



EXCAVACIONES DE TUNELES CON EL METODO NORUEGO

Introduction



TOMAS LINDSTRÖM

Civil Engineer - MSc C.Eng – Soil and Rock Engineering

Consultant underground constructions

15 year of experience in leading positions in construction industry in Scandinavia

Specialized in tunnels and underground excavation, Road and rail tunnels, Hydropower and Rock Caverns

OLA KVAMMEN

Civil Engineer

Director – board member at Incitu AS, Norway

Over 30 year of experience in leading and senior positions in construction industry

Specialized in tunnels and underground excavation, civil construction, earth movement, Project planning and management

Four years working in Skava Chile, in Andina Fase I Expansion and as Manager at Ventilation tunnels for El Teniente Nuevo Nivel Mina project



A reliable and experienced partner

SERVICES AND DELIVERABLES

- Project administration
- Risk management
- Construction management
- Rock engineering and rock mechanic advisory
- Contract management and follow-up
- Feasibility studies
- Procurement and supply chain management
- Optimization- and improvement studies
- Planning, organization and strategy
- Cost estimate, cost calculation and 3rd party control

COSTUMER SEGMENT

- Public and private clients
- Contracting companies
- Advisors and consultants

PROJECT SEGMENT

- Hydro Power – Civil and tunnel
- Road, rail, and similar infrastructure.

El método noruego de D&B

Temas de la presentación:

- Perspectiva histórico
- La filosofía
- Diseño activo
- La parte contractual
- La Digitalización
- La movilización
- El ciclo de excavación – buenas practicas
- Logros



La excavación subterránea en Noruega

Inicio con minería hace 3-4000 años

Ciclo 19 – excavación con D&B – avances de 10 a 50 m. mes

La excavación moderna – energía eléctrica con el desarrollo industrial

Con tecnología moderna llegaron a avances hasta 100 m/semana en 1985

Hoy vemos un uso moderno del espacio subterráneo para diferentes propósitos.

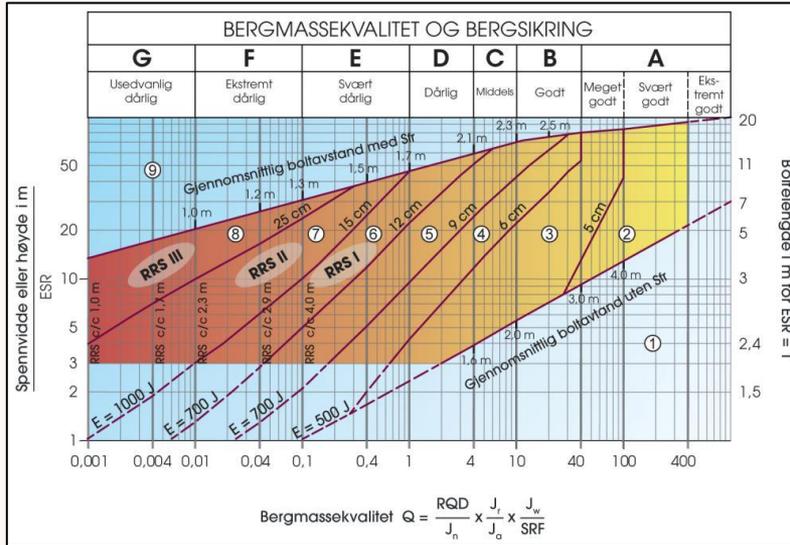


Características actual del método

- El macizo rocoso es considerado un material de construcción
- Un diseño fortificación flexible basado en el método Q
- Equipo moderno con alto grado de digitalización y funciona automaticos
- Personal polifuncional
- Acercamiento moderno hacia SSOO, medio ambiente y calidad.



El diseño activo



MWD anticipa cambios geológicos

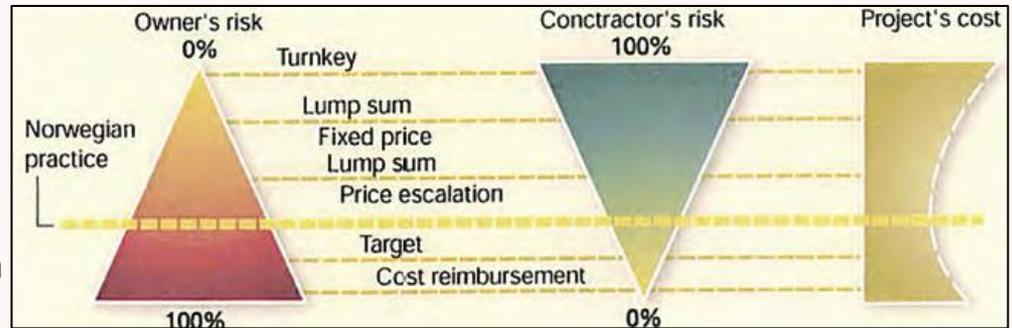
La parte contractual

Tradicionalmente aplicado:

- Compartir riesgos
 - Contrato de precio unitario
 - Responsabilidad de la geología – Cliente
 - Fortificación temporal – contratista
 - Fortificación permanente - cliente

Modelo nuevo – contrato de interacción

- Interacción entre cliente y contratista
- Responsabilidad geología - Cliente
- Colaboración reduce el nivel de conflicto.



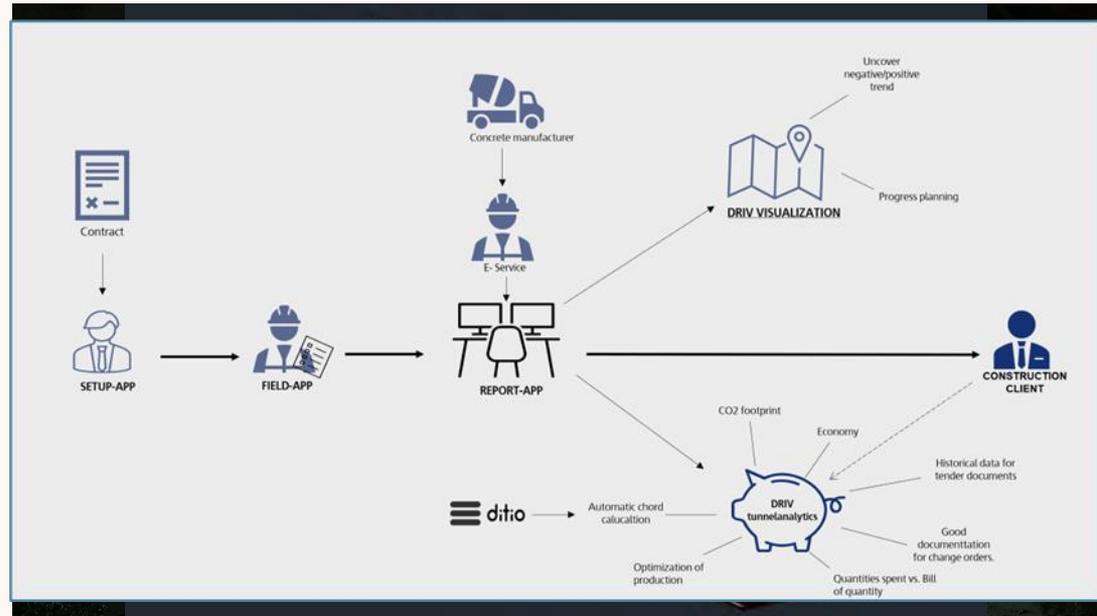
Digitalización en excavación de túneles

Datos de modelos via wifi al jumbo

Datos as built del jumbo al cliente

Informe en detalle de lo ejecutado:

- aprobacion del cliente
- facturacion

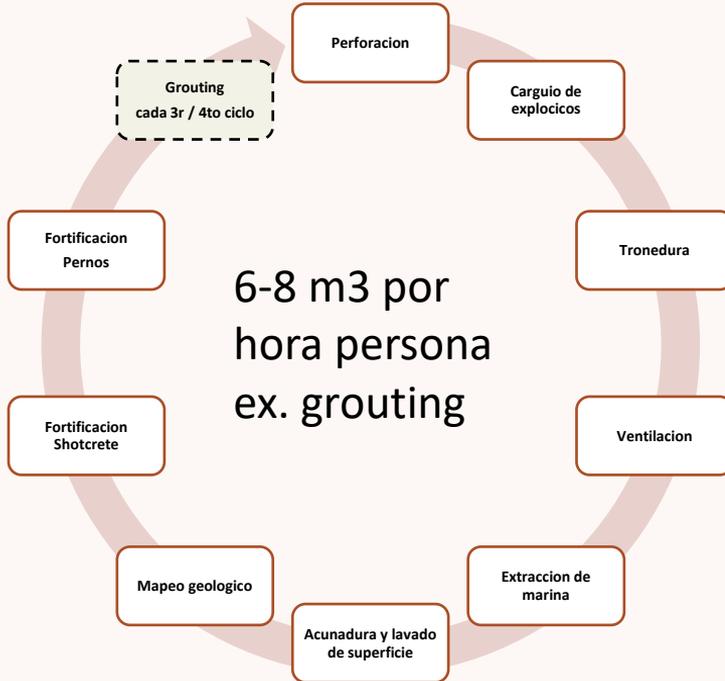


Ejemplo de instalaciones en terreno



- Campamento de alojamiento,
- Oficinas, comedor, armarios
- Taller
- Bodegas de Cemento, emulsion, acero, comunstible ++
- Instalaciones para subministro de energia electrica y agua.
- Planta de tratamiento

El ciclo de excavación





Las buenas practicas – La perforacion

Maquinaria optima para la sección - optima precisión, optimo tiempo de perforacion

General manager – Ola Kvammen

Incitu

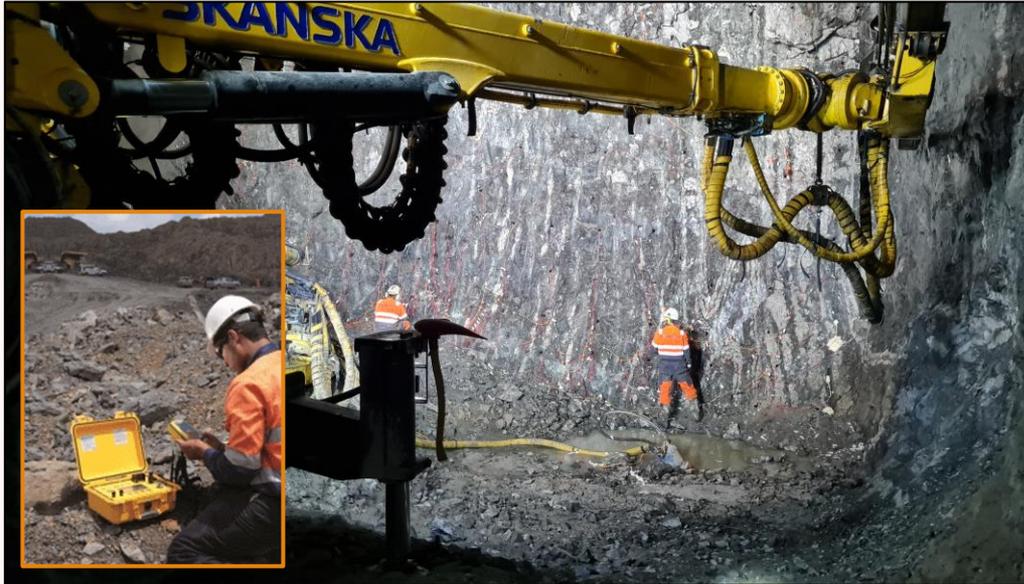


Las buenas practicas – carguío de explosivos

Equipo de carguío de 2 líneas con conexión a la frente. Carguío realizado por el personal del frente. Manejo de explosivos de acuerdo a la legislación local

Tradicionalmente detonadores Nonel, En locaciones con restricciones: detonadores electrónicos.

Las buenas practicas - Tronadura



- Proceder de acuerdo al plan de ejecutar tronaduras.
- Evacuar
- Restringir acceso



Las buenas practicas - Ventilación

Suficiente capacidad para limpiar la frente lo antes posible. Manga optima para el propósito y para optimizar el consume de energía eléctrica.

Las buenas practicas – Extraccion de marina



Las buenas practicas - Acuñadura

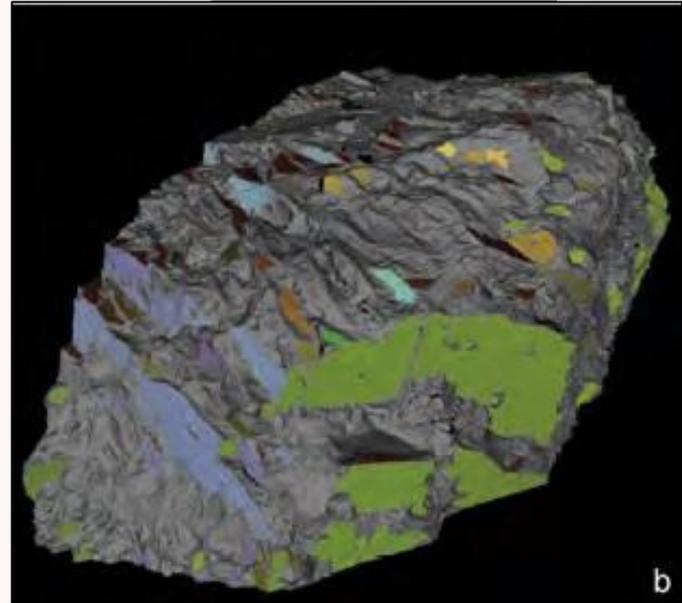


Las buenas practicas – Mapeo Geologico

MWD durante la perforacion de tronadura y durante sondaje.

Mapeo en pad

Profiler y Lidar scann





Las buenas practicas – Shotcrete

Aplicación después del mapeo. Equipo adecuado. Rápida resistencia mínima (temprana)

Las buenas practicas – fortificación con pernos





Las buenas practicas - Grouting

Pregrouting de 24 a 29 m delante de la frente. Equipo adecuado con hasta 4 líneas, que constantemente documenta el trabajo realizado.

La central hidroeléctrica de Fjærland – Alcance del proyecto

Un poco fuera de lo común:

- Con muchos elementos desafiantes.
- Sin infraestructura existente.
- Con oportunidades beneficiosas para el proyecto.

El método de excavación del túnel:

- Fue ejecutado de acuerdo con la filosofía noruega.
- Lograr tasas de excavación excepcionales teniendo en cuenta las condiciones dadas.



Los primeros pasos



Operativo 4 días después de la movilización

Principales desafíos:

- Estallidos de roca
- Logística, por falta de acceso por carretera

Tasas de excavación:

- Mejor(s) semana(s) - +120 m.
- Semana promedio – 85 m.



Operaciones invernales desafiantes



Logros

El resultado final se convertirá en una hermosa característica a lo largo de la costa de Fjærlandsfjorden:

- Dejando solo pequeños impactos ambientales en todas las intervenciones superficiales
 - Soluciones operativas innovadoras.
 - Excelente mano de obra
- La interacción positiva resultó en la finalización aprox. 2 años antes de lo previsto.
 - Impacto positivo comercial y ambiental, proporcionando ventas más tempranas de energía renovable.



Logros

THE FJÆRLAND HYDROPOWER FACILITY



Incitu AS

post@incitu.no - www.incitu.no