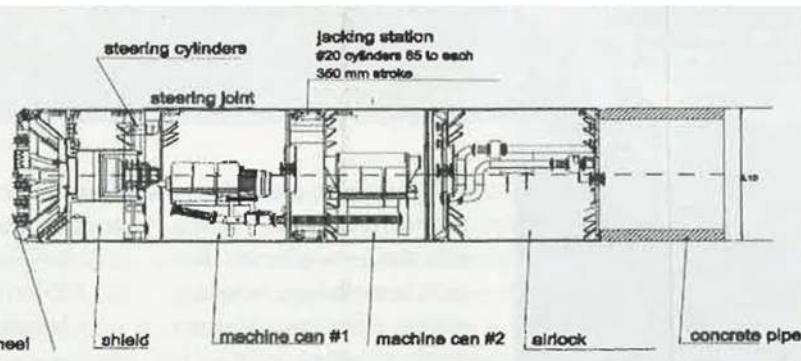
150

m Longitud c/u



Especificaciones Clave

- Escudo Mixto Presurizado AVN 2500 D (Herrenknecht, Alemania)
- Tubos de concreto prefabricado con juntas herméticas
- Resistencia: mayor a 5.0 bar de presión hidrostática
- Capacidad para excavar roca y suelo simultáneamente



Diagramas web, archivo Cosapi



Logística Internacional



Ruta de Transporte del Escudo MTBM y Tubos de hinca



Operación logística compleja con coordinación internacional



Geología y Materiales



Geología del Sitio

- Roca Granito (150 MPa)
- Suelos mixtos
- Presión hidrostática: 5,5 bares

Tubería de Concreto

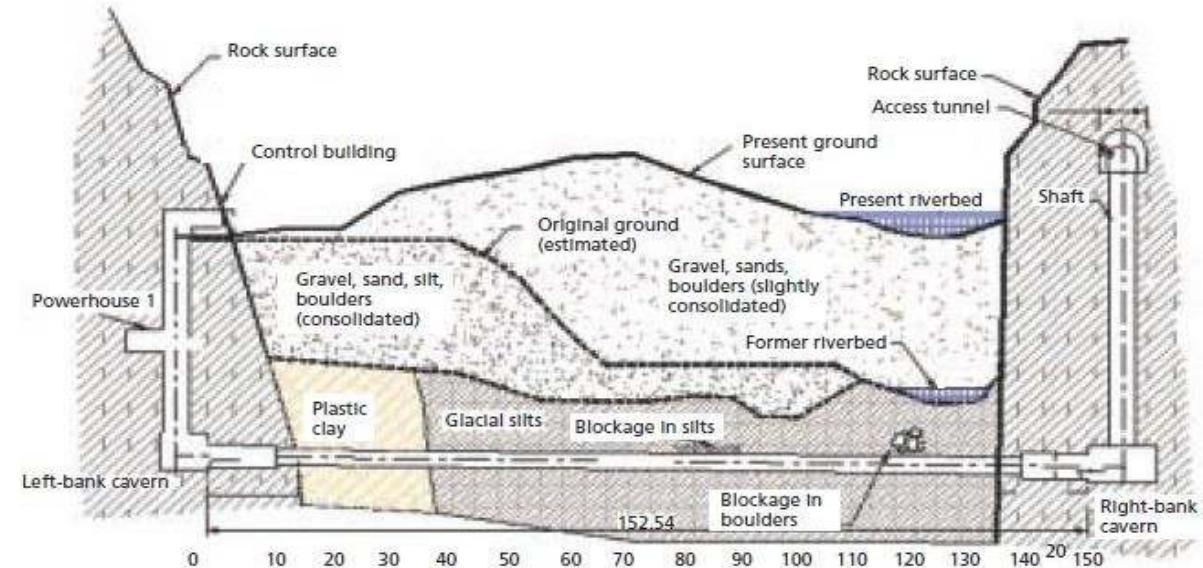
- Diámetro interior: 2500 mm
- Diámetro exterior: 3100 mm
- Longitud: 2,5 metros

Fabricante

Schäfer Stahlbeton

Sistema de tubería de concreto de alta presión

Geotechnical Profile of the Valley





PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



INTERCEPTOR NORTE DEL CALLAO



Interceptor norte del Callao



Proyecto de construcción de Colectores

Consorcio de colectores callao| SEDAPAL

2004 - 2006 | Talara, Perú



Información General del Proyecto



Ubicación

Distritos de San Miguel, Bellavista, Carmen de La Legua y Callao

Monto de Inversión

\$50 Millones

Total de la obra

Ejecutor

Sedapal - Consorcio de Colectores Callao

Compañía San Martín S.A. y Odebrecht



Interceptar diversas descargas de aguas servidas que se vierten al mar sin tratamiento para conducirlas hacia la zona de Taboada

(Coloso)



Especificaciones Técnicas



Longitud

2,719 metros

Tubería de concreto armado

Diámetro y Resistencia

Øint 2100 mm, e: 0.20 m, L: 3.00 m

Resistencia: 450 kg/cm², revestida con HDPE

Perfil Geológico

Grava subredondeada con matriz arenosa, semicompaacta. Suelos finos y friccionantes.

Área de trabajo

8.00 x 30.00 m

Equipo de Hincado:

4

Pistones Hidráulicos

300 ton c/u



Cabina

Excavadora abierta

Sistema de inyección

Bentonita

Distancia entre pozos

Aproximadamente 200 m



Proceso Constructivo



1

Excavación de pozos de empuje y recepción

Preparación del terreno y sistemas de soporte

2

Instalación del bastidor de empuje

Montaje del sistema hidráulico de hincado

3

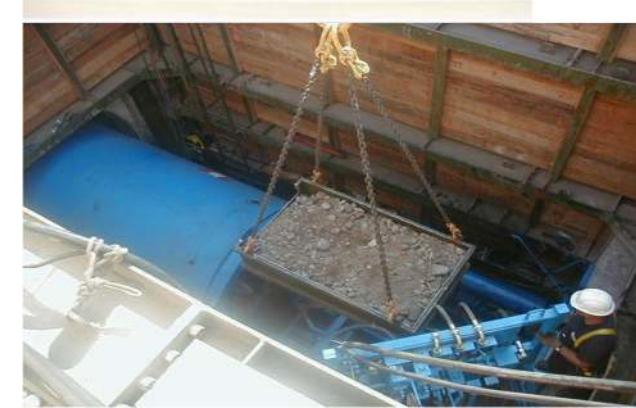
Hincado de tubería con escudo abierto

Excavación simultánea e inyección de bentonita

4

Conexión y sellado en pozo de recepción

Finalización del tramo y preparación para siguiente sección





PRIMER CONGRESO PERUANO DE TECNOLOGÍAS SIN ZANJA



PROYECTO MODERNIZACIÓN REFINERÍA
DE TALARA



Proyecto Modernización Refinería de Talara



Emisarios e Inmisarios Submarinos

Cobra SCL / GyM | PETROPERÚ

2019 - 2021 | Talara, Perú



Información General



Datos del Proyecto

- **Proyecto:** Emisarios Submarinos PMRT
- **Ubicación:** Talara, Piura - Perú
- **Cliente:** PETROPERÚ
- **Contratista Principal:** Cobra SCL / GyM
- **Especialista:** EUROHINCA

Datos Clave del Proyecto

1.360 m
Longitud Total

3
Conducciones

429
Tubos

3
Rescates

Cronología

- **Inicio:** Septiembre 2019
- **Finalización:** Junio 2021
- **Puesta en Marcha:** Diciembre 2021
- **Duración:** 21 meses





Inmisarios SWI-A' y SWI-B'



Sistema de Captación de Agua Marina

Inmisario SWI-A'

- **Longitud:** 298,70 m
- **Diámetro Interior:** 2.000 mm
- **Cota Final:** -23,50 m (snm)
- **Presión Máxima:** 3 bar
- **Estaciones:** 3 intermedias

Inmisario SWI-B'

- **Longitud:** 313,03 m
- **Diámetro Interior:** 2.000 mm
- **Cota Final:** -23,50 m (snm)
- **Presión Máxima:** 3 bar
- **Estaciones:** 3 intermedias

Geología: Lutitas y areniscas con comportamiento plástico



Diagramas web, archivo Eurohinca



Sistema de Descarga de Salmuera

Datos Técnicos Principales

- **Longitud Total:** 748,50 m
- **Diámetro Interior:** 2.400 mm
- **Diámetro Exterior:** 3.000 mm
- **Pendiente:** -3,50% constante
- **Cota Inicio:** -3,80 m (snm)
- **Cota Final:** -16,10 m (snm)

Características Técnicas

- **Presión Máxima:** 2,5 bar
- **Estaciones Intermedias:** 8 unidades
- **Trazado:** Recto en planta y alzado
- **Geología:** Arenas y gravas

Difusor: 53 m de tubería HDPE DN2400 SDR 26 soldado por electrofusión



Diagramas web, archivo Eurohinca



Trabajos Marítimos



Operaciones Submarinas Especializadas

Operaciones Realizadas

- Dragado del fondo marino
- Buceo hasta 23,5 m profundidad
- Tres rescates de tuneladora
- Adecuación del fondo marino
- Fondeo de tramo difusor (53 m)
- Fondeo de torres de toma

Medios

- Draga especializada
- Lanchas de trabajo
- Embarcaciones de transporte
- Equipo de buzos profesionales
- Sondas hidrográficas
- Personal especializado

Alcance integral: Dragado + Buceo + Rescates + Fondeos + Conexiones



Diagramas web, archivo Eurohinca



Tecnología Empleada



Hidroescudo AVN

Herrenknecht

Hinca de Tubería

- Tecnología sin zanja
- Tubería de hormigón armado
- Fabricación propia
- Módulo de rescate

Ventajas del Microtúnel

- Mínimo impacto ambiental
- Mayor seguridad
- Versatilidad geológica
- Alta presión (hasta 3 bar)
- Independiente del clima
- Protección submarina



Diagramas web, archivo Eurohinca

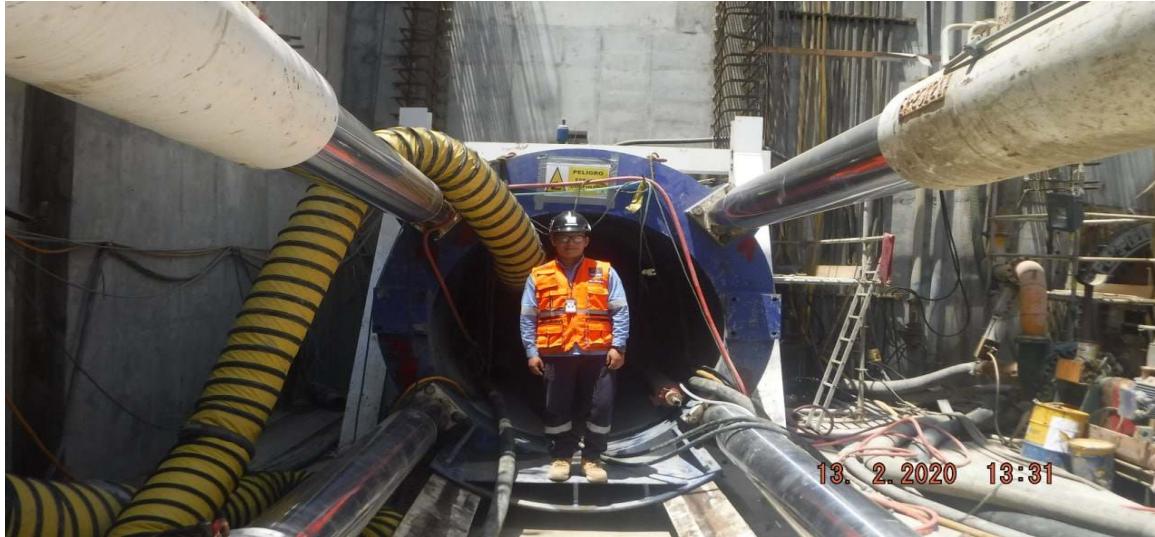


MICROTUNEL (PIPE JACKING)



GRACIAS

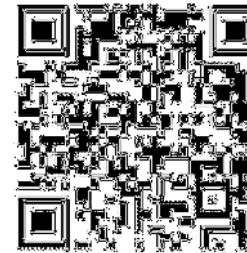
Por su atención



***Innovando en Tecnologías de Construcción
Subterránea***

+51 935 233 577

kevinllecllisch@aptosperu.org



"El camino hacia el éxito en proyectos complejos de Microtúneles requiere una combinación de inversión en tecnología de vanguardia, colaboración interdisciplinaria, apertura a la innovación y un enfoque centrado en la seguridad."