

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
--	--	---

TOPOGRAFÍA

Tipo de terreno	II
Longitud máxima recomendada para excavar a partir del tipo de terreno	2,00 m
Definir longitud máxima de excavación	2,00 m
Longitud del tramo	350,0 m
Sección del túnel	88,0 m ²
Diámetro túnel	10,6 m
Perímetro túnel	16,7 m
Topografía. Rendimiento propuesto	1,0 min/m ²
Tiempo en replanteo de puntos de perforación	23,2 min
N° Desplazamientos cuadrilla topográfica	175,0
Tiempo total	4060,0 min
Tiempo total	67,7 h

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
PERFORACIÓN TIPO DE TERRENO II		
Longitud máxima de excavación Longitud del tramo Sección del túnel $\rho_{in-situ}$ Volumen _{in-situ}	2,00 350,0 23,2 2,40 111,36	 m m ² Ton/m ³ m ³
Metodo de perforación NTNU		
Parámetros de entrada		
Distancia entre planos de debilidad Clases de fracturamiento Diámetro disco de corte Separación de disco de corte Tipo de macizo rocoso M _B Diámetro TBM RPM N° cortadores Potencia cabezal de corte α_s α_f α_t α n	20 III 356 75 Medio a fracturado 140 7 165,97 54 980,49 15 75 40 32 4	cm mm mm m rev/min KW ° ° °
Tasa de penetración neta		
k _s k _{s-tot} k _{DRI} Porosidad k _{por} K _{ekv} K _d K _a M _{ekv} M ₁ b i ₀ l ₀ l ₀	1,21 0,13 0,79 7,5 2,42 0,25 1,35 0,97 182,8 243,00 2,83 0,45 74,25 4,46	 % mm/rev mm/min m/h

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
Influencia de las discontinuidades		
	K_{esp} 1,45 L_{esp} 6,47 m N° discontinuidades 3 Ángulo discontinuidad(es) con el eje del túnel 35 ° DRI 31 I_{esp} 29,99 m/h I_n 4,53 m/h	
Demanda de torque		
	r_{mc} 0,59 k_c 0,044 T_n 688,8 KN*m P_n 11971,9 KW	

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
--	--	---

VENTILACIÓN

Sección túnel (s)	23,2	m ²
-------------------	------	----------------

Ventilación soplante

TERRENO TIPO I

Purga del frente

ϵ	0,35	
d	20	m
Q	0,25	m ³ /s
t_s	1948	s
t_s	0,54	h

TERRENO TIPO II

Purga del frente

ϵ	0,30	
d	20	m
Q	0,25	m ³ /s
t_s	2235	s
t_s	0,62	h

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
---	---	-------------------------------------

RETIRO DE REZAGA TERRENO TIPO II

Volumen de material volado

$L_{excavación}$	2,0	m
Sección del túnel	23,2	m ²
$\rho_{in-situ}$	2,40	Ton/m ³
ρ_{suelto}	1,80	Ton/m ³
V	0,75	
Volumen _{in-situ}	111,36	m ³
Tipo de material	Rocas y piedras trituradas	
PE	35	%
Definir PE	50	%
Volumen _{suelto}	167,04	m ³

Equipo de transporte

Transporte sobre vía (Tren y vagones)				
Capacidad	5,5	m ³		
Capacidad	9900,0	Kg		
Peso del equipo cargado	36388,0	Kg		
Tipo de pista	Pista de tierra con rodadas, blanda			
% de inclinación de la pista	6,0	%		
Esfuerzo por inclinación de la pista	2183,3			
Resistencia a la rodadura	7,5			
Definir resistencia a la rodadura	2,0	%		
Esfuerzo de rodadura	727,8	Kg		
Esfuerzo a tracción del equipo	13000,0	Kg		
Esfuerzo a tracción disponible	10089,0	Kg		
Tipo de rodamiento	Neumaticos			
Peso sobre el eje motriz	30000,0	Kg		
Tipo de material de la pista	Suelo de cantera sin fragmentar			
Coefficiente de tracción	0,75			
Esfuerzo de tracción para que el tipo de rodamiento patine	22500,0	Kg	>	13000,0
Rendimientos de los motores por altitud				
Tipo de motor	Motor diesel de 2 tiempo con aspiración natural			
Potencia	350,0	KW		
msnm proyecto	2100,0	m		
Perdida de rendimiento	0,12			
Potencia efectiva	308,0	KW		

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
---	---	-------------------------------------

Equipo de carga

Cargadora de volteo posterior		
Capacidad (C _c)	2,70	m ³
Estado del material a cargar	Excavabilidad media	
Factor de eficiencia E	0.80-0.95	
Definir factor de eficiencia E	0,83	
TA	10,0	cm
C	50,0	cm
Tamaño relativo	1/5	
Descripción de material	Muy bien volada, suelos	
Factor de llenado	0.8-1.0	
Definir factor de llenado	0,90	
Nivel de excavabilidad	Excavabilidad mala	
T _c	0,60	min
% altura optima	100	
Factor de corrección H	1,00	%
Ángulo de giro	120	°
Factor de giro A	0,91	

Producción máxima equipo de carga

P _{max}	183,54	m ³ /h
------------------	--------	-------------------

Producción bruta equipo de carga

P _b	321,19	m ³ /h
Tiempo de carga	0,63	min
Producción horaria	578,14	Ton/h

Producción máxima equipo de transporte

Condiciones de operación	Favorable	
Tiempo de descarga y maniobra	1,00	min
Definir tiempo de descarga y maniobra	1,00	min
Tiempo espera del equipo de carga	0,15	min
Condición de trabajo	Buena	
Tiempo ciclo de transporte, según condiciones de trabajo	0,8	min

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
--	--	---

Tramo	Estado	Distancia (m)	Velocidad		Tiempo (min)	
			(Km/h)	m/min		
1	Ida	Cargado	80	6,5	108,3	0,74
	Vuelta	Vacío	80	10	166,7	0,48
2	Ida	Cargado				
	Vuelta	Vacío				
3	Ida	Cargado				
	Vuelta	Vacío				
4	Ida	Cargado				
	Vuelta	Vacío				
5	Ida	Cargado				
	Vuelta	Vacío				
6	Ida	Cargado				
	Vuelta	Vacío				
			Promedio	Promedio	Suma	
			8,25	137,50	1,22	

Tiempo ciclo de transporte	3,17	min		
P_{max}	86,45	m^3/h		
Nº de volquetes necesarios	4			
ρ_{real}	1,620	Ton/ m^3		
Peso a transportar	4,4	Ton	<=	9,9
Cuantos minutos considera como 1 hora de trabajo	50,0	min		
Viajes	16,0			
Producción horaria	70,0	Ton/h		

Cálculo de estaciones de remanipulación (Nichos)

Longitud túnel	1000,0	m		
Peso a desescombrar	300,7	Ton		
Tamaño optimo	2,70	m^3	<=	2,70
Tiempo asignado de desescombro	60	min		
Tiempo fijo	12,80	min		
Tiempo para limpieza del frente	5	min		
Longitud entre el frente del túnel y punto de descarga	80	m		
Tiempo variable	18,62	min		
Tiempo Total	36,42	min		
Tiempo restante del ciclo	23,58	min		
Distancia entre frente del túnel y estación de remanipulación	101,33	m		
Distancia entre estaciones	181,33	m		
Nº estaciones	4			

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
--	--	---

Cintas transportadoras

Tamaños máximos de bloque recomendados (mm)	Material con 80% de finos	
Ancho de la banda	1000	mm
Tamaño máximo de bloque recomendado	375	mm
Material	Grava y arena seca	
Inclinación máxima de la cinta	18 a 20	°
Defini inclinación máxima de la cinta	18	°
Tipo de material	Materiales finos que fluyen fácilmente en seco	
Ángulo de carga	5 a 10	°
Defini ángulo de carga	5	°
Velocidad de la banda	3,0-3,5	m/s
Definir velocidad de la banda	3,0	m/s
Longitud cinta	100	m
P_v	2,7	KW
Capacidad	578,1	Ton/h
P_h	6,4	KW
Elevación	12,5	m
P_e	21,3	KW
P_T	30,4	KW
f	0,95	
M_p	32,0	KW
$P_{\text{motor comercial}}$	37	KW > 32,0
Peso a transportar	300,7	Ton
Tiempo	0,52	h

Transportadores blindados (Cintas con racletas)

R_0	1500	Kg
v	2,0	m/s
K	1,15	Varía ente 1.1 y 1.2
η	0,96	
P	35,23	KW

Transporte sobre vía (Tren y vagones)

R	0,08	KN/Ton
g	9,81	m/s ²
Tipo de vagón	Vagones para roca	
μ	0,15	
Capacidad vagón	3,6	m ³
Capacidad vagón	6,5	Ton
ρ	2,5	%
Peso a transportar	300,7	Ton
M_T	18,0	Ton
M_L	22,9	Ton
F_z	3,4	
ζ	89	%
V_{max}	13,2	Km/h
Potencia locomotora	13,9	KW

Proyecto de grado en Maestría en Ingeniería Civil. Énfasis en Geotecnia	Análisis de rendimientos para varios sistemas de excavación de túneles en roca.	Elaborado por: Ing. Diego Triana
--	--	---

Condiciones de operación **Favorable**

Tiempo de descarga y maniobra 1,00 min

Definir tiempo de decarga y maniobra **1,00** min

Tiempo espera del equipo de carga 0,15 min

Condición de trabajo **Buena**

Tiempo ciclo de transporte, según condiciones de trabajo 0,8 min

Tramo	Estado	Distancia (m)	Velocidad		Tiempo (min)
			(Km/h)	m/min	
1	Ida	80	13,2	220,0	0,36
	Vuelta	80	26,4	440,0	0,18
2	Ida				
	Vuelta				
3	Ida				
	Vuelta				
4	Ida				
	Vuelta				
5	Ida				
	Vuelta				
6	Ida				
	Vuelta				
			Promedio	Promedio	Suma
			19,80	330,00	0,55

Tiempo ciclo de transporte 2,50 min

P_{max} 71,84 m³/h

N° de vagones 4

ρ_{real} 1,620 Ton/m³

Peso a transportar 4,4 Ton < 6,5

Cuantos minutos considera como 1 hora de trabajo **50,0** min

Viajes 20,0

Producción horaria 87,6 Ton/h