

SÍLABO

Túneles y Movimiento de Materiales

Código	ASUC01612	Carácter	Obligatorio	
Prerrequisito	160 créditos aprobados			
Créditos	5			
Horas	Teóricas	4	Prácticas	2
Año académico	2024			

I. Introducción

Túneles y Movimiento de Materiales es una asignatura obligatoria de especialidad, se ubica en el décimo periodo de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Tiene como prerrequisito haber aprobado 160 créditos. Desarrolla, a nivel logrado, la competencia transversal Medioambiente y Sostenibilidad y las competencias específicas Diseño y Desarrollo de Soluciones, Análisis de Problemas y Uso de Herramientas Modernas. En virtud de lo anterior, su relevancia reside en brindar al estudiante una comprensión de métodos de construcción de túneles, tanto su desarrollo mediante minado continuo (con equipos tuneladores) como minado discontinuo con perforación y voladura.

Los contenidos generales que la asignatura desarrolla son los siguientes: diseño de secciones típicas; diseño de los servicios que se requieren en la construcción de un túnel; características y generalidades del emboquillado de los túneles; rendimiento en la construcción de un túnel mediante el método de minado continuo; características generales de las tuneladoras (TBM).

II. Resultado de aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de analizar los mecanismos de arranque en túneles y excavaciones subterráneas, empleando correctamente los procedimientos, ya sea por el método continuo con tuneladoras o el método convencional de perforación y voladura, y comprendiendo la relevancia del contexto geológico-geotécnico para la construcción de túneles.

III. Organización de los aprendizajes

Unidad 1 Diseño de secciones típicas. Diseño de los servicios que se requieren en la construcción de un túnel		Duración en horas	24
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de diseñar la geometría y trazado de un túnel, basado en el comportamiento geomecánico del macizo rocoso.		
Ejes temáticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción - evolución histórica de los túneles 2. Clasificación de los túneles 3. Geometría del túnel 4. El diseño del trazado del túnel 5. El diseño de túneles basado en las clasificaciones geomecánicas 6. Clasificación de los métodos constructivos de túneles 		

Unidad 2 Características y generalidades del emboquillado de los túneles		Duración en horas	24
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de analizar los criterios de diseño del emboquille del túnel, relacionados con la estabilidad, medioambientales, paisajísticos y económicos.		
Ejes temáticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción - criterios de diseño de emboquilles 2. Tipología de las roturas en las zonas de emboquille 3. Tratamientos especiales de los taludes en los emboquilles 4. Uso de las clasificaciones geomecánicas en las boquillas de los túneles 5. Recomendaciones para el predimensionamiento de emboquilles 6. Sostenimiento de túneles: generalidades y tipos 		

Unidad 3 Construcción de túneles mediante el método de minado discontinuo de perforación - voladura y excavación mecánica		Duración en horas	24
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la Unidad, el estudiante será capaz de proponer la selección de los métodos constructivos y equipos, analizando los costos y rendimiento, para la construcción de túneles.		
Ejes temáticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efecto de la excavación en el campo de tensiones 2. Sistema de avance con perforación y voladura 3. Excavación: ciclo de minado del túnel 4. Diseño de voladura en túneles, voladuras de contorno 5. Excavación mecánica de túneles 6. Máquinas de ataque puntual o rozadoras 7. Fundamentos de la excavación mecánica de túneles 8. Herramientas de corte 9. Tipos y criterios de la selección de rozadoras 10. Rendimiento de máquinas rozadoras 		

Unidad 4 Construcción de un túnel mediante el método de minado continuo (TBM)		Duración en horas	24
Resultado de aprendizaje de la unidad	Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los mecanismos de arranque en túneles y excavaciones subterráneas, proponiendo la selección de los métodos constructivos y equipos, analizando los costos y rendimiento para la construcción de túneles.		

Ejes temáticos	<ol style="list-style-type: none">1. Tuneladoras: introducción2. Tuneladoras convencionales para roca dura3. Tuneladoras tipo escudo para roca4. Tuneladoras tipo escudo para suelo o roca blanda5. Estimación de rendimientos y costos de excavación con tuneladoras
-----------------------	---

IV. Metodología

Modalidad Presencial

En el desarrollo de la asignatura, la metodología por utilizar es el aprendizaje activo dentro de un enfoque participativo, colaborativo, reflexivo y crítico. Los estudiantes serán quienes construyan su aprendizaje a través del debate, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en retos, el estudio de casos, del análisis de lecturas y videos. Asimismo, se desarrollarán talleres prácticos para resolver en clase, exposiciones dialogadas y análisis de casos.

Durante las sesiones, se guiará a los estudiantes a través de:

- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje experiencial
- Estudio de casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Clase magistral activa

Modalidad Semipresencial Blended

En el desarrollo de la asignatura, la metodología por utilizar es el aprendizaje activo dentro de un enfoque participativo, colaborativo, reflexivo y crítico. Los estudiantes serán quienes construyan su aprendizaje a través del debate, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en retos, el estudio de casos, del análisis de lecturas y videos. Asimismo, se desarrollarán talleres prácticos para resolver en clase, exposiciones dialogadas y análisis de casos.

Durante las sesiones, se guiará a los estudiantes a través de:

- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje experiencial
- Estudio de casos
- Aprendizaje basado en problemas
- Clase magistral activa

V. Evaluación

Modalidad Presencial

Rubros	Unidad por evaluar	Fecha	Entregable/Instrumento	Peso parcial	Peso total
Evaluación de entrada	Prerrequisito	Primera sesión	Evaluación individual teórica / Prueba objetiva	0 %	
Consolidado 1 C1	1	Semana 1 - 4	Taller de resolución de casos / Rúbrica de evaluación	50 %	15 %
	2	Semana 5 - 7	Ejercicios grupales de análisis de casos desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación	50 %	
Evaluación parcial EP	1 y 2	Semana 8	Evaluación individual teórico-práctica / Prueba mixta	30 %	
Consolidado 2 C2	3	Semana 9 - 12	Taller de resolución de casos / Rúbrica de evaluación	50 %	15 %
	4	Semana 13 - 15	Ejercicios grupales de análisis de casos desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación	50 %	
Evaluación final EF	Todas las unidades	Semana 16	Entrega de proyecto de túnel / Rúbrica de evaluación	40 %	
Evaluación sustitutoria*	Todas las unidades	Fecha posterior a la evaluación final	Aplica		

* Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores.

Modalidad Semipresencial Blended

Rubros	Unidad por evaluar	Fecha	Entregable / Instrumento	Peso parcial	Peso total
Evaluación de entrada	Prerrequisito	Primera sesión	Evaluación individual teórica / Prueba objetiva	0 %	
Consolidado 1 C1	1	Semana 1 - 3	Actividades virtuales	15 %	15 %
			Taller de resolución de casos / Rúbrica de evaluación	85 %	
Evaluación parcial EP	1 y 2	Semana 4	Evaluación individual teórico-práctica / Prueba mixta	30 %	
Consolidado 2 C2	3	Semana 5 - 7	Actividades virtuales	15 %	15 %
			Taller de resolución de casos / Rúbrica de evaluación	85 %	
Evaluación final EF	Todas las unidades	Semana 8	Entrega de proyecto de túnel / Rúbrica de evaluación	40 %	
Evaluación sustitutoria*	Todas las unidades	Fecha posterior a la evaluación final	Aplica		

* Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores.

Fórmula para obtener el promedio:

$$PF = C1 (15 \%) + EP (30 \%) + C2 (15 \%) + EF (40 \%)$$

VI. Bibliografía**Básica**

Chapman, D., Stark, A. y Metje, N. (2018). *Introduction to tunnel construction* (2.a ed.). CRC Press. <https://at2c.short.gy/btIRX2>

Complementaria

Guerra, J. (2017). *Manual de procedimientos constructivos de túneles*. Editorial López Jimeno, Carlos.

López, C. y otros. (2011). *Manual de túneles y obras subterráneas* (4.ª ed.) Editorial López Jimeno, Carlos.

López, C. y otros. (2013). *Manual de perforación en túneles: avance, sostenimiento e inyecciones*. Gráficas Arias Montano.

Rijalba, F. (2016). *Tratado de ingeniería de explosivos, perforación y voladura de rocas en obras civiles y mineras*. Ibergarceta Publicaciones.

VII. Recursos digitales

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de carreteras, túneles, muros y obras complementarias* R. D. N.º 36 - 2016 - MTC/14. <https://cutt.ly/eJPzXcV>

PIARC. (06 de junio del 2022). *Publicaciones Routes/Roads. Explotación de túneles de carretera*. <https://cutt.ly/LJPx3ES>

Remoto Social Video Streaming. (22 de marzo de 2017). *Ejecución obra túneles* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/4TLmYnKm8j8>