

ANEXOS

INDICE

ANEXO 1: Geotecnia.

ANEXO 2: Fallas de Aceros de Perforación.

ANEXO 3: Decreto Supremo 594, Chile.

ANEXO 4: Rendimiento Scoop.

ANEXO 5: Tablas para el Q de Barton.

ANEXO 6: Diagramas de Disparo.

ANEXO 7: Análisis de Carga de la Manitou.

ANEXO 8: Instalaciones Generales del Proyecto.

ANEXO 9: Equipos que se Utilizan en el Proyecto.

ANEXO 10: Rendimientos de la Propuesta.

ANEXO 11: Resumen de Actividades.

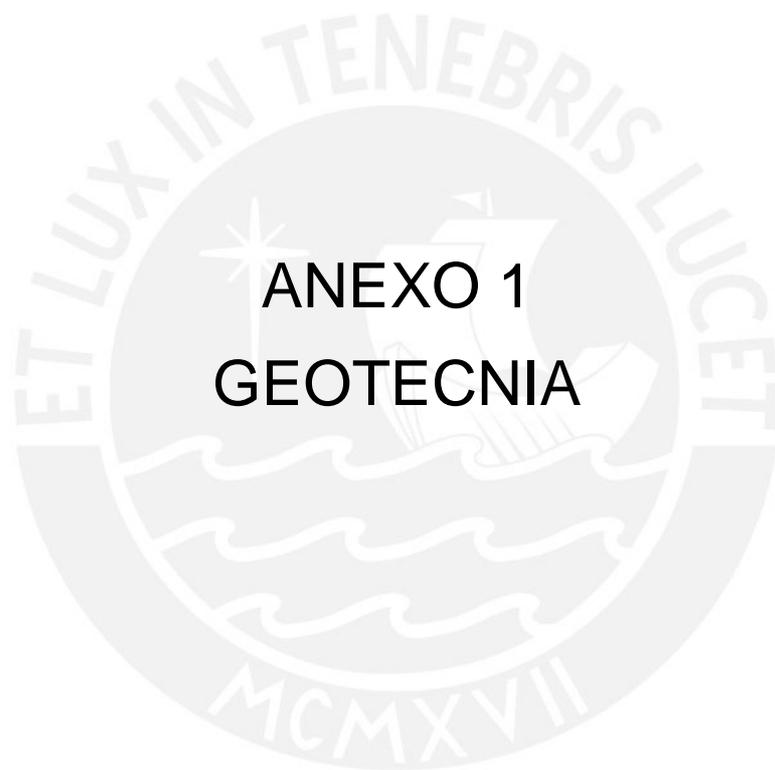
ANEXO 12: Análisis Estadístico.

ANEXO 13: Características de los Explosivos.

ANEXO 14: Análisis de la Fortificación.

ANEXO 15: Costos Directos.

ANEXO 16: Recopilación de Fotos



INFORME DE GEOTÉCNIA DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES CORREAS

1. Propiedades de la Roca Intacta

Se obtuvieron muestras de los sondajes perforados. Se realizaron cincuenta y dos ensayos de compresión uniaxial con determinación de módulos elásticos, y cincuenta y tres ensayos triaxiales, con confinamientos de entre 1.1 y 32.5 MPa. Se realizaron además treinta y tres ensayos Slake Durability, cincuenta y cuatro determinaciones de Peso Unitario y quince ensayos de porosidad. Se realizaron además dos ensayos de tracción indirecta.

Con los ensayos de compresión uniaxial y triaxial se calcularon los parámetros según el criterio de falla de Hoek-Brown para las unidades y subunidades.

Debido a la escala de las probetas con respecto a las unidades y subunidades definidas, fue posible clasificar las muestras en Meteorizadas, Levemente Meteorizadas y No Meteorizadas. Cabe mencionar que estas dos últimas corresponden a una sola subunidad, predominando las zonas levemente meteorizadas con respecto a las no meteorizadas en los sondajes mapeados (90% en la Unidad Inferior y 100% en la Unidad Superior).

Los ensayos de determinación de propiedades físicas en probetas de roca intacta se efectuaron en el laboratorio de Mecánica de Rocas de la empresa CIMM – Tecnología y Servicios.

Ensayo slake durability

Las brechas volcanoclásticas meteorizadas y levemente meteorizadas de la formación Farellones presentan tendencia a deteriorarse o disgregarse en presencia de agua, lo cual quedó evidenciado en los resultados de los ensayos de durabilidad, los cuales se resumen en la tabla 1. **Las rocas pertenecientes a la unidad Superior presentan una durabilidad menor que las de la unidad Inferior.**

Tabla 1. Resultados Tests Slake Durability Rocas Volcanoclásticas Formación Farellones.

Unidad Formación Farellones	Subunidad	Índice de Durabilidad 1 (%)					Durabilidad (Gamble (1971), en Goodman (1989))	Índice de Durabilidad 2 (%)					Durabilidad (González de Vallejo et al., 2002)	Número de datos
		Ciclo 1						Ciclo 2						
		Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo		Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo		
Inferior	Meteorizada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Levemente Meteorizada	97.86%	3.48%	99.32%	91.68%	99.99%	Alta	96.21%	4.63%	98.89%	88.53%	99.47%	Alta	5
	No Meteorizada	99.53%	0.56%	99.75%	98.55%	99.99%	Muy Alta	98.82%	0.69%	98.93%	97.82%	99.64%	Muy Alta	8
Superior	Meteorizada	94.93%	4.08%	96.26%	89.03%	98.18%	Media	79.97%	10.48%	80.89%	67.89%	90.19%	Media	4
	Levemente Meteorizada	98.97%	1.40%	99.52%	94.50%	99.99%	Alta	97.83%	2.72%	98.64%	90.19%	99.95%	Alta	16
	No Meteorizada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Densidad y porosidad

Las brechas volcanoclásticas pertenecientes a la formación Farellones presentan valores altos de porosidad (%) (Entre 5 y 22%), los cuales se detallan en la Tabla 2. Los valores de porosidad y de densidad de las muestras obtenidas de la subunidad Superior presentan una mayor dispersión.

Tabla 2. Resumen Ensayos de Densidad y Porosidad Rocas Volcanoclásticas – Formación Farellones.

Unidad Formación Farellones	Subunidad	Porosidad (%)				Número de datos
		Promedio	desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Inferior	Meteorizada	-	-	-	-	0
	Levemente Meteorizada	14.7	3.9	8.4	17.9	8
	No Meteorizada	15.1	4.9	11.6	18.5	2
Superior	Meteorizada	-	-	-	-	0
	Levemente Meteorizada	12.6	6.5	5.4	22.0	5
	No Meteorizada	-	-	-	-	0

Unidad Formación Farellones	Subunidad	Densidad (g/cm ³)				Número de datos
		Promedio	desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Inferior	Meteorizada	-	-	-	-	0
	Levemente Meteorizada	2.38	0.10	2.25	2.64	30
	No Meteorizada	2.38	0.11	2.22	2.58	10
Superior	Meteorizada	2.2	0.1	2.1	2.3	6
	Levemente Meteorizada	2.32	0.16	1.91	2.60	23
	No Meteorizada	-	-	-	-	0

Resistencia a la Compresión Uniaxial No Confinada y módulos elásticos

A continuación en la tabla 3 se muestran los resultados de los ensayos de Compresión Uniaxial y módulos de elásticos en rocas de la formación Farellones. Cabe destacar los bajos valores de UCS para la subunidad Meteorizada de la unidad Superior de la formación Farellones, y la alta dispersión en los valores de UCS en las subunidades Meteorizadas. Esta alta dispersión es típica en rocas de tipo brecha, y en parte se debe a la existencia de halos de alteración (meteorización) alrededor de las discontinuidades.

Tabla 3. Ensayos de Resistencia a la Compresión Uniaxial y Módulos Elásticos Brechas Volcanoclásticas – Formación Farellones.

Unidad Formación Farellones	Subunidad	UCS50 (MPa)				Número de datos
		Promedio	desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Inferior	Meteorizada	-	-	-	-	0
	Levemente Meteorizada	53.9	11.9	32.6	71.1	21
	No Meteorizada	95.0	12.1	79.1	117.5	7
Superior	Meteorizada	20.8	6.2	14.2	28.7	6
	Levemente Meteorizada	57.2	29.9	32.8	124.0	17
	No Meteorizada	-	-	-	-	0

Unidad Formación Farellones	Subunidad	E (GPa)				Número de datos
		Promedio	desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Inferior	Meteorizada	-	-	-	-	0
	Levemente Meteorizada	17.9	10.7	8.0	48.1	21
	No Meteorizada	25.9	7.7	14.7	35.4	7
Superior	Meteorizada	3.1	1.6	1.0	4.6	6
	Levemente Meteorizada	11.2	7.3	3.5	28.0	17
	No Meteorizada	-	-	-	-	0

Unidad Formación Farellones	Subunidad	Razón de Poisson				Número de datos
		Promedio	desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Inferior	Meteorizada	-	-	-	-	0
	Levemente Meteorizada	0.23	0.11	0.07	0.49	21
	No Meteorizada	0.20	0.06	0.11	0.29	7
Superior	Meteorizada	0.27	0.09	0.17	0.40	5
	Levemente Meteorizada	0.24	0.10	0.15	0.48	15
	No Meteorizada	-	-	-	-	0

En el caso de la Unidad Inferior, debido a la distribución espacial de la subunidad Levemente Meteorizada, la que aparece como halos de alteración de las estructuras (Fracturas, fallas y vetillas), se decidió considerar las subunidades Levemente Meteorizada y No Meteorizada como una sola unidad. Para estimar la Resistencia a la Compresión Uniaxial de este conjunto se utilizó la metodología propuesta por Laubscher (1990) para macizos rocosos con zonas débiles y resistentes, de acuerdo a la abundancia relativa de cada subunidad en los sondajes SG0263, SG0312 y SG0247. Dicha proporción se muestra en la tabla 4, y el ábaco presentado por Laubscher (1990) se muestra en la figura 1. Con esto se estimó un UCS50 Promedio de 54 MPa para la subunidad definida ahora como “**Levemente Meteorizada a No Meteorizada**”.

Tabla 4. Abundancia relativa en sondajes de subunidades Levemente Meteorizada y No Meteorizada de la unidad Inferior de la Fm Farellones, y UCS promedio.

Unidad Formación Farellones	Subunidad	UCS50 (MPa)	% UCS roca débil / roca resistente	Proporción relativa (%)				UCS Promedio Ponderado (MPa)
				SG0247	SG0263	SG0312	Promedio	
Inferior	Levemente Meteorizada	53.9	57%	100%	100%	71%	90%	54
	No Meteorizada	95.0		0%	0%	29%	10%	

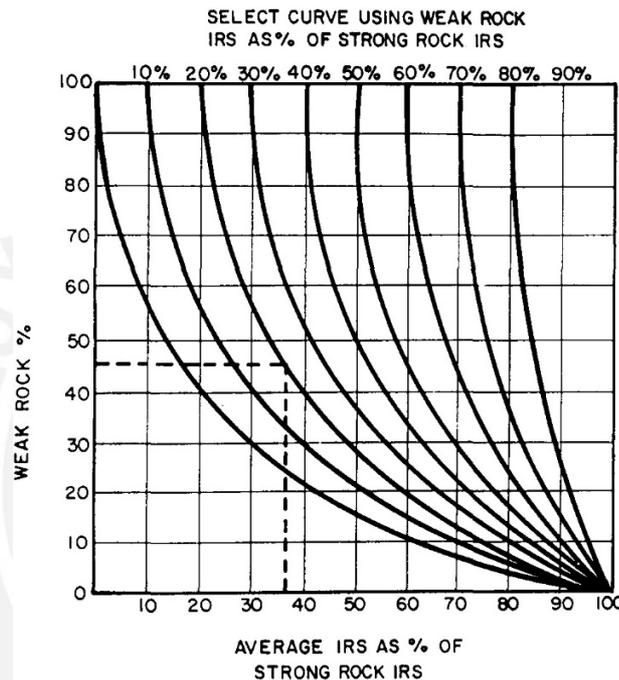


Figura 1. Ábaco de Laubscher (1990) para la estimación de UCS promedio en macizos rocosos que contienen zonas débiles y resistentes.

Propiedades Criterio Hoek-Brown para Roca Intacta

Con los resultados de los ensayos de compresión uniaxial y triaxial fue posible calcular los parámetros m_i y σ_{ci} del criterio Hoek-Brown (Hoek et al., 2002) para la Subunidad Levemente Meteorizada de la Unidad Inferior de la formación Farellones. En la figura 2 se muestra la curva de Hoek-Brown de esta subunidad. En el caso de la subunidad Meteorizada de la Unidad Inferior y de las subunidades Meteorizada y Levemente Meteorizada de la Unidad Superior existen muy pocos datos a la fecha, por lo que se recomienda completar realizar más ensayos triaxiales. Los

valores obtenidos para la subunidad Levemente Meteorizada a No Meteorizada de la unidad Inferior corresponden a $m_i = 13.2$ y $\sigma_{ci} = 60$ MPa.

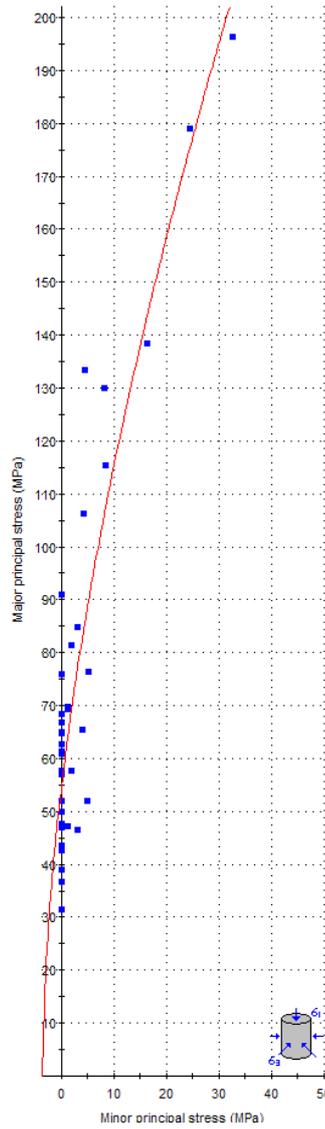


Figura 2. Curva Hoek-Brown Roca Intacta, Unidad Inferior, Subunidad Levemente Meteorizada a No Meteorizada.

2. Propiedades a Escala del Macizo Rocoso

Clasificación Geotécnica de Macizo Rocoso

Según el mapeo de los sondajes perforados, y de acuerdo a la información obtenida de afloramientos en terreno, se calcularon los índices Q' de Barton et al. (1974) y GSI de Hoek (1994).

Para estimar el índice GSI se utilizó la metodología propuesta por Sonmez y Ulusay (1999) a partir de sondajes, y se contrastó con las observaciones de terreno, mientras que el índice Q' se calculó mediante dos metodologías: el método original (Barton, 2002), y según la correlación entre GSI y Q' propuesta por Hoek et al. (1995). Para estimar la frecuencia volumétrica de fracturas se utilizó la “Densidad de Discontinuidades Ponderada” (Weighted Joint Density o wJd) propuesta por Palmström (2005).

Los índices %RQD registrados en los sondajes descritos se muestra en la figura 3.

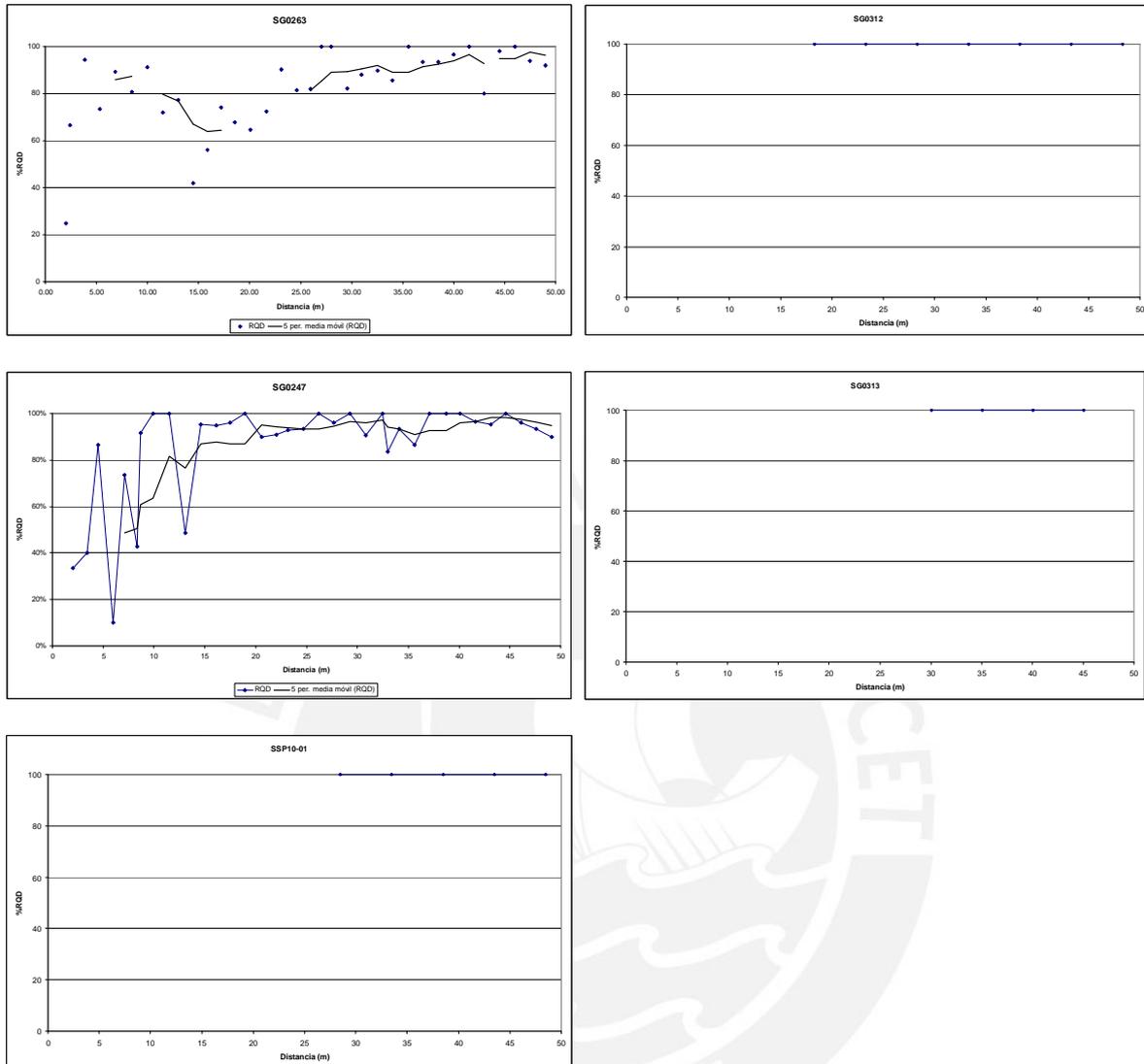


Figura 3. Índices %RQD registrados en los sondajes perforados a lo largo del trazado.

En las figuras 4 y 5 se muestran los índices GSI (Hoek, 1994) y Q' (Barton et al., 1974) calculados a partir del mapeo de los sondajes. De acuerdo al mapeo, se estimó valores de Q' mínimo y

máximo, y además se calculó el valor de Q' según la fórmula $Q' = e^{\frac{GSI-44}{9}}$ (Hoek et al., 1995).

Cabe mencionar que el índice Q' no aplica en rocas de resistencia menor o igual a R_2 según la escala de ISRM (1981). Por esta razón, en rocas de baja resistencia (menor o igual a R_2) sólo se calculó el índice GSI.

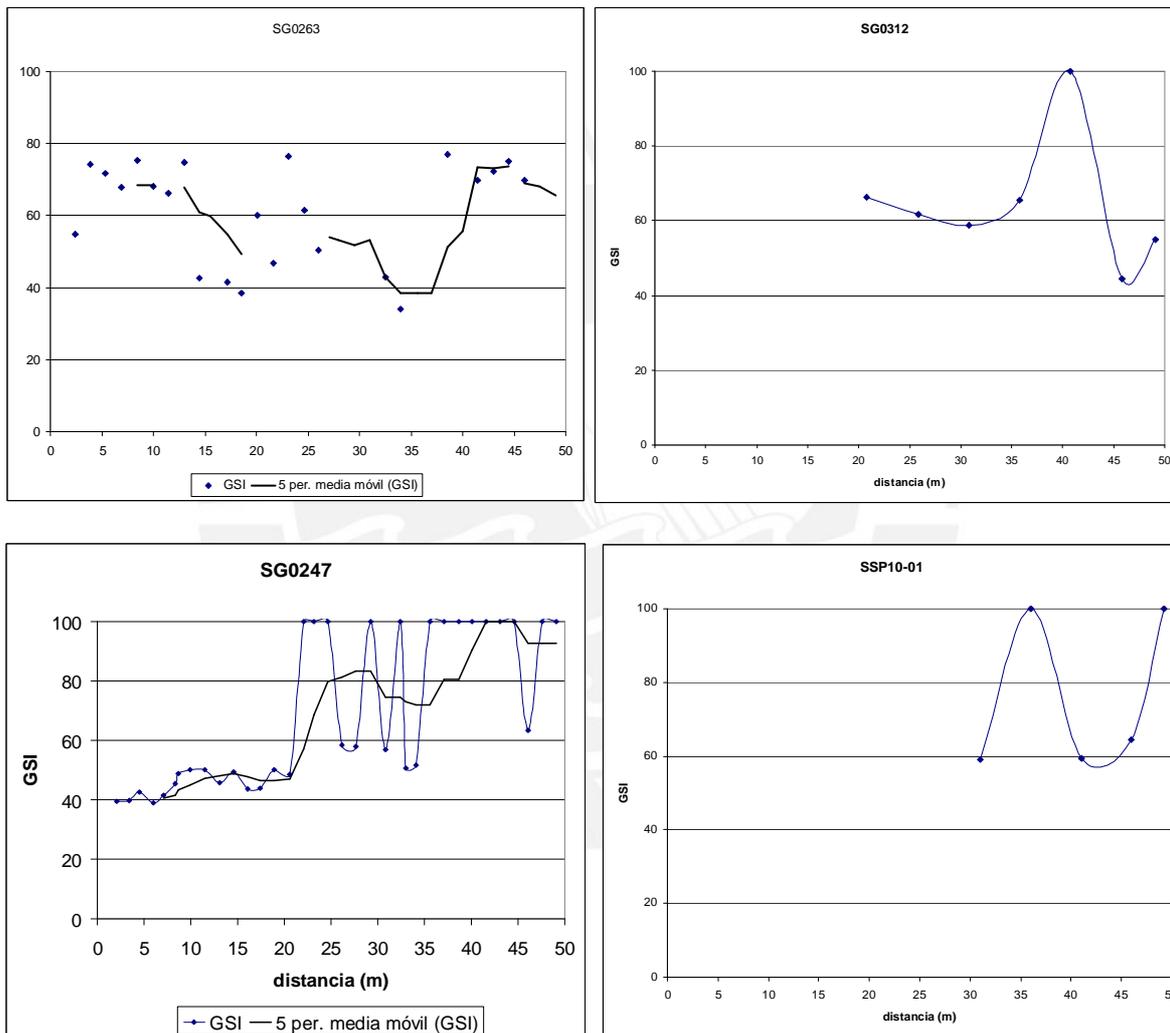


Figura 4. Índice GSI calculado mediante la metodología de Sonmez y Ulusay (1999).

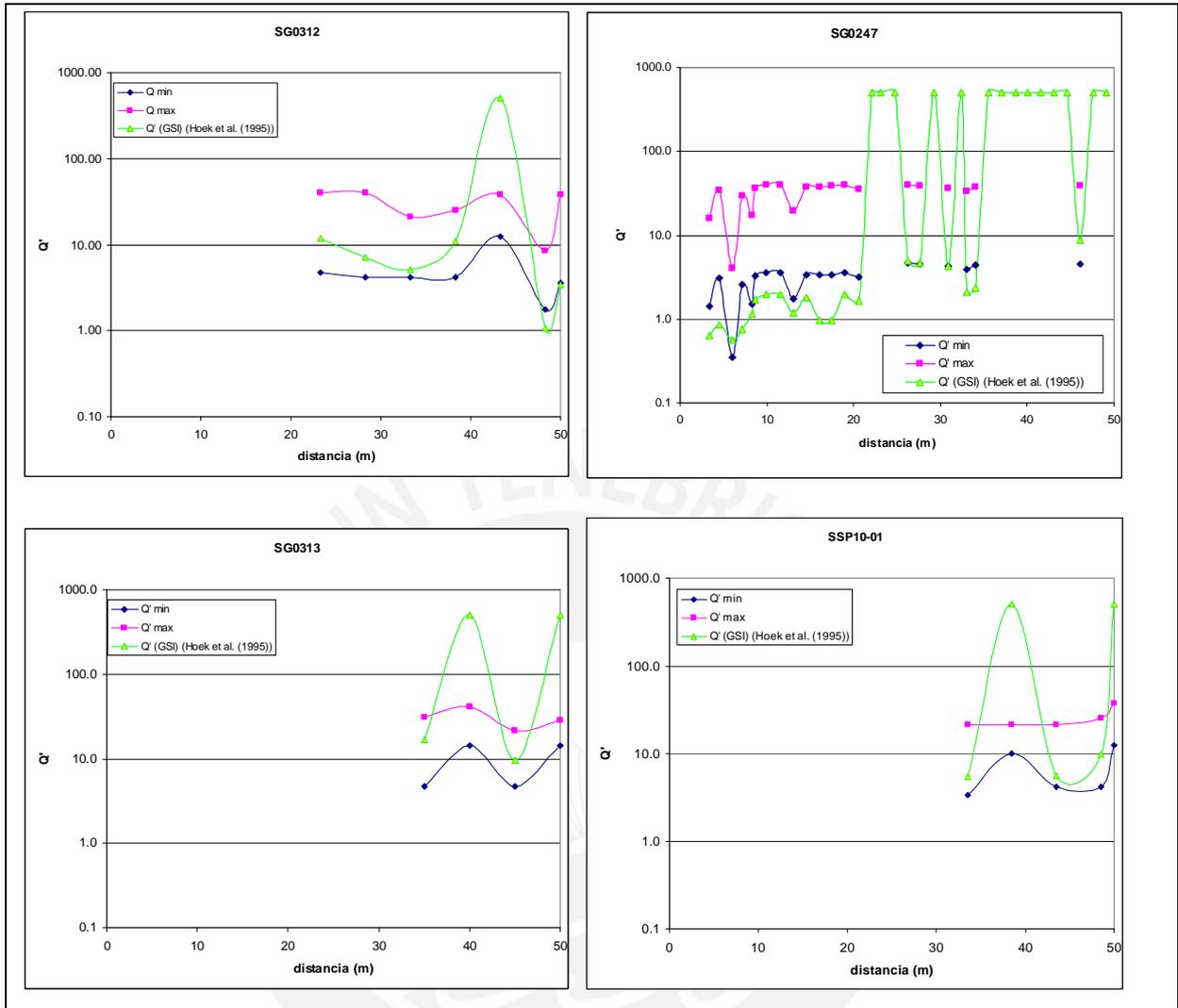


Figura 5. Índice Q (Barton et al., 1974) calculado para los sondajes perforados.

Con el registro del índice GSI información fue posible estimar la proporción de cada clase geotécnica en cada subunidad según cada sondaje. Este resultado se muestra en la figura 6.

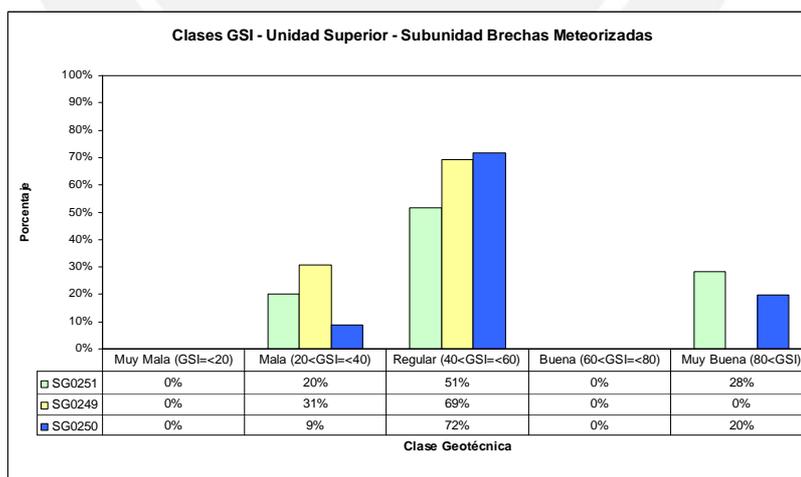
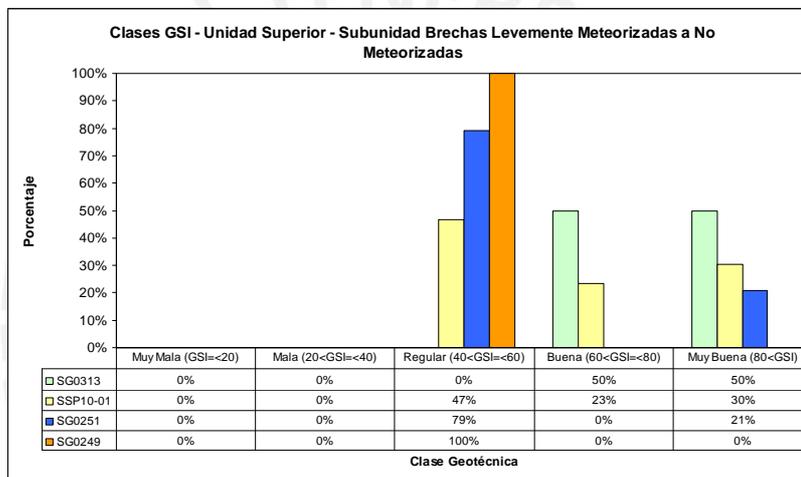
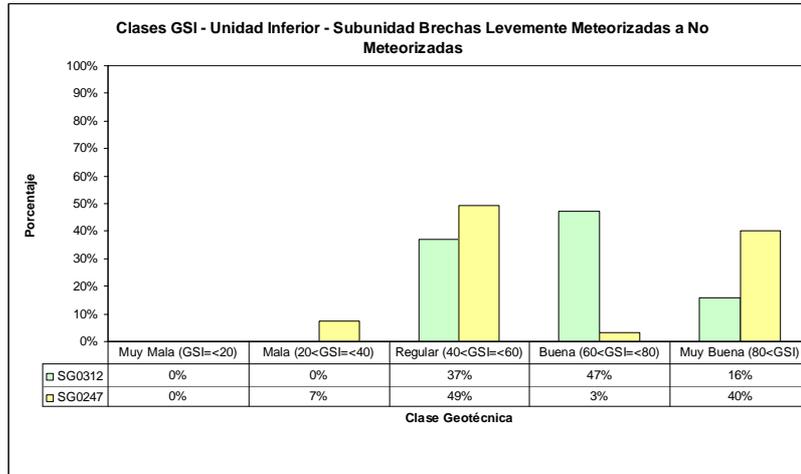


Figura 6. Porcentajes de clase geotécnica en las subunidades de la formación Farellones.

De acuerdo a los índices calculados (figura 6), de forma conservadora la calidad geotécnica de las subunidades de la formación Farellones es la siguiente:

- **Unidad Inferior:**

- **Subunidad Brechas Levemente Meteorizadas a No Meteorizadas: Calidad Regular a Muy Buena.** Esta Subunidad presenta una calidad en general regular. Los valores de Q' se encuentran típicamente en el rango 4 a 40, mientras que el índice GSI se ubica mayoritariamente entre 40 y 60, aunque una proporción significativa alcanza valores de hasta 100. En las cercanías de las discontinuidades importantes el índice GSI baja hasta alcanzar valores de 35 (en sectores de hasta 5 m de espesor), y el índice Q' puede alcanzar un valor de 1.
- **Subunidad Brechas Meteorizadas:** Calidad Baja a Regular. En terreno se estimaron valores de GSI en general entre 30 y 50, y en las cercanías de las estructuras mayores es posible estimar valores de entre 25 y 35. El macizo se encuentra en general desintegrado a blocoso/perturbado, y la condición de estructuras es de mala o pobre ("poor") a regular ("fair").

- **Unidad Superior:**

- **Subunidad Brechas Levemente Meteorizadas a No Meteorizadas:** Calidad predominantemente Regular a Buena, con sectores de calidad Mala alrededor de las estructuras importantes.
- **Subunidad Brechas Meteorizadas:** Calidad Regular, con sectores de calidad Mala alrededor de las estructuras importantes.

Dada la baja frecuencia de fracturas, con espaciamentos de magnitud similar a las dimensiones de las excavaciones y fundaciones a construir, la estabilidad de las obras excavadas en roca estará controlada por la geometría de las discontinuidades particulares que se intersectan y por las caras libres creadas por las excavaciones. Estos casos deben ser evaluados durante la construcción, razón por la cual el monitoreo se considera esencial. Cabe mencionar también la importancia en la estabilidad de las rocas con baja Resistencia a la Compresión Uniaxial y tendencia a disgregarse en agua (Unidad Superior).

Las discontinuidades más importantes encontradas a lo largo del trazado presentan espesores menores a 1 m, según se pudo apreciar en las laderas de la quebrada Sapos, con un halo de alteración estimado de hasta 5 m aproximadamente.

Un caso especial está constituido por los diques andesíticos a basálticos presentes en el área, los cuales se presentan muy blocosos a perturbados, con discontinuidades planas moderadamente meteorizadas (GSI estimado entre 35 y 45). Estos diques poseen un espesor máximo observado del orden de 30 m, con corridas reconocidas de hasta 50 m, pero son escasos a lo largo del trazado.

Cabe mencionar que en el caso de los portales los valores del índice Q' se reducen a la mitad (Barton, 2002).

3. Mecánica de Suelos

A lo largo del trazado de la correa se realizó una campaña de sondajes geotécnicos con recuperación de suelo y ensayos SPT. A continuación se presenta un resumen con los resultados de dichos ensayos. En el sector del Stockpile se realizó una campaña de calicatas, obtención de muestras de suelo alteradas e inalteradas y realización de ensayos.

Ensayos SPT

A lo largo del trazado de la correa se realizaron cuarenta y dos ensayos SPT, en los sondajes SG0312, SG0313 y SSP10-01. Los resultados de estos ensayos se muestran en las tablas 5, 6 y 7. El número de golpes varía dependiendo de la unidad, y además, dentro de cada unidad muestra variaciones importantes debido a la presencia de clastos mayores (gravas y bolones) y a su heterogeneidad característica. A pesar de esto último, es posible distinguir diferencias significativas entre las unidades.

Mediante los ensayos de penetración estándar es posible estimar el ángulo de fricción interna de un suelo. Para esto se utilizó las metodologías sugeridas por Das (1999). Esta estimación posee las siguientes limitaciones:

- a) Las ecuaciones son aproximadas.
- b) Debido a que el suelo no es homogéneo, los valores N_F obtenidos en un ensayo varían ampliamente.

- c) En depósitos que contienen bolones y grava, los números de penetración estándar son erráticos y de poca confianza. Más aún, los valores obtenidos sólo son representativos de la matriz de estos depósitos

El método consiste en primera instancia en estandarizar el valor de N_F para una presión efectiva de sobrecarga σ_v' , de la forma:

$$N_{cor} = C_N N_F$$

Donde

N_{cor} = valor N corregido para un valor estándar de $\sigma_v' = 95.6 \text{ (kN/m}^2\text{)} = 1 \text{ (ton/pie}^2\text{)}$,

C_N = factor de corrección,

N_F = valor N obtenido en el campo.

El factor de corrección C_N se estima de la siguiente forma de acuerdo a Liao y Whitman (1986):

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma_v'}}$$

Para estimar el ángulo de fricción a partir de N_{cor} y N_F es posible utilizar las siguientes fórmulas:

$$\phi = 27.1 + 0.3N_{cor} - 0.00054N_{cor}^2 \quad (\text{Peck et al., 1974}),$$

$$\phi = \sqrt{20 N_{cor}} + 20 \quad (\text{Hatanaka y Uchida, 1996}),$$

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{N_F}{12.2 + 20.3 \left(\frac{\sigma_v'}{p_a} \right)} \right]^{0.34} \quad (\text{Kulhaw y Mayne, 1990}),$$

Donde

ϕ = ángulo de fricción del suelo (en grados), y

p_a = Presión atmosférica (se utilizó 8.43 ton/pie^2 , equivalente a 1650 m).

Tabla 5. Ensayos SPT realizados en el sondaje SG0312.

Sondaje	Muestra	Ubicación		Largo muestra recuperada (m)	Número de golpes				Unidad	Subunidad	Litología	Cn (Liao y Whitman, 1986)	Ncor	ϕ (°) (Peck et al., 1974)	ϕ (°) (Hatanaka y Uchida, 1996)			ϕ (°) (Kulhaw y Mayne, 1990)
		Desde (m)	Hasta (m)		N1	N2	N3	NF							mínimo	medio	máximo	
SG0312	1	1.00	1.45	0.32	3	8	12	20	Colón-Coya	-	Arcilla arenosa con escasos bolones	1	20	32.9	37.0	40.0	43.0	48.1
SG0312	2	2.00	2.45	0.30	9	13	13	26	Colón-Coya	-	Arcilla arenosa con escasos bolones	1	26	34.5	39.8	42.8	45.8	50.6
SG0312	3	3.00	3.45	0.35	5	9	12	21	Colón-Coya	-	Arcilla arenosa con escasos bolones	1	21	33.2	37.5	40.5	43.5	48.5
SG0312	4	6.50	6.95	0.29	7	12	10	22	Colón-Coya	-	Arcilla de alta plasticidad	1	22	33.4	38.0	41.0	44.0	49.0
SG0312	5	7.50	7.95	0.31	8	10	12	22	Colón-Coya	-	Arcilla de alta plasticidad	1	22	33.4	38.0	41.0	44.0	49.0
SG0312	6	8.50	8.95	0.32	6	15	25	40	Colón-Coya	-	Arcilla de alta plasticidad	1	40	38.2	45.3	48.3	51.3	54.6
SG0312	7	9.50	9.95	0.34	11	13	23	36	Farellones Inferior	Meteorizada	Brecha volcánoclastica muy alterada a arcilla y óxidos de hierro	1	36	37.2	43.8	46.8	49.8	53.6
SG0312	8	10.50	10.95	0.35	10	14	16	30	Farellones Inferior	Meteorizada	Brecha volcánoclastica muy alterada a arcilla y óxidos de hierro	1	30	35.6	41.5	44.5	47.5	51.9
SG0312	9	11.50	11.95	0.31	10	10	10	20	Farellones Inferior	Meteorizada	Brecha volcánoclastica muy alterada a arcilla y óxidos de hierro	1	20	32.9	37.0	40.0	43.0	48.1
SG0312	10	12.50	12.95	0.20	10	7	9	16	Farellones Inferior	Meteorizada	Brecha volcánoclastica muy alterada a arcilla y óxidos de hierro	1	16	31.8	34.9	37.9	40.9	45.9
SG0312	11	13.50	13.78	0.22	23	50	R	R	Farellones Inferior	Meteorizada	Brecha volcánoclastica muy alterada a arcilla y óxidos de hierro	1	-	-	-	-	-	-
SG0312	12	16.50	16.95	0.35	21	23	32	55	Farellones Inferior	Meteorizada	Brecha volcánoclastica meteorizada	1	55	42.0	50.2	53.2	56.2	57.5

Tabla 6. Ensayos SPT realizados en el sondaje SG0313.

Sondaje	Muestra	Ubicación		Largo muestra recuperada (m)	Número de golpes				Unidad	Subunidad	Litología	Cn (Liao y Whitman, 1986)	Ncor	ϕ (°) (Peck et al., 1974)	ϕ (°) (Hatanaka y Uchida, 1996)			ϕ (°) (Kulhaw y Mayne, 1990)
		Desde (m)	Hasta (m)		N1	N2	N3	NF							mínimo	medio	máximo	
SG0313	1	1.00	1.05	0.05	50	R	R	R	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa	1	-	-	-	-	-	-
SG0313	2	3.00	3.45	0.32	5	4	5	9	Colón-Coya	-	Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla	1	9	29.8	30.4	33.4	36.4	40.3
SG0313	3	4.00	4.45	0.43	24	37	44	81	Colón-Coya	-	Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla	1	81	47.9	57.2	60.2	63.2	60.8
SG0313	4	5.00	5.45		5	3	4	7	Colón-Coya	-	Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla	1	7	29.2	28.8	31.8	34.8	37.9
SG0313	5	6.00	6.45	0.31	3	5	4	9	Colón-Coya	-	Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla	1	9	29.8	30.4	33.4	36.4	40.3
SG0313	6	7.00	7.45	0.31	21	16	10	26	Colón-Coya	-	Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla	1	26	34.5	39.8	42.8	45.8	50.6
SG0313	7	8.00	8.07	0.07	50	R	R	R	Colón-Coya	-	Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla	1	-	-	-	-	-	-

Tabla 7. Ensayos SPT realizados en el sondaje SSP10-01.

Sondaje	Muestra	Ubicación		Largo muestra recuperada (m)	Número de golpes				Unidad	Subunidad	Litología	Cn (Liao y Whitman, 1986)	Ncor	φ (°) (Peck et al., 1974)	φ (°) (Hatanaka y Uchida, 1996)			φ (°) (Kulhawy y Mayne, 1990)
		Desde (m)	Hasta (m)		N1	N2	N3	NF							mínimo	medio	máximo	
SSP 10-01	1	1.00	1.45	0.20	1	2	4	6	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	6	28.9	28.0	31.0	34.0	36.5
SSP 10-01	2	2.00	2.45	0.24	1	3	3	6	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	6	28.9	28.0	31.0	34.0	36.5
SSP10-01	3	3.00	3.45	0.24	3	4	4	8	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	8	29.5	29.6	32.6	35.6	39.2
SSP10-01	4	4.00	4.45	0.10	50	R	R	R	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	-	-	-	-	-	-
SSP10-01	5	5.00	5.45	0.26	11	12	12	24	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	24	34.0	38.9	41.9	44.9	49.8
SSP10-01	6	6.00	6.45	0.12	10	14	15	29	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	29	35.3	41.1	44.1	47.1	51.6
SSP10-01	7	7.00	7.45	0.22	11	9	19	28	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	28	35.1	40.7	43.7	46.7	51.3
SSP10-01	8	8.00	8.45	0.28	8	50	R	R	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	-	-	-	-	-	-
SSP10-01	9	9.00	9.45	0.32	35	22	11	33	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	33	36.4	42.7	45.7	48.7	52.8
SSP10-01	10	10.00	10.45	0.30	13	15	13	28	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	28	35.1	40.7	43.7	46.7	51.3
SSP10-01	11	11.00	11.45	0.31	4	9	18	27	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	27	34.8	40.2	43.2	46.2	50.9
SSP10-01	12	12.00	12.45	0.30	11	12	24	36	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	36	37.2	43.8	46.8	49.8	53.6
SSP10-01	13	13.00	13.45	0.40	11	25	41	66	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	66	44.5	53.3	56.3	59.3	59.1
SSP10-01	14	14.00	14.45	0.10	11	13	16	29	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	29	35.3	41.1	44.1	47.1	51.6
SSP10-01	15	15.00	15.45	0.29	9	13	15	28	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	28	35.1	40.7	43.7	46.7	51.3
SSP10-01	16	16.00	16.45	0.33	12	9	7	16	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	16	31.8	34.9	37.9	40.9	45.9
SSP10-01	17	17.00	17.45	0.35	4	6	12	18	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	18	32.3	36.0	39.0	42.0	47.0
SSP10-01	18	18.00	18.45	0.10	4	6	12	18	Relleno Artificial	-	Grava arenosa-arcillosa a arena gravosa con arcilla a arcilla gravosa	1	18	32.3	36.0	39.0	42.0	47.0
SSP10-01	19	19.00	19.45	0.18	8	6	8	14	Colón Coya	-	Arena arcillosa con bolones y gravas	1	14	31.2	33.7	36.7	39.7	44.6
SSP10-01	20	20.00	20.45	0.26	10	10	8	18	Colón Coya	-	Arena arcillosa con bolones y gravas	1	18	32.3	36.0	39.0	42.0	47.0
SSP10-01	21	21.00	21.45	0.15	10	9	9	18	Colón Coya	-	Arena arcillosa con bolones y gravas	1	18	32.3	36.0	39.0	42.0	47.0
SSP10-01	22	22.00	22.41	0.28	6	7	50	57	Colón Coya	-	Arena arcillosa con bolones y gravas	1	57	42.4	50.8	53.8	56.8	57.8
SSP10-01	23	23.00	23.43	0.39	18	30	50	80	Colón Coya	-	Arena arcillosa con bolones y gravas	1	80	47.6	57.0	60.0	63.0	60.7

Con respecto a las distintas unidades geológicas es relevante comentar lo siguiente, considerando las limitaciones mencionadas anteriormente sobre el ensayo SPT:

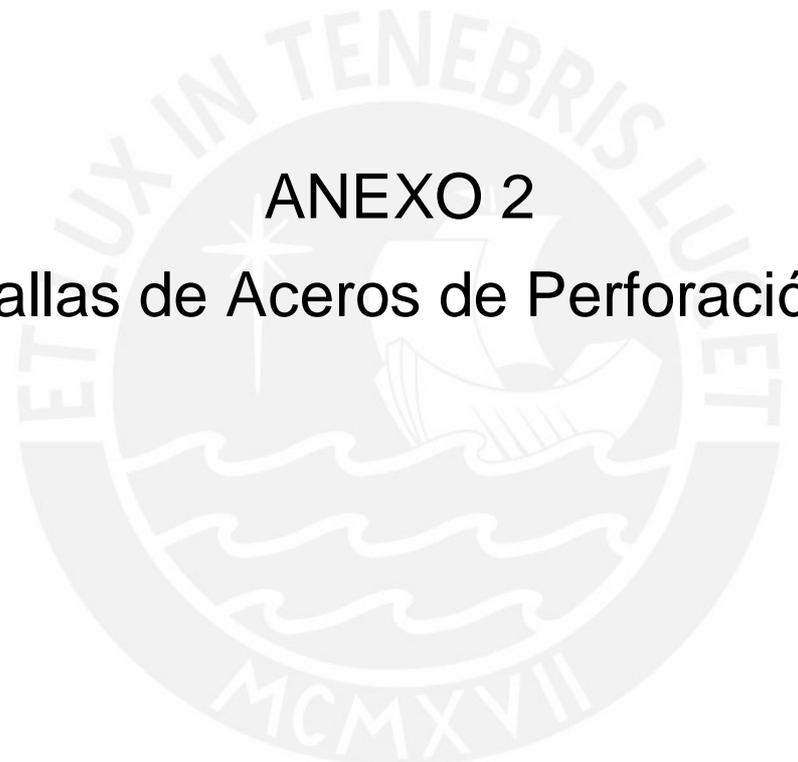
- Relleno artificial. Se obtuvo una medida en el sondaje SG0313 (estación de Transferencia 3). El número de golpes fue muy alto, considerándose Rechazo, en una muestra descrita como grava arenosa-arcillosa. Se obtuvo dieciocho medidas en el sector del Stockpile (sondaje SSP10-01) en gravas arenosas-arcillosas (variable), con un número de golpes que varía entre 6 y Rechazo (>50 golpes en un tramo de 15 cm). Los Rechazos se interpretan como provocados por la presencia de clastos mayores de alta resistencia relativa, mientras que los valores menores (entre 6 y 8 golpes) se dieron en la parte más superficial (primeros 4 m). Más abajo los valores varían entre 24 y 66 golpes. Los resultados permiten estimar conservadoramente el ángulo de fricción interna de estos depósitos entre 28° y 33° para la parte superior (primeros 4 m), y entre 33° y 40° para la parte inferior (bajo 4 m de profundidad).
- Formación Colón Coya: Es posible distinguir cuatro litologías diferentes dentro de esta unidad:
 - o Arcilla arenosa con escasos bolones (sondaje SG0312, correa 1): El número de golpes varía entre 20 y 26.
 - o Arcilla de alta plasticidad (sondaje SG0312, correa 1). El número de golpes varía entre 22 y 40.
 - o Bolones y gravas en matriz de arena y arcilla (sondaje SG0313, estación de Transferencia 3). El número de golpes varía típicamente entre 9 y 26 en ensayos realizados preponderantemente en la matriz, mientras que en muestras ensayadas de bolones y gravas el número de golpes se considera Rechazo.
 - o Arena arcillosa con bolones y gravas (sondaje SSP10-01, sector Stockpile). Entre los 19 y 21.45 m del sondaje SSP10-01 presenta valores entre 14 y 18 golpes. Más abajo, entre los 22 y 23.43 m presenta valores de 57 y 80 golpes.

En general para los depósitos de la formación Colón-Coya es posible estimar un ángulo de fricción muy variable, entre 29° y 40° .

- Formación Farellones, unidad Inferior, subunidad Meteorizada. Fue posible realizar ensayos SPT en las rocas muy meteorizadas de la formación Farellones en el sondaje SG0312. Los resultados varían entre 16 golpes y Rechazo. Dicha variabilidad se interpreta como provocada por la meteorización no uniforme que afecta a estas rocas. Se puede estimar un ángulo de fricción entre 29° y 45°.

Cabe recalcar que **los resultados de los ensayos SPT son erráticos y de poca confianza**, por lo que se recomienda estimar estas propiedades mediante otro método, por ejemplo retroanálisis de taludes existentes y taludes que han fallado.



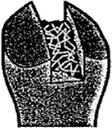
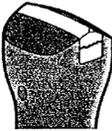


ANEXO 2
Fallas de Aceros de Perforación

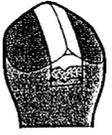
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BARRENOS INTEGRALES		
PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
<p>1 FISURA TRANSVERSAL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUZADO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DE AFILAR.
<p>2 ESQUINA DE PLAQUITA TRITURADA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - FILO DEMASIADO AGUZADO EN LAS ESQUINAS DESPUÉS DEL AFILADO. - CONICIDAD. - PIEL DE SERPIENTE. - EMBOQUILLADO DESCUIDADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>3 FILO DE PLAQUITA TRITURADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁNGULO DE FILO PEQUEÑO. - MAL BISELADO DESPUÉS DEL AFILADO. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>4 PLAQUITA ENTERA TRITURADA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁNGULO DE FILO PEQUEÑO. - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>5 FISURA A LO LARGO DE LA PLAQUITA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - QUEMADA DURANTE EL AFILADO. - DEFORMACIÓN PLÁSTICA. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.

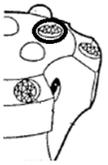
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BARRENOS INTEGRALES		
<p>6 ESQUINA DE PLAQUITA TRITURADA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - CONICIDAD. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR LA CONICIDAD DESPUÉS DEL REAFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>7 SUPERFICIE DE FRACTURA EN FORMA DE ESTRÍA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - CONICIDAD. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR LA CONICIDAD DESPUÉS DEL REAFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>8 FISURA A TRAVÉS DEL EXTREMO DE LA PLAQUITA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - CUANDO SE LOCALIZA UNA FISURA BIEN ALTO EN UNA PLAQUITA SE HA CAUSADO POR CONICIDAD. - CUANDO SE HA OCACIONADO UNA FISURA CERCA DEL PUNTO DE SOLDADURA, PUEDE SER UN DEFECTO DE SOLDADURA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR LA CONICIDAD DESPUÉS DEL REAFILADO. - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>9 PLAQUITA TRITURADA ENTRE FISURAS TRANSVERSALES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUDO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, - CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO.
<p>10 TODA LA PLAQUITA A DESAPARECIDO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - SI LA PLAQUITA HA DESAPARECIDO ANTES DEL PRIMER AFILADO PUEDE SER EL RESULTADO DE UNA AVERÍA DE SOLDADURA. - LA PLAQUITA PUEDE DEJAR SU LUGAR DESPUÉS DE UN LARGO CICLO DE PERFORACIÓN EN ROCA NO ABRASIVA. - NO POR DEFECTO DE FABRICACIÓN SINO A FATIGA DE LA JUNTA DE SOLDADURA. 	<ul style="list-style-type: none"> - REAFILAR EL BARRENO AÚN CUANDO LA PLAQUITA NO ESTE DESGASTADA, YA QUE LA FATIGA EN LA SOLDADURA EMPIEZA CON MAYOR FRECUENCIA EN LA PARTE SUPERIOR DE LA PLAQUITA, CAUSANDO ASÍ LA POSIBILIDAD DE FRACTURA.
<p>11 PARTE DE LA PLAQUITA HA DESAPARECIDO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EMPEZÓ COMO FISURA TRANSVERSAL. - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUDO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, - CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO.

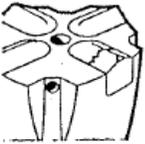
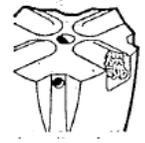
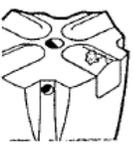
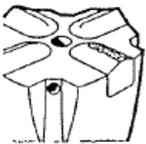
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BARRENOS INTEGRALES		
<p>12 PLAQUITA RASPADA EN LA BASE</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - CONICIDAD. - PIEL DE SERPIENTE. - CUANDO SE LOCALIZA UNA FISURA BIEN ALTO EN LA PLAQUITA ESTÁ CAUSADA POR UNA CONICIDAD. - CUANDO SE HA DESARROLLADO UNA FISURA CERCA DEL PUNTO DE SOLDADURA, PUEDE SER UN DEFECTO DE SOLDADURA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR LA CONICIDAD DESPUÉS DEL REAFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>13 FRENTE COMPLETAMENTE DAÑADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EMPEZO COMO OTRA AVERÍA. - ÁNGULO DE FILO PEQUEÑO. - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>14 PARTE DE LA PLAQUITA SE ENCUENTRA EN LA RANURA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EMPEZO COMO OTRA AVERÍA. - ÁNGULO DE FILO PEQUEÑO. - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>15 ROTURA DE BARRA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - DESDE ADENTRO, SEGURAMENTE DEBISO A CORROSIÓN EN ACERO USADO DESPUÉS DEL ALMACENAMIENTO. - DESDE REBAJE PARA LLAVE, COMO O MARCA DE GOLPE. - DESDE ESQUINA, MARCA DE GOLPE. 	<ul style="list-style-type: none"> - LIMPIAR Y ENGRASAR EL EQUIPO ANTES DE ALMACENARLO. - MANEJAR EL EQUIPO CON CUIDADO, USAR LLAVES Y HERRAMIENTAS CORRECTAS, NO MARTILLOS.
<p>16 FRENTE DE GOLPE, OREJETAS, ESTRIAS O COLLAR REMACHADOS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - BUJE DESGASTADO. - LUBRICACIÓN INSUFICIENTE DE CULATA. - FRENTE DE GOLPEO DEFORMADO DEL PISTÓN. 	<ul style="list-style-type: none"> - REPARAR LA PERFORADORA Y CAMBIAR PIEZAS DESGASTADAS. - CONTROLAR EL LUBRICADOR.

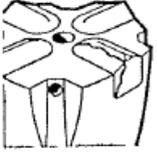
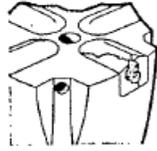
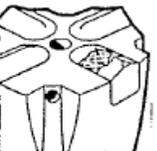
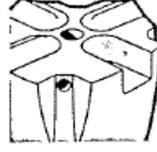
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BROCAS DE BOTONES		
<p>1 BOTÓN FISURADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - PERFORACIÓN EXCESIVA. - MÉTODO O EQUIPO DE REAFILADO EQUIVOCADO. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - REDUCIR INTERVALOS ENTRE REAFILADOS. - USAR EL EQUIPO Y LA TÉCNICA CORRECTA PARA REAFILAR. - REAFILAR A PESAR DE QUE EL BOTÓN NO ESTÁ DESGASTADO. - LAS FISURAS MACROSCÓPICAS EN EL CARBURO DARÁN LUGAR A FALLOS DE LA BROCA.
<p>2 BOTÓN TRITURADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - PERFORACIÓN EXCESIVA. - MÉTODO O EQUIPO DE REAFILADO EQUIVOCADO. - PIEL DE SERPIENTE. - SI LOS BOTONES LATERALES ESTÁN TRITURADOS, LA CAUSA ES CONICIDAD. 	<ul style="list-style-type: none"> - REDUCIR INTERVALOS ENTRE REAFILADOS. - USAR EL EQUIPO Y LA TÉCNICA CORRECTA PARA REAFILAR. - REAFILAR A PESAR DE QUE EL BOTÓN NO ESTÁ DESGASTADO. - LAS FISURAS MACROSCÓPICAS EN EL CARBURO DARÁN LUGAR A FALLOS DE LA BROCA.
<p>3 PARTE DEL BOTÓN TRITURADA BARRIDA CON ACERO ALREDEDOR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EL BOTÓN SOBRESALE DEMASIADO DEBIDO A ALTO DESGASTE EN EL ACERO QUE LO RODEA. - EMBULLIDO HECHO SIN CUIDADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - REBAJAR EL BOTÓN A ALTURA NORMAL, ASEGURARSE QUE LA ALTURA DE LOS BOTONES ES UNIFORME. - REDUCIR LA VELOCIDAD DE PERCUCIÓN Y LA FUERZA DE AVANCE AL EMBOQUILLAR.
<p>4 PARTE SUPERIOR DEL BOTÓN DESPRENDIDO Y A RAS CON EL ACERO QUE LE RODEA.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - PERFORACIÓN EXCESIVA. - MÉTODO O EQUIPO DE REAFILADO EQUIVOCADO. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - REDUCIR INTERVALOS ENTRE REAFILADOS. - USAR EL EQUIPO Y LA TÉCNICA CORRECTA PARA REAFILAR. - REAFILAR A PESAR DE QUE EL BOTÓN NO ESTÁ DESGASTADO. - LAS FISURAS MACROSCÓPICAS EN EL CARBURO DARÁN LUGAR A FALLOS DE LA BROCA.
<p>5 BOTÓN ROTO DENTRO DEL CUERPO DE LA BROCA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - PERFORACIÓN EXCESIVA. - MÉTODO O EQUIPO DE REAFILADO EQUIVOCADO. - PIEL DE SERPIENTE. - SI LOS BOTONES LATERALES ESTÁN TRITURADOS, LA CAUSA ES CONICIDAD. 	<ul style="list-style-type: none"> - REDUCIR INTERVALOS ENTRE REAFILADOS. - USAR EL EQUIPO Y LA TÉCNICA CORRECTA PARA REAFILAR. - REAFILAR A PESAR DE QUE EL BOTÓN NO ESTÁ DESGASTADO. - LAS FISURAS MACROSCÓPICAS EN EL CARBURO DARÁN LUGAR A FALLOS DE LA BROCA.

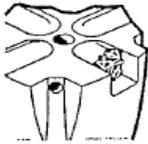
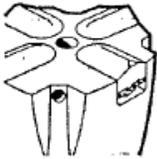
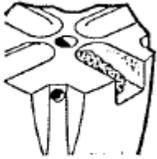
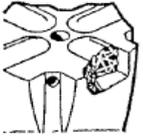
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BROCAS DE 4 FLANCOS		
<p>1 FISURA TRANSVERSAL VERTICAL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUDO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO.
<p>2 ESQUINA TRITURADA, PLAQUITA INTACTA APARTE DE ESTE DAÑO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - FILO DEMASIADO AGUZADO EN LAS ESQUINAS DESPUÉS DEL AFILADO. - CONICIDAD. - PIEL DE SERPIENTE. - EMBOQUILLADO DESCUIDADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO - LAS BROCAS DE BISEL DEBEN SER REAFILADAS CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASA LOS 8 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>3 PARTE DEL FILO DE CORTE TRITURADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁNGULO DE FILO PEQUEÑO. - BIDELEADO MALO DESPUÉS DEL AFILADO. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>4 TODO EL FILO DE CORTE TRITURADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁNGULO DE CORTE PEQUEÑO. - MAL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.

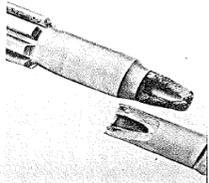
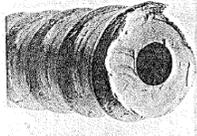
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BROCAS DE 4 FLANCOS		
<p>5 FISURA LONGITUDINAL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - QUEMADA DURANTE EL AFILADO. - DEFORMACIÓN PLÁSTICA. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELEAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>6 ESQUINA TRITURADA. FISURAS LONGITUDINALES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - CONICIDAD. - PIEL DE SERPIENTE. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELEAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>7 PARTE DEL FILO DE CORTE SE HA SOLTADO ENTRE FISURAS TRANSVERSALES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUDO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO.
<p>8 FALTA TODA LA PLAQUITA DE CARBURO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - SI LA PLAQUITA HA DESAPARECIDO ANTES DEL PRIMER AFILADO PUEDE SER EL RESULTADO DE UNA AVERÍA DE SOLDADURA. - LA PLAQUITA PUEDE DEJAR SU LUGAR DESPUÉS DE UN LARGO CICLO DE PERFORACIÓN EN ROCA NO ABRASIVA. NO POR DEFECTO DE FABRICACIÓN SINO A FATIGA DE LA JUNTA DE SOLDADURA. 	<ul style="list-style-type: none"> - REAFILAR LA BROCA AÚN CUANDO LA PLAQUITA NO ESTE DESGASTADA, YA QUE LA FATIGA EN LA SOLDADURA EMPIEZA CON MAYOR FRECUENCIA EN LA PARTE SUPERIOR DE LA PLAQUITA, CAUSANDO ASÍ LA POSIBILIDAD DE FRACTURA.

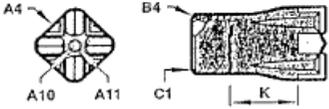
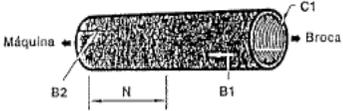
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

BROCAS DE 4 FLANCOS		
<p>9 PARTE DE LA RANURA NO TIENE CARBURO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EMPEZÓ COMO FISURA TRANSVERSAL. - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUDO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO.
<p>10 PARTE DE LA PLAQUITA SOLTADA EN EL FONDO DE LA JUNTA DE SOLDADURA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - CONICIDAD. - PIEL DE SERPIENTE. - CUANDO SE LOCALIZA UNA FISURA BIEN ALTO EN LA PLAQUITA ESTÁ CAUSADA POR UNA CONICIDAD. - CUANDO SE HA DESARROLLADO UNA FISURA CERCA DEL PUNTO DE SOLDADURA, PUEDE SER UN DEFECTO DE SOLDADURA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR LA CONICIDAD DESPUÉS DEL REAFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>11 PLAQUITA TRITURADA CERCA DEL CENTRO SÓLIDO. FALTA UNA PARTE DEL CARBURO.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EMPEZO COMO OTRA AVERÍA. - ÁNGULO DE FILO PEQUEÑO. - MAL AFILADO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.
<p>12 FALTA PARTE DE PLAQUITA DEL FLANCO.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - EMPEZO COMO OTRA AVERÍA. - MAL AFILADO, EJEMPLO MUELA ABRASIVA EQUIVOCADA. - FILO DEMASIADO AGUDO DESPUÉS DEL AFILADO. - ÁNGULO DE PLAQUITA EQUIVOCADO DESPUÉS DEL AFILADO. - CUANDO SE LOCALIZA UNA FISURA BIEN ALTO EN LA PLAQUITA ESTÁ CAUSADA POR UNA CONICIDAD. - CUANDO SE HA DESARROLLADO UNA FISURA CERCA DEL PUNTO DE SOLDADURA, PUEDE SER UN DEFECTO DE SOLDADURA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR Y AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO, CAMBIAR EL USO DE MUELA ABRASIVA CORRECTA. - BISELAR EL FILO DESPUÉS DEL AFILADO. - CONTROLAR EL PROCEDIMIENTO DE AFILADO; BISELAR EL FILO. - LA BROCA SE DEBE REAFILAR CUANDO LA CONICIDAD SOBREPASE LOS 6 MM. - SACAR LA PIEL DE SERPIENTE (INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LOS REAFILADOS). - REDUCIR LA FUERZA DE PERCUSIÓN AL EMBOQUILLAR.

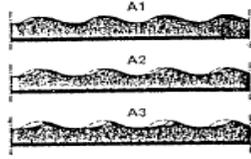
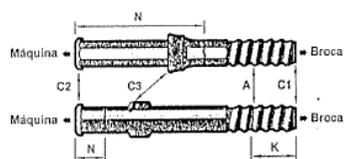
PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

GENERAL		
<p>1 BROCAS ROTAS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - GOLPES. - PERFORACIÓN CON ROSCAS NO APRETADAS LO SUFICIENTE O EMBOQUILLADOS VIOLENTOS. 	<ul style="list-style-type: none"> - PARA SOLTAR LAS BROCAS EMPLEAR LLAVES NO MAZOS. - CONTROLAR EL DESGASTE DE LAS BROCAS Y EVITAR ATORNILLAR ROSCAS GASTADAS CON NUEVAS. - REDUCIR LA FUERZA DE LOS IMPACTOS AL EMBOQUILLAR.
<p>2 DEFORMACIÓN DE LA SUPERFICIE DE IMPACTOS, DEL CUELLO O LAS RANURAS DE LA CULATA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - SI SE PERFORA CON UN PISTÓN DESGASTADO LA SUPERFICIE DE PERCUSIÓN SE APLASTA. - UN CASQUILLO DESGASTADO DAÑA EL CUELLO Y LAS RANURAS. - UNA LUBRICACIÓN INSUFICIENTE DAÑA LA SUPERFICIE DE LA CULATA. UN AVANCE EXCESIVAMENTE PEQUEÑO TAMBIÉN OCASIONARÁ UN DESGASTE EXCESIVO EN LA CULATA. 	<ul style="list-style-type: none"> - CONTROLAR EL ESTADO D ELA PERFORADORA. - CONTROLAR LA LUBRICACIÓN - INCREMENTAR EL AVANCE.
<p>3 ROTURA DE CULATA ENTRE EL CASQUILLO Y LA ROSCA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - ESTE TIPO DE DESPERFECTO ES OCACIONADO POR UNAS TENSIONES DE FLEXIÓN EXCECIVAS CAUSADAS POR UNA ALINEACIÓN DEFECTUOSA DEL EQUIPO. 	<ul style="list-style-type: none"> - EMBOQUILLAR CUIDADOSAMENTE, REDUCIENDO EL AVANCE. - AL ESCARIAR, EL MECANISMO DE AVANCE DEBE AJUSTARSE DE SER NECESARIO, DESPUÉS DE EMBOQUILLAR. - CONTROLAR LA HOLGURA ENTRE LAS BARRAS Y LOS SOPORTES DE BARRA. REEMPLAZAR LOS CASQUILLOS DESGASTADOS.
<p>4 ROTURA DE ROSCAS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - UNA FUERZA DE AVANCE INSUFICIENTE HACE QUE LAS JUNTAS SE SUELTEN Y SOBRECALIENTEN. LA ALTA TEMPERATURA ORIGINA TRANSFORMACIONES EN EL ACERO QUE SON EL ORIGEN DE ROTURAS. - MEZCLA DE ROSCAS GASTADAS Y NUEVAS. - TENSIONES DE FLEXIÓN EXCESIVAS CAUSADAS POR LA DESVIACIÓN DEL BARRENO O UN EMBOQUILLADO VIOLENTO. 	<ul style="list-style-type: none"> - INCREMENTAR LA FUERZA DE AVANCE. - NO MEZCLAR ROSCAS NUEVAS CON GASTADAS. - EMBOQUILLAR CON CUIDADO PARA EVITAR TENSIONES DE FLEXIÓN. - AJUSTAR EL MECANISMO DE AVANCE O EL EMBOQUILLADO.

PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

GENERAL		
<p>5 ROTURA DE BARRAS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - GOLPE EN LA SUPERFICIE DEL ACERO AFECTADO POR TENSIONES DE FATIGA. - TENSIONES DE FLEXIÓN GRANDES POR INCORRECTA ALINEACIÓN AL EMBOQUILLAR. - PERFORACIÓN FUERZA DE AVANCE EXCESIVA. - CORROSIÓN, SI EL PUNTO DE ORIGEN ESTA UBICADO EN EL INTERIOR. 	<ul style="list-style-type: none"> - MANEJAR LAS BARRAS CON CUIDADO PARA EVITAR GOLPES. - TENER CUIDADO AL EMBOQUILLAR Y REDUCIR FUERZA DE AVANCE. - NO EMPLEAR EQUIPOS DE PERFORACIÓN PARA LIMPIAR TECHOS O PAREDES DE ROCA SUELTA. - LIMPIAR Y ACEITAR LAS BARRAS USADAS QUE VAYAN A ALMACENARSE.
VARILLAJE EXTENSIBLE		
<p>1 DAÑOS EN EL CUERPO DE LA BROCA</p> 	<p>A4 LA BROCA ESTA CUADRADA. A10 EL CENTRO SÓLIDO ESTÁ DESGASTADO. A11 EL CENTRO SÓLIDO ESTA OBTURADO. B4 FALTAN TROZOS EN EL FALDÓN DE LA BROCA. C1 ROSCAS REMACHADAS. K FALDÓN ROTO, ROTURA INICIADA DESDE AFUERA.</p>	
<p>2 DAÑOS EN LOS MANGUITOS DE ACOPLAMIENTO</p> 	<p>B1 FISURA TRANSVERSAL. B2 FISURA LONGITUDINAL. C1 ROSCA REMACHADA. N BARRA ROTA A CIERTA DISTANCIA DE LA SUPERFICIE FINAL MÁS PRÓXIMO A LA BROCA.</p>	
<p>3 DAÑOS EN LAS ROSCAS O EN LA BARRA</p> 	<p>N ROSCA ROTA A CIERTA DISTANCIA DE LA SUPERFICIE FINAL MÁS PRÓXIMO A LA PERFORADORA. K BARRA ROTA A CIERTA DISTANCIA DE LA SUPERFICIE FINAL MÁS PRÓXIMO A LA BROCA. C2 SUPERFICIE DE GOLPEO REMACHADA.</p>	

PROBLEMAS Y SUS POSIBLES CAUSAS EN ACEROS DE PERFORACIÓN

VARILLAJE EXTENSIBLE	
<p>4 DESGASTE DE LAS ROSCAS</p> 	<p>A1 ROSCA LIGERAMENTE DESGASTADA. A2 ROSCA MEDIO DESGASTADA. A3 ROSCA TOTALMENTE DESGASTADA.</p>
<p>5 DAÑOS EN LOS ADAPTADORES DE CULATA</p> 	<p>A IGUAL QUE EN DESGASTE DE LAS ROSCAS C1 ROSCA REMACHADA C2 SUPERFICIE DE GOLPEO REMACHADA. C3 ESTRÍAS O COLLARÍN REMACHADO. N ROSCA ROTA A CIERTA DISTANCIA DE LA SUPERFICIE FINAL MÁS PRÓXIMO A LA PERFORADORA. K BARRA ROTA A CIERTA DISTANCIA DE LA SUPERFICIE FINAL MÁS PRÓXIMO A LA BROCA.</p>



DECRETO SUPREMO N° 594

APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO

Núm.594.- Santiago, 15 de septiembre de 1999.- Visto: lo dispuesto en los artículos 2°, 9 letra c) y en el Libro Tercero, Título III, en especial en el artículo 82, del Código Sanitario, aprobado por Decreto con Fuerza de Ley N° 725 de 1967, del Ministerio de Salud; en los artículos 65 y 68 de la ley N° 16.744; en los artículos 4° letra b) y 6° del decreto ley N° 2.763 de 1979; en los decretos supremos N° 18 y N° 173 de 1982; N° 48 y N° 133 de 1984 y N° 3 de 1985, todos del Ministerio de Salud, y teniendo presente las facultades que me otorgan los artículos 24 y 32 N° 8 de la Constitución Política de la República, y

Considerando: La necesidad de actualizar las disposiciones vigentes destinadas a velar porque en los lugares de trabajo existan condiciones sanitarias y ambientales que resguarden la salud y el bienestar de las personas que allí se desempeñan, incorporando los adelantos técnicos y científicos ocurridos,

Decreto:

Apruébase el siguiente Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo:

TITULO I

Disposiciones Generales

Artículo 1°: El presente reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales.

Establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

Artículo 2°: Corresponderá a los Servicios de Salud, y en la Región Metropolitana al Servicio de Salud del Ambiente, fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y las del Código Sanitario en la misma materia, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud.

Artículo 3°: La empresa está obligada a mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñan, sean éstos dependientes directos suyos o lo sean de terceros contratistas que realizan actividades para ella.^(*)

TITULO II

Del Saneamiento Básico de los Lugares de Trabajo

PARRAFO I

De las Condiciones Generales de Construcción y Sanitarias

Artículo 4°: La construcción, reconstrucción, alteración, modificación y reparación de los establecimientos y locales de trabajo en general, se regirán por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones vigente.

Artículo 5°: Los pavimentos y revestimientos de los pisos serán, en general, sólidos y no resbaladizos. En aquellos lugares de trabajo donde se almacenen, fabriquen o manipulen productos tóxicos o corrosivos, de cualquier naturaleza, los pisos deberán ser de material resistente a éstos, impermeables y no porosos, de tal manera que faciliten una limpieza oportuna y completa. Cuando las operaciones o el proceso

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

expongan a la humedad del piso, existirán sistemas de drenaje u otros dispositivos que protejan a las personas contra la humedad.

Para efectos del presente reglamento se entenderá por sustancias tóxicas, corrosivas, peligrosas, infecciosas, radioactivas, venenosas, explosivas o inflamables aquellas definidas en la Norma Oficial NCh 382. Of 98.^(*)

Artículo 6°: Las paredes interiores de los lugares de trabajo, los cielos rasos, puertas y ventanas y demás elementos estructurales, serán mantenidos en buen estado de limpieza y conservación, y serán pintados, cuando el caso lo requiera, de acuerdo a la naturaleza de las labores que se ejecutan.

Artículo 7°: Los pisos de los lugares de trabajo, así como los pasillos de tránsito, se mantendrán libres de todo obstáculo que impida un fácil y seguro desplazamiento de los trabajadores, tanto en las tareas normales como en situaciones de emergencia.

Artículo 8°: Los pasillos de circulación serán lo suficientemente amplios de modo que permitan el movimiento seguro del personal, tanto en sus desplazamientos habituales como para el movimiento de material, sin exponerlos a accidentes. Así también, los espacios entre máquinas por donde circulen personas no deberán ser inferiores a 150 cm.

Artículo 9°: En aquellas faenas en que por su naturaleza los trabajadores estén obligados a pernoctar en campamentos de la empresa, el empleador deberá proveer dormitorios dotados de una fuente de energía eléctrica, con pisos, paredes y techos que aislen de condiciones climáticas externas.

En las horas en que los trabajadores ocupen los dormitorios, la temperatura interior, en cualquier instante, no deberá ser menor de 10 °C ni mayor de 30 °C. Además, dichos dormitorios deberán cumplir con las condiciones de ventilación señaladas en el Párrafo I del Título III del presente reglamento.

Cada dormitorio deberá estar dotado de camas o camarotes confeccionados de material resistente, complementados con colchón y almohada en buenas condiciones. El empleador deberá adoptar las medidas necesarias para que los dormitorios se mantengan limpios.

Artículo 10: En los trabajos que necesariamente deban ser realizados en locales descubiertos o en sitios a cielo abierto, deberán tomarse precauciones adecuadas que protejan a los trabajadores contra las inclemencias del tiempo.

Artículo 11: Los lugares de trabajo deberán mantenerse en buenas condiciones de orden y limpieza. Además, deberán tomarse medidas efectivas para evitar la entrada o eliminar la presencia de insectos, roedores y otras plagas de interés sanitario.

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

PARRAFO II

De la Provisión de Agua Potable

Artículo 12: Todo lugar de trabajo deberá contar con agua potable destinada al consumo humano y necesidades básicas de higiene y aseo personal, de uso individual o colectivo. Las instalaciones, artefactos, canalizaciones y dispositivos complementarios de los servicios de agua potable deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes sobre la materia.

Las redes de distribución de aguas provenientes de abastecimientos distintos de la red pública de agua potable, deberán ser totalmente independientes de esta última, sin interconexiones de ninguna especie entre ambas.

Artículo 13: Cualquiera sean los sistemas de abastecimiento, el agua potable deberá cumplir con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos establecidos en la reglamentación vigente sobre la materia.

Artículo 14: Todo lugar de trabajo que tenga un sistema propio de abastecimiento, cuyo proyecto deberá contar con la aprobación previa de la autoridad sanitaria, deberá mantener una dotación mínima de 100 litros de agua por persona y por día, la que deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 13° del presente reglamento.

Artículo 15: En aquellas faenas o campamentos de carácter transitorio donde no existe servicio de agua potable, la empresa deberá mantener un suministro de agua potable igual, tanto en cantidad como en calidad, a lo establecido en los artículos 13° y 14° de este reglamento, por trabajador y por cada miembro de su familia.

La autoridad sanitaria, de acuerdo a las circunstancias, podrá autorizar una cantidad menor de agua potable, la cual en ningún caso podrá ser inferior a 30 litros diarios por trabajador y por cada miembro de su familia.

En caso de que el agua se almacene en estanques, éstos deberán estar en condiciones sanitarias adecuadas. Se deberá asegurar que el agua potable tenga un recambio total cuando las circunstancias lo exijan, controlando diariamente que el cloro libre residual del agua esté de acuerdo con las normas de calidad de agua correspondientes. Deberá evitarse todo tipo de contaminación y el ingreso de cualquier agente que deteriore su calidad por debajo de los requisitos mínimos exigidos en las normas vigentes. La distribución de agua a los consumidores deberá hacerse por red de cañerías, con salida por llave de paso en buen estado.

PARRAFO III

De la Disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos

Artículo 16: No podrán vaciarse a la red pública de desagües de aguas servidas sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables o que tengan carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente. La descarga de contaminantes al sistema de alcantarillado se ceñirá a lo dispuesto en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y las normas de emisión y demás normativa complementaria de ésta.

Artículo 17: En ningún caso podrán incorporarse a las napas de agua subterránea de los subsuelos o arrojarse en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas, embalses o en masas o en cursos de agua en general, los relaves industriales o mineros o las aguas contaminadas con productos tóxicos de cualquier naturaleza, sin ser previamente sometidos a los tratamientos de neutralización o depuración que prescriba en cada caso la autoridad sanitaria.

Artículo 18: La acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con la autorización sanitaria. Para los efectos del presente reglamento se entenderá por residuo industrial todo aquel residuo sólido o líquido, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos.

Artículo 19: Las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud correspondiente.

Artículo 20: En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos.

Para los efectos del presente reglamento se entenderá por residuos peligrosos los señalados a continuación, sin perjuicio de otros que pueda calificar como tal la autoridad sanitaria:

Antimonio, compuestos de antimonio
Arsénico, compuestos de arsénico
Asbesto (polvo y fibras)

Berilio, compuestos de berilio
Bifenilos polibromados
Bifenilos policlorados
Cadmio, compuestos de cadmio
Cianuros inorgánicos
Cianuros orgánicos
Compuestos de cobre
Compuestos de cromo hexavalente
Compuestos de zinc
Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico
Compuestos orgánicos de fósforo
Dibenzoparadioxinas policloradas
Dibenzofuranos policlorados
Desechos clínicos
Eteres
Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles
Medicamentos y productos farmacéuticos
Mercurio, compuestos de mercurio
Metales carbonilos
Nitratos y nitritos
Plomo, compuestos de plomo
Productos químicos para el tratamiento de la madera
Selenio, compuestos de selenio
Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida
Soluciones básicas o bases en forma sólida
Solventes orgánicos
Sustancias corrosivas
Sustancias explosivas
Sustancias infecciosas
Sustancias inflamables
Talio, compuestos de talio
Telurio, compuestos de telurio

PARRAFO IV

De los Servicios Higiénicos y Evacuación de Aguas Servidas

Artículo 21: Todo lugar de trabajo estará provisto de servicios higiénicos, de uso individual o colectivo, que dispondrán como mínimo de excusado y lavatorio. Cada excusado se colocará en un compartimento con puerta, separado de los compartimentos anexos por medio de divisiones permanentes.

Cuando la naturaleza del trabajo implique contacto con sustancias tóxicas o cause suciedad corporal, deberán disponerse de duchas con agua fría y caliente para los trabajadores afectados. Si se emplea un calentador de agua a gas para las duchas,

éste deberá estar siempre provisto de la chimenea de descarga de los gases de combustión al exterior y será instalado fuera del recinto de los servicios higiénicos en un lugar adecuadamente ventilado.

Artículo 22: En los lugares de trabajo donde laboren hombres y mujeres deberán existir servicios higiénicos independientes y separados. Será responsabilidad del empleador mantenerlos protegidos del ingreso de vectores de interés sanitario, y del buen estado de funcionamiento y limpieza de sus artefactos.

Artículo 23: El número mínimo de artefactos se calculará en base a la siguiente tabla:

N° de personas Que laboran por turno	Excusados con Taza de W.C.	Lavatorios	Duchas
1-10	1	1	1
11-20	2	2	2
21-30	2	2	3
31-40	3	3	4
41-50	3	3	5
51-60	4	3	6
61-70	4	3	7
71-80	5	5	8
81-90	5	5	9
91-100	6	6	10

Cuando existan más de cien trabajadores por turno se agregará un excusado y un lavatorio por cada quince y una ducha por cada diez trabajadores, esto último siempre que la naturaleza del trabajo corresponda a la indicada en el inciso segundo del artículo 21°. En caso de reemplazar los lavatorios individuales por colectivos se considerará el equivalente a una llave de agua por artefacto individual.

En los servicios higiénicos para hombres, se podrá reemplazar el 50% de los excusados por urinarios individuales o colectivos y, en este último caso, la equivalencia será de 60 centímetros de longitud por urinario.

Artículo 24: En aquellas faenas temporales en que por su naturaleza no sea materialmente posible instalar servicios higiénicos conectados a una red de alcantarillado, el empleador deberá proveer como mínimo una letrina sanitaria o baño químico, cuyo número total se calculará dividiendo por dos la cantidad de excusados indicados en el inciso primero del artículo 23. El transporte, habilitación y limpieza de éstos será responsabilidad del empleador.

Una vez finalizada la faena temporal, el empleador será responsable de reacondicionar sanitariamente el lugar que ocupaba la letrina o baño químico, evitando la proliferación de vectores, los malos olores, la contaminación ambiental y la ocurrencia de accidentes causados por la instalación.

Artículo 25: Los servicios higiénicos y/o las letrinas sanitarias o baños químicos no podrán estar instalados a más de 75 metros de distancia del área de trabajo, salvo casos calificados por la autoridad sanitaria.

Artículo 26: Las aguas servidas de carácter doméstico deberán ser conducidas al alcantarillado público, o en su defecto, su disposición final se efectuará por medio de sistemas o plantas particulares en conformidad a los reglamentos específicos vigentes.

PARRAFO V

De los Guardarropías y Comedores

Artículo 27: Todo lugar de trabajo donde el tipo de actividad requiera el cambio de ropa, deberá estar dotado de un recinto fijo o móvil destinado a vestidor, cuyo espacio interior deberá estar limpio y protegido de condiciones climáticas externas. Cuando trabajen hombres y mujeres los vestidores deberán ser independientes y separados.

En este recinto deberán disponerse los casilleros guardarpas, los que estarán en buenas condiciones, serán ventilados y en número igual al total de trabajadores ocupados en el trabajo o faena.

En aquellos lugares en que los trabajadores están expuestos a sustancias tóxicas o infecciosas, éstos deberán tener 2 casilleros individuales, separados e independientes, uno destinado a la ropa de trabajo y el otro a la vestimenta habitual. En tal caso, será responsabilidad del empleador hacerse cargo del lavado de la ropa de trabajo y adoptar las medidas que impidan que el trabajador la saque del lugar de trabajo.

Artículo 28: Cuando por la naturaleza o modalidad del trabajo que se realiza, los trabajadores se vean precisados a consumir alimentos en el sitio de trabajo, se dispondrá de un comedor para este propósito, el que estará completamente aislado de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental y será reservado para comer, pudiendo utilizarse además para celebrar reuniones y actividades recreativas. El empleador deberá adoptar las medidas necesarias para mantenerlo en condiciones higiénicas adecuadas.

El comedor estará provisto con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, deberá contar con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores y estará dotado con agua potable para el aseo de manos y cara. Además, en el caso que los trabajadores deban llevar su comida al inicio del turno de trabajo, dicho comedor deberá contar con un medio de refrigeración, cocinilla, lavaplatos y sistema de energía eléctrica.

Artículo 29: En el caso en que por la naturaleza de la faena y por el sistema de turnos, el trabajador se vea precisado a consumir sus alimentos en comedores insertos en el

área de trabajo en donde exista riesgo de contaminación, el comedor deberá cumplir las condiciones del artículo 28, asegurando, además, el aislamiento con un sistema de presión positiva en su interior para impedir el ingreso de contaminantes.

Artículo 30: En aquellos casos en que por la naturaleza del trabajo y la distribución geográfica de los trabajadores en una misma faena, sea imposible contar con un comedor fijo para reunir a los trabajadores a consumir sus alimentos, la empresa deberá contar con uno o más comedores móviles destinados a ese fin, dotados con mesas y sillas con cubierta lavable y agua limpia para el aseo de sus manos y cara antes del consumo, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 29 del presente reglamento.

Sin perjuicio de lo anterior, en los casos en que se haga imposible la implementación de comedores móviles, el Servicio de Salud competente podrá autorizar por resolución fundada otro sistema distinto para el consumo de alimentos por los trabajadores, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones que imparta el Ministerio de Salud.^(*)

En ningún caso el trabajador deberá consumir sus alimentos al mismo tiempo que ejecuta labores propias del trabajo.

Artículo 31: Los comedores destinados a preparar alimentos para el personal deberán contar con la autorización sanitaria correspondiente.

TITULO III

De las Condiciones Ambientales

PARRAFO I

De la Ventilación

Artículo 32: Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador.

Artículo 33: Cuando existan agentes definidos de contaminación ambiental que pudieran ser perjudiciales para la salud del trabajador, tales como aerosoles, humos, gases, vapores u otras emanaciones nocivas, se deberá captar los contaminantes desprendidos en su origen e impedir su dispersión por el local de trabajo.

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

Con todo, cualquiera sea el procedimiento de ventilación empleado se deberá evitar que la concentración ambiental de tales contaminantes dentro del recinto de trabajo exceda los límites permisibles vigentes.

Artículo 34: Los locales de trabajo se diseñarán de forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10 metros cúbicos, como mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos. En este caso deberán recibir aire fresco y limpio a razón de 20 metros cúbicos por hora y por persona o una cantidad tal que provean 6 cambios por hora, como mínimo, pudiéndose alcanzar hasta los 60 cambios por hora, según sean las condiciones ambientales existentes, o en razón de la magnitud de la concentración de los contaminantes.^(*)

Artículo 35: Los sistemas de ventilación empleados deberán proveer aberturas convenientemente distribuidas que permitan la entrada de aire fresco en reemplazo del extraído. La circulación del aire estará condicionada de tal modo que en las áreas ocupadas por los trabajadores la velocidad no exceda de un metro por segundo.

PARRAFO II

De las Condiciones Generales de Seguridad

Artículo 36: Los elementos estructurales de la construcción de los locales de trabajo y todas las maquinarias, instalaciones, así como las herramientas y equipos, se mantendrán en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daño a las personas.

Artículo 37: Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.

Todos los locales o lugares de trabajo deberán contar con vías de evacuación horizontales y/o verticales que, además de cumplir con las exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, dispongan de salidas en número, capacidad y ubicación y con la identificación apropiada para permitir la segura, rápida y expedita salida de todos sus ocupantes hacia zonas de seguridad. Las puertas de salida no deberán abrirse en contra del sentido de evacuación y sus accesos deberán conservarse señalizados y libres de obstrucciones. Estas salidas podrán mantenerse entornadas, pero no cerradas con llave, candado u otro medio que impida su fácil apertura.

Las dependencias de los establecimientos públicos o privados deberán contar con señalización visible y permanente en las zonas de peligro, indicando el agente y/o condición de riesgo, así como las vías de escape y zonas de seguridad ante emergencias.

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

Además, deberá indicarse claramente por medio de señalización visible y permanente la necesidad de uso de elementos de protección personal específicos cuando sea necesario.

Los símbolos y palabras que se utilicen en la señalización, deberán estar de acuerdo con la normativa nacional vigente, y a falta de ella con la que determinen las normas chilenas oficiales y aparecer en el idioma oficial del país y, en caso necesario cuando haya trabajadores de otro idioma, además en el de ellos.^(*)

Artículo 38: Deberán estar debidamente protegidas todas las partes móviles, transmisiones y puntos de operación de maquinarias y equipos.

Artículo 39: Las instalaciones eléctricas y de gas de los lugares de trabajo deberán ser construidas, instaladas, protegidas y mantenidas de acuerdo a las normas establecidas por la autoridad competente.

Artículo 40: Se prohíbe a los trabajadores cuya labor se ejecuta cerca de maquinarias en movimiento y órganos de transmisión, el uso de ropa suelta, cabello largo y suelto, y adornos susceptibles de ser atrapados por las partes móviles.

Artículo 41: Toda empresa o lugar de trabajo que cuente con equipos generadores de vapor deberá cumplir con el reglamento vigente sobre esta materia. Asimismo, toda empresa o lugar de trabajo que cuente con equipos generadores de radiaciones ionizantes deberá cumplir con el reglamento vigente sobre esta materia.

Artículo 42: El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos y en lugares apropiados y seguros para los trabajadores.

Las sustancias peligrosas deberán almacenarse sólo en recintos específicos destinados para tales efectos, en las condiciones adecuadas a las características de cada sustancia y estar identificadas de acuerdo a las normas chilenas oficiales en la materia. El empleador mantendrá disponible permanentemente en el recinto de trabajo, un plan detallado de acción para enfrentar emergencias, y una hoja de seguridad donde se incluyan, a lo menos, los siguientes antecedentes de las sustancias peligrosas: nombre comercial, fórmula química, compuesto activo, cantidad almacenada, características físico químicas, tipo de riesgo más probable ante una emergencia, croquis de ubicación dentro del recinto donde se señalen las vías de acceso y elementos existentes para prevenir y controlar las emergencias. Con todo, las sustancias inflamables deberán almacenarse en forma independiente y separada del resto de las sustancias peligrosas, en bodegas construidas con resistencia al fuego de acuerdo a lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

Los estanques de almacenamiento de combustibles líquidos deberán cumplir las exigencias dispuestas en el decreto N° 90 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.^(*)

Artículo 43: Para conducir maquinarias automotrices en los lugares de trabajo, como tractores, sembradoras, cosechadoras, bulldozers, palas mecánicas, palas cargadoras, aplanadoras, grúas, motoniveladoras, retroexcavadoras, traíllas y otras similares, los trabajadores deberán poseer la licencia de conductor que exige la Ley de Tránsito.

Las grúas, camiones y otros vehículos de carga y maquinaria móvil, deberán contar con alarma de retroceso de tipo sonoro.

PARRAFO III

De la Prevención y Protección contra Incendios

Artículo 44: En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.

El control de los productos combustibles deberá incluir medidas tales como programas de orden y limpieza y racionalización de la cantidad de materiales combustibles, tanto almacenados como en proceso.

El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia.

En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasijen o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares.^(*)

Artículo 45: Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza, deberá contar con

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen.

El número total de extintores dependerá de la superficie a proteger de acuerdo a lo señalado en el artículo 46°.

Los extintores deberán cumplir con los requisitos y características que establece el decreto supremo N° 369, de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, o el que lo reemplace, y en lo no previsto por éste por las normas chilenas oficiales. Además, deberán estar certificados por un laboratorio acreditado de acuerdo a lo estipulado en dicho reglamento.^(*)

Artículo 46: El potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado será el indicado en la siguiente tabla:

Superficie de cubrimiento máxima por extintor (m ²)	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
150	4 A	9
225	6 A	11
375	10 A	13
420	20 A	15

El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicada en la tabla precedente y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.

Podrán utilizarse extintores de menor capacidad que los señalados en la tabla precedente, pero en cantidad tal que su contenido alcance el potencial mínimo exigido, de acuerdo a la correspondiente superficie de cubrimiento máxima por extintor.

En caso de existir riesgo de fuego clase B, el potencial mínimo exigido para cada extintor será 10 B, con excepción de aquellas zonas de almacenamiento de combustible en las que el potencial mínimo exigido será 40 B.^(*)

Artículo 47: Los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso y clara identificación, libres de cualquier obstáculo, y estarán en condiciones de funcionamiento máximo. Se

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

colocarán a una altura máxima de 1,30 metros, medidos desde el suelo hasta la base del extintor y estarán debidamente señalizados.^(*)

Artículo 48: Todo el personal que se desempeña en un lugar de trabajo deberá ser instruido y entrenado sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia.

Artículo 49: Los extintores que precisen estar situados a la intemperie deberán colocarse en un richo o gabinete que permita su retiro expedito, y podrá tener una puerta de vidrio simple, fácil de romper en caso de emergencia.

Artículo 50: De acuerdo al tipo de fuego podrán considerarse los siguientes agentes de extinción:

TIPO DE FUEGO	AGENTES DE EXTINCION
CLASE A Combustibles sólidos comunes tales como madera, papel, género, etc.	Agua presurizada Espuma Polvo químico seco ABC
CLASE B Líquidos combustibles o inflamables, grasas y materiales similares.	Espuma Dióxido de carbono (CO ₂) Polvo químico seco ABC -BC
CLASE C Inflamación de equipos que se encuentran energizados eléctricamente.	Dióxido de carbono (CO ₂) Polvo químico seco ABC - BC
CLASE D Metales combustibles tales como sodio, titanio, potasio, magnesio, etc.	Polvo químico especial

Artículo 51: Los extintores deberán ser sometidos a revisión, control y mantención preventiva según normas chilenas oficiales, realizada por el fabricante o servicio técnico, de acuerdo con lo indicado en el decreto N° 369 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, por lo menos una vez al año, haciendo constar esta circunstancia en la etiqueta correspondiente, a fin de verificar sus condiciones de funcionamiento. Será responsabilidad del empleador tomar las medidas necesarias para evitar que los lugares de trabajo queden desprovistos de extintores cuando se deba proceder a dicha mantención.

Artículo 52: En los lugares en que se almacenen o manipulen sustancias peligrosas, la autoridad sanitaria podrá exigir un sistema automático de detección de incendios.

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

Además, en caso de existir alto riesgo potencial, dado el volumen o naturaleza de las sustancias, podrá exigir la instalación de un sistema automático de extinción de incendios, cuyo agente de extinción sea compatible con el riesgo a proteger.^(*)

PARRAFO IV

De los Equipos de Protección Personal

Artículo 53: El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de costo, los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir y el adiestramiento necesario para su correcto empleo, debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte, el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

Artículo 54: Los elementos de protección personal usados en los lugares de trabajo, sean éstos de procedencia nacional o extranjera, deberán cumplir con las normas y exigencias de calidad que rijan a tales artículos según su naturaleza, de conformidad a lo establecido en el decreto N°18, de 1982, del Ministerio de Salud.

TITULO IV

De la Contaminación Ambiental

PARRAFO I

Disposiciones Generales

Artículo 55: Los límites permisibles de aquellos agentes químicos y físicos capaces de provocar efectos adversos en el trabajador serán, en todo lugar de trabajo, los que resulten de la aplicación de los artículos siguientes.

Artículo 56: Los límites permisibles para sustancias químicas y agentes físicos son índices de referencia del riesgo ocupacional.

Artículo 57: En el caso en que una medición representativa de las concentraciones de sustancias contaminantes existentes en el ambiente de trabajo o de la exposición a agentes físicos, demuestre que han sido sobrepasados los valores que se establecen como límites permisibles, el empleador deberá iniciar de inmediato las acciones necesarias para controlar el riesgo, sea en su origen, o bien, proporcionando protección

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

adecuada al trabajador expuesto. En cualquier caso el empleador será responsable de evitar que los trabajadores realicen su trabajo en condiciones de riesgo para su salud.

Artículo 58: Se prohíbe la realización de trabajos, sin la protección personal correspondiente, en ambientes en que la atmósfera contenga menos de 18% de oxígeno.

PARRAFO II

De los Contaminantes Químicos

Artículo 59: Para los efectos de este reglamento se entenderá por:

a) Límite Permisible Ponderado: Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos existente en los lugares de trabajo durante la jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 48 horas semanales.

b) Límite Permisible Temporal: Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos en los lugares de trabajo, medidas en un período de 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada.

c) Límite Permisible Absoluto: Valor máximo permitido para las concentraciones ambientales de contaminantes químicos medida en cualquier momento de la jornada de trabajo.^(*)

Artículo 60: El promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos no deberá superar los límites permisibles ponderados (LPP) establecidos en el artículo 66 del presente Reglamento. Se podrán exceder momentáneamente estos límites, pero en ningún caso superar cinco veces su valor. Con todo, respecto de aquellas sustancias para las cuales se establece además un límite permisible temporal (LPT), tales excesos no podrán superar estos límites.

Tanto los excesos de los límites permisibles ponderados, como la exposición a límites permisibles temporales, no podrán repetirse más de cuatro veces en la jornada diaria, ni más de una vez en una hora.^(*)

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

Artículo 61: Las concentraciones ambientales de las sustancias capaces de causar rápidamente efectos narcóticos, cáusticos o tóxicos, de carácter grave o fatal, no podrán exceder en ningún momento los límites permisibles absolutos siguientes:

Sustancia	Límite Permissible Absoluto		Observaciones
	p.p.m.	Mg/m ³	
Acido Bromhídrico	3	9,9	-
Acido Cianhídrico (expresado como CN)	4,7	5	Piel
Acido Clorhídrico	5	6	-
Acido Fluorhídrico (expresado como F)	3	2,3	-
Alcohol n-Butílico	50	152	Piel
Cianuros (expresado como CN)	4,7	5	Piel
Etilenglicol, Aerosol de	40	100	A.4
Formaldehído	0,3	0,37	A.2
Glutaraldehido	0,05	0,2	A.4
Hidróxido de Potasio	-	2	-
Hidróxido de Sodio	-	2	-
Isoforona	5	28	A-3
Peróxido de metil etil cetona	0,2	1,5	-
Triclorofluorometano (FREON 11)	1000	5620	-
Yodo	0,1	1	-

Artículo 62: Cuando la jornada de trabajo habitual sobrepase las 48 horas semanales, el efecto de la mayor dosis de tóxico que recibe el trabajador unida a la reducción del período de recuperación durante el descanso, se compensará multiplicando los límites permisibles ponderados del artículo 66 por el factor de reducción "F_j" que resulte de la aplicación de la fórmula siguiente, en que "h" será el número de horas trabajadas semanalmente:

$$F_j = \frac{48}{h} \times \frac{168 - h}{120}$$

Artículo 63: Cuando los lugares de trabajo se encuentran a una altura superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar, los límites permisibles absolutos, ponderados y temporales expresados en mg/m³ y en fibras/cc, establecidos en los artículos 61 y 66 del presente reglamento, se deberán multiplicar por el factor "F_a" que resulta de la aplicación de la fórmula siguiente, en que "P" será la presión atmosférica local medida en milímetros de mercurio:

$$F_a = \frac{P}{760}$$

Artículo 64: En lugares de trabajo en altura y con jornada mayor de 48 horas semanales se corregirá el límite permisible ponderado multiplicándolo sucesivamente por cada uno de los factores definidos en los artículos 62 y 63, respectivamente. Los límites permisibles temporales y absolutos se ajustarán aplicando solamente el factor "F_a" del artículo 63.

Artículo 65: Prohíbese el uso en los lugares de trabajo de las sustancias que se indican a continuación, con excepción de los casos calificados por la autoridad sanitaria.

- Aldrín
- Bencina o Gasolina para vehículos motorizados en cualquier uso distinto de la combustión en los motores respectivos.
- Benzidina
- Beta - Naftilamina
- Beta - Propiolactona
- Clorometil Metiléter
- Dibromocloropropano
- Dibromo Etileno
- Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)
- Dieldrín
- Dimetilnitrosamina (N - Nitrosodimetilamina)
- Endrín
- 2 - 4 -5 T
- 4 - Nitro Difenilo
- 4 - Amino Difenilo (para - Xenilamina)

Artículo 66: Los límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones ambientales de las sustancias que se indican, serán los siguientes:

Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Temporal		Observaciones
	p.p.m.	mg / m ³	p.p.m.	mg / m ³	
Acetato de n-Amilo	80	425			
Acetato de sec -Amilo	100	532			
Acetato de n-Butilo	120	570	200	950	
Acetato de sec -Butilo	160	760			
Acetato de ter-Butilo	160	760			
Acetato de Cellosolve	4	22			Piel
Acetato de Etilo	320	1150			
Acetato de Isoamilo	80	424			
Acetato de Isobutilo	120	570			
Acetato de Isopropilo	200	830	310	1290	
Acetato de Metilcellosolve	4	19			Piel
Acetato de Metilo	160	485	250	757	
Acetato de n-Propilo	160	668	250	1040	
Acetona	600	1424	1001	2380	A.4
Acido Acético	8	20	15	37	

Acido Crómico y Cromatos (expresado como Cr)		0,04			A.1
Acido Fórmico	4	7,5	10	19	
Acido Nítrico	1,6	4,2	4	10	
Acido Pírico		0,08			
Acido Sulfhídrico	8	11,2	15	21	
Acido Sulfúrico		0,8		3	
Aguarrás Mineral (Varsol)	240	1100			
Aguarrás Vegetal (Trementina)	80	445			
Alcohol Etílico	800	1500			
Alcohol Isobutílico	40	122			
Alcohol Isopropílico	320	786	500	1230	
Alcohol Metílico	160	210	250	328	Piel
Algodón crudo		0,16			(1)
Alquitrán de hulla, humos de (expresados como solubles en benceno)		0,16			A.1
Aluminio, polvo metálico		8			
Aluminio, Humos de soldadura (expresado como Al)		4			
Aluminio, Polvo pirotécnico (expresado como Al)		4			
Aluminio, sales solubles y compuestos alquídicos (expresado como Al)		1,6			
Amoniaco	20	14	35	24	
Anhídrico Carbónico	4000	7200	30000	54000	
Anhídrido Ftálico	0,8	4,9			
Anhídrido Sulfuroso	1,6	4	5	13	
Anilina y homólogos	1,6	6			Piel-A.3
Antimonio		0,4			
Arsénico y comp. Sol. (expresado como As)		0,16			A.1
Arsina (Hidrógeno Arseniado)	0,04	0,13			
Asbesto azul – Crocidolita	0,16	fibras/cc			A.1(2)
Asbesto pardo – Amosita	0,4	fibras/cc			A.1(2)
Asbesto – Crisotilo	1,6	fibras/cc			A.1(2)
Asbesto – Otros Tipos	1,6	fibras/cc			A.1(2)
Asfalto (deriv. Petróleo), Humos		4			
Atrazina		4			
Bario – comp. Solubles (expresado como Ba)		0,4			
Baritina - Sulfato de Bario		8			(3)
Benceno	8	26	40	130	Piel-A.1
Bencina Blanca	240	712	500	1480	
Benomyl	0,67	8			
Bis – Cloro – Metil Eter	0,0008	0,004			A.1
Bromo	0,08	0,53	0,2	1,3	
Bromuro de Metilo	4	15			Piel-A.4
2-Butanona (Metil Etil cetona)	160	472	300	885	
Butil Cellosolve (2-Butoxietanol)	20	97			Piel
2-Butoxietanol (Butil Cellosolve)	20	97			Piel
Cadmio (expresado como cadmio)		0,04			A.2 (3)
Cal viva (oxido de calcio)		1,6			
Captan		4			
Carbaryl		4			
Carbofurano		0,08			
Carbón de retorta grafitico		1,6			(4)
Carbón bituminoso < 5% Cuarzo		1,6			(4)
Carbonato de Calcio (Caliza)		8			(3)
Cellosolve (2-Etoxietanol)	4	14			Piel
Celulosa - fibra papel		8			
Cemento Portland		8			(3)

Cereales - Polvo de granos		3,2			
Cianamida Cálcica		0,4			
Ciclohexano	240	820			
Ciclohexanol	40	160			Piel
Ciclohexanona	20	80			Piel
Cloro	0,4	1,2	1	2,9	
Cloroformo	8	40			A.2
Clorpirifos		0,16			Piel
Cloruro de Metileno	40	140			A.2
Cloruro de Vinilo	4	10			A.1
Cobalto		0,016			A.3
Cobre – Humos		0,16			
Cobre - Polvo y Nieblas (expresado como Cu)		0,8			
Cristobalita		0,04			(4)
Cromo, metal y comp. di y trivalentes		0,4			A.4
Cromo, compuestos hexavalentes solubles		0,04			A.1
Cromo, compuestos hexavalentes insolubles		0,008			A.1
Cuarzo (sílice cristalizada)		0,08			(4)
Cumeno (Isopropilbenceno)	40	200			Piel
Diazinon		0,08			Piel
2 – 4 – D		8			
Diclorodifloruro Metano (Freón 12)	800	4000			
Diclorvos	0,08	0,72			Piel
Dietiléter (Eter Etílico)	320	970	500	1520	
Diisocianato de Difenilmetano (MDI)	0,004	0,04			
Dinitrobenzeno	0,12	0,8			Piel
Dinitro-o-Cresol		0,16			Piel
Dinitro Tolueno		1,2			Piel-A.3
Dióxido de Cloro	0,08	0,22	0,3	0,83	
Dióxido de Nitrógeno	2,4	4,5	5	9,4	
Diurón		8			
Estaño - Metal y comp. inorgánicos		1,6			
Estaño - comp. orgánicos		0,08		0,2	Piel
Estireno (monómero) – (Vinilbenceno)	40	170	100	425	Piel-A.4
Eter Etílico (Dietiléter)	320	970	500	1520	
Etilbenceno	80	348	125	543	
Etil Mercaptano	0,4	1			
2-Etoxiedetanol (Cellosolve)	4	14			Piel
Fenol	4	15			Piel
Ferbam		8			
Fibra de Vidrio	0,8 fibras / cc				(2)
Flúor	0,8	1,3	2	3,1	
Fluoruros (expresados como F)		2			
Fosfina (Hidrógeno Fosforado)	0,24	0,34	1	1,4	
Ftalato de dibutilo		4			
Ftalato de dietilo		4			
Ftalato de dimetilo		4			
Gas Licuado de Petróleo	800	1400			
Gasolina con menos de 0,5% de Benceno	240	712	500	1480	
Grafito de cualquier tipo (excepto fibras)		1,6			(4)
Hexano (n)	40	141			
Hexano comercial con menos de 5% n- Hexano.	400	1410	1000	3500	
2-Hexanona (Metil n – Butil Cetona)	4	16			Piel
Hidrógeno Fosforado (Fosfina)	0,24	0,34	1	1,4	
Hidrógeno Sulfurado	8	11,2	15	21	
Hidroquinona		1,6			

Humos de soldadura al arco eléctrico		4			(5)
Lana mineral, fibras	1 fibras / cm ³				(2)
Lindano		0,4			Piel
Maderas coníferas, Polvo de (pino, etc.)		4		10	
Maderas de otros tipos, polvo de (encina, haya, eucalipto)		0,8			
Malation		8			Piel
Manganeso – Humos		0,8			
Manganeso – Polvo y compuestos		4			
Mercurio vapor y compuestos inorgánicos (expresado como Hg)		0,04			Piel-A.4
Mercurio - Comp. Alquílicos		0,008		0,03	Piel
Mercurio - Comp. Arílicos		0,08			Piel
Metaacrilato de Metilo	80	328			
Metabisulfito de Sodio		4			
Metanol	160	210	250	328	Piel
Metilamina	8	10	24	30	
Metil Cellosolve (2-metoxietanol)	4	13			Piel
Metilcloroformo (1,1,1 Tricloroetano)	280	1530	450	2460	
Metil Etil Cetona (2-Butanona)	160	472	300	885	
Metil Isobutil Cetona	40	164	75	307	
Metil Mercaptano	0,4	0,78			
Metil n - Butil Cetona (2-Hexanona)	4	16			Piel
Metilen Bifenil Isocianato	0,004	0,04			
2-Metoxietanol (Metil Cellosolve)	4	13			Piel
Mica		2,4			(4)
Molibdeno - Comp. Insol. (expresado como Mo)		8			
Molibdeno - Comp. Solubles (expresado como Mo)		4			
Monocrotofos		0,2			Piel
Monóxido de carbono	40	46			
Nafta de Petróleo (Heptano comercial)	320	1310	500	2050	
Nafta liviana con n – hexano < 5%	400	1400	1000	3500	
Negro de Humo		2,8			
Níquel, metal y comp. Insol. (exp. como Ni)		0,8			A.1
Níquel, compuestos solubles (Expresados como Ni)		0,08			A.4
p – Nitroanilina		2,4			Piel
Nitrobenceno	0,8	4			Piel
Nitroglicerina	0,04	0,37			Piel
1-Nitropropano	20	73			
2-Nitropropano	8	29			A.2
Oxido de Calcio (Cal viva)		1,6			
Oxido de Etileno	0,8	1,4			A.2
Oxido Nítrico	20	25			
Ozono	0,08	0,16			
Parafina Sólida (humos)		1,6			
Paraquat (polvo total)		0,4			
Paraquat (fracción respirable)		0,08			(4)
Pentaclorofenol		0,4			Piel
Percloroetileno (Tetracloroetileno)	40	270	200	1357	A.3
Peróxido de Hidrógeno	0,8	1,1			
Piretro		4			
Plomo - Polvo y Humos inorgánicos (Expresado como Pb)		0,12			A.3
Plomo, Cromato de (expresado como Cr)		0,01			A.2
Plomo Tetraetílico (expresado como Pb)		0,08			Piel
Plomo Tetrametílico (expresado como Pb)		0,12			Piel

Polvo de Granos (Cereales)		3,2			
Polvos no clasificados (total)		8			(3)
Polvos no clasificados (fracción respirable)		2,4			(4)
Selenio y comp.		0,16			
Sílice amorfa precipitada - Sílica Gel		8			
Sílice amorfa diatomea sin calcinar		8			(3)
Sílice amorfa - Humos Metalúrgicos		0,16			(4)
Sílice amorfa - cuarzo fundido		0,08			(4)
Sílice cristalizada cristobalita		0,04			(4)
Sílice cristalizada cuarzo		0,08			(4)
Sílice cristalizada tridimita		0,04			(4)
Sílice cristalizada tierra de Trípoli		0,08			(4)
Sulfato de Dimetilo	0,08	0,42			Piel-A.2
Sulfuro de Carbono	8	25			Piel
Talco Fibroso	1,6 fibras/cm ³				A.1(6)
Talco no Fibroso		1,60			(4)
Talio, comp. Solubles		0,08			Piel
Telurio y comp.		0,08			
1,1,2,2 Tetracloroetano	0,8	5,5			Piel-A.3
Tetracloroetileno (Percloroetileno)	40	270	200	1357	A.3
Tetracloruro de Carbono	4	25	10	63	Piel-A.3
Tetrahidrofurano	160	470	250	737	
Tierra de Diatomeas no calcinada		8			(3)
Tierra de Diatomeas calcinada		0,08			(4)
Tolueno	80	300			Piel
Toluen – Di - Isocianato (TDI)	0,004	0,03	0,02	0,14	
Trementina (aguarrás vegetal)	80	445			
1,1,1 Tricloroetano (Metilcloroformo)	280	1530	450	2460	
1,1,2 Tricloroetano	8	44			Piel
Tricloroetileno	40	215	200	1070	A.3
Tridimita		0,04			(4)
2,4,6 Trinitrotolueno		0,4			Piel
Vanadio (Polvo resp. y humos expresados V ₂ O ₅)		0,04			
Varsol (Aguarrás Mineral)	240	1100			
Vinilbenceno (monómetro) – Estireno	40	170	100	425	Piel-A.4
Warfarina		0,08			
Xileno	80	347	150	651	
Yeso (Sulfato de Calcio)		8			(3)
Zinc, Cloruro de - Humos		0,8		2	
Zinc, Cromato de (expresado Como Cr)		0,008			A.1
Zinc, Oxido de - Humos		4		10	

- (1) =Muestras exentas de fibras tomadas con elutriador vertical.
- (2) =Recuento mediante Microscopio de Contraste en Fase con 400 - 450 diámetros de aumento, en muestras tomadas en filtro de membrana, contando fibras de longitud mayor a 5 µm y de una relación largo a diámetro igual o mayor de 3:1.
- (3) =Polvo total exento de asbesto y con menos de 1 % de sílice cristalizada libre.
- (4) =Fracción respirable.
- (5) =Solamente en ausencia de elementos tóxicos en el metal base y los electrodos y en condiciones en que no haya acumulación o producción de gases tóxicos.

- (6) =Recuento según (2), pero no deberá existir más de $1,6 \text{ mg/m}^3$ de polvo respirable.^(*)

Artículo 67: Las sustancias de los artículos 61 y 66 que llevan calificativo "Piel" son aquellas que pueden ser absorbidas a través de la piel humana. Con ellas deberán adoptarse todas las medidas necesarias para impedir el contacto con la piel de los trabajadores y se extremarán las medidas de protección y de higiene personal.

Artículo 68: Las sustancias calificadas como "A.1" son comprobadamente cancerígenas para el ser humano y aquellas calificadas como "A.2" son sospechosas de ser cancerígenas para éstos, por lo cual en ambos casos se deberán extremar las medidas de protección y de higiene personal frente a ellas.

Respecto de aquellas calificadas como "A.3", no se ha demostrado que sean cancerígenas para seres humanos pero sí lo son para animales de laboratorio y las designadas como "A.4" se encuentran en estudio pero no se dispone aún de información válida que permita clasificarlas como cancerígenas para el ser humano o para animales de laboratorio, por lo que la exposición de los trabajadores a ambos tipos de ellas deberá ser mantenida en el nivel lo más bajo posible.

Artículo 69: Cuando en el ambiente de trabajo existan dos o más sustancias de las enumeradas en el artículo 66, y actúen sobre el organismo humano de igual manera, su efecto combinado se evaluará sumando las fracciones de cada concentración ambiental dividida por su respectivo límite permisible ponderado, no permitiéndose que esta suma sea mayor que 1 (uno). Si la acción de cada una de estas sustancias fuera independiente de las otras o cuando actúen sobre órganos diferentes deberán evaluarse independientemente respecto a su límite permisible ponderado.

PARRAFO III

De los Agentes Físicos

1. DEL RUIDO

Artículo 70: En la exposición laboral a ruido se distinguirán el ruido estable, el ruido fluctuante y el ruido impulsivo.

Artículo 71: Ruido estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

Ruido fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Artículo 72: Las mediciones de ruido estable, ruido fluctuante y ruido impulsivo se efectuarán con un sonómetro integrador o con un dosímetro que cumpla las exigencias señaladas para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas: IEC 651-1979, IEC 804-1985 y ANSI S.1.4-1983.

1.1 DEL RUIDO ESTABLE O FLUCTUANTE

Artículo 73: En la exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados "A", con respuesta lenta, es decir, en dB(A) lento.

Artículo 74: La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

Artículo 75: Niveles de presión sonora continua equivalentes, diferentes a 85 dB(A) lento, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

NPSeq [dB (A) lento]	Tiempo de exposición por Día		
	Horas	Minutos	Segundos
80	24,00		
81	20,16		
82	16,00		
83	12,70		
84	10,08		
85	8,00		
86	6,35		
87	5,04		
88	4,00		
89	3,17		
90	2,52		
91	2,00		
92	1,59		
93	1,26		
94	1,00		
95		47,40	
96		37,80	

97		30,00	
98		23,80	
99		18,90	
100		15,00	
101		11,90	
102		9,40	
103		7,50	
104		5,90	
105		4,70	
106		3,75	
107		2,97	
108		2,36	
109		1,88	
110		1,49	
111		1,18	
112			56,40
113			44,64
114			35,43
115			29,12

Estos valores se entenderán para trabajadores expuestos sin protección auditiva personal.

Artículo 76: Cuando la exposición diaria a ruido está compuesta de dos o más períodos de exposición a diferentes niveles de presión sonora continuos equivalentes, deberá considerarse el efecto combinado de aquellos períodos cuyos NPSeq sean iguales o superiores a 80 dB(A) lento. En este caso deberá calcularse la dosis de ruido diaria (D), mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \dots + \frac{Te_n}{Tp_n}$$

Te = Tiempo total de exposición a un determinado NPSeq

Tp = Tiempo total permitido de exposición a ese NPSeq

La dosis de ruido diaria máxima permisible será 1 (100%).

Artículo 77: En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB(A) lento, cualquiera sea el tipo de trabajo.

1.2 RUIDO IMPULSIVO

Artículo 78: En la exposición a ruido impulsivo se deberá medir el nivel de presión sonora peak (NPS_{Peak}), expresado en decibeles ponderados “C”, es decir, dB(C)_{Peak}.

Artículo 79: La exposición ocupacional a ruido impulsivo deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora peak superior a 95 dB(C)_{Peak}, medidos en la posición del oído del trabajador.

Artículo 80: Niveles de presión sonora peak diferentes a 95 dB(C)_{Peak}, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

NPS peak [dB(C)]	Tiempo de Exposición por Día		
	Horas	Minutos	Segundos
90	24,00		
91	20,16		
92	16,00		
93	12,70		
94	10,08		
95	8,00		
96	6,35		
97	5,04		
98	4,00		
99	3,17		
100	2,52		
101	2,00		
102	1,59		
103	1,26		
104	1,00		
105		47,62	
106		37,80	
107		30,00	
108		23,80	
109		18,90	
110		15,00	
111		11,90	
112		9,40	
113		7,50	
114		5,90	
115		4,70	
116		3,75	
117		2,97	
118		2,36	

119		1,88	
120		1,49	
121		1,18	
122			56,25
123			44,65
124			35,44
125			28,13
126			22,32
127			17,72
128			14,06
129			11,16
130			8,86
131			7,03
132			5,58
133			4,43
134			3,52
135			2,79
136			2,21
137			1,76
138			1,40
139			1,11
140			1,00

Estos valores se entenderán para trabajadores expuestos sin protección auditiva personal.

Artículo 81: En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora peak superiores a 140 dB(C)Peak, cualquiera sea el tipo de trabajo.

Artículo 82: Cuando un trabajador utilice protección auditiva personal, se entenderá que se cumple con lo dispuesto en los artículos 75 y 80 del presente reglamento si el nivel de presión sonora efectivo no sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en las tablas indicadas en tales artículos.

Para los efectos de este reglamento se entenderá por nivel de presión sonora efectiva la diferencia entre el nivel de presión sonora continua equivalente o el nivel de presión sonora peak, según se trate de ruido estable, fluctuante, o impulsivo respectivamente, y la reducción de ruido que otorgará el protector auditivo. En ambos casos la reducción de ruido será calculada de acuerdo a las normas oficiales vigentes en materia de protección auditiva.

2. DE LAS VIBRACIONES.

Artículo 83: Para los efectos del presente reglamento se entenderá por vibración el movimiento oscilatorio de las partículas de los cuerpos sólidos.

Artículo 84: En la exposición a vibraciones se distinguirá la exposición segmentaria del componente mano - brazo o exposición del segmento mano - brazo y la exposición de cuerpo entero o exposición global.

2.1 EXPOSICION DE CUERPO ENTERO

Artículo 85: En la exposición a vibraciones globales o de cuerpo entero, la aceleración vibratoria recibida por el individuo deberá ser medida en la dirección apropiada de un sistema de coordenadas ortogonales tomando como punto de referencia el corazón, considerando:

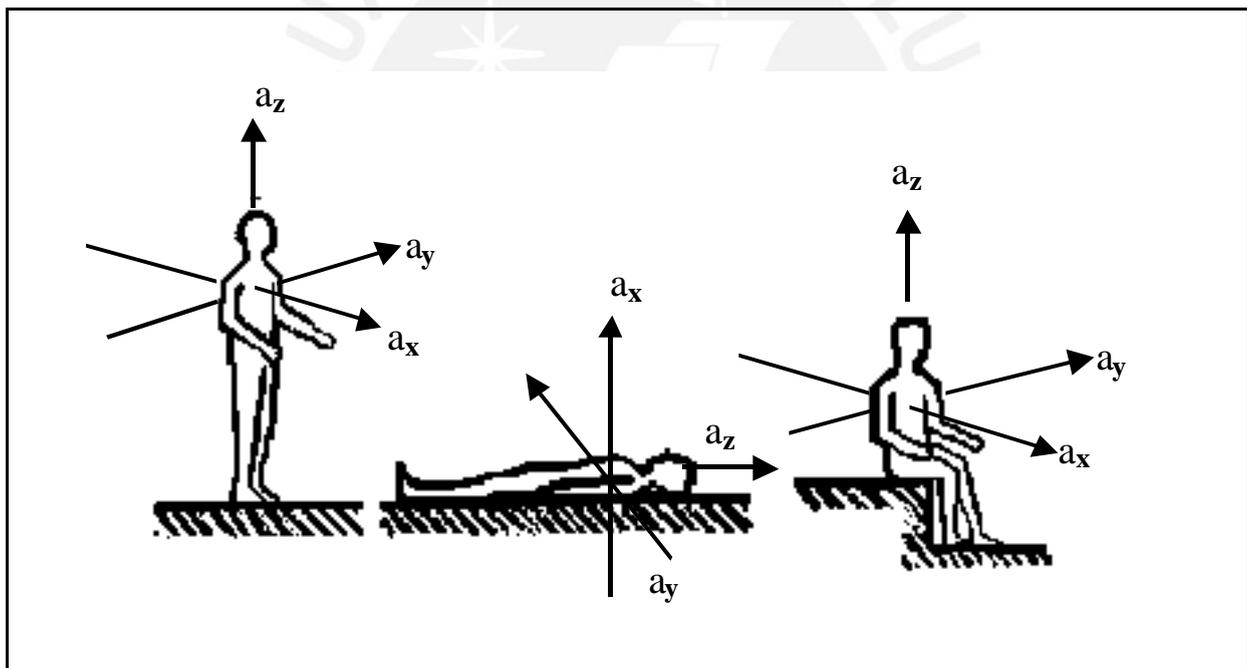


Fig. 1

Eje Z (a_z) De los pies a la cabeza
Eje X (a_x) De la espalda al pecho
Eje Y (a_y) De derecha a izquierda^(*)

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

Artículo 86: Las mediciones de la exposición a vibración se deberán efectuar con un sistema de transducción triaxial, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 1 Hz a 80 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea para cada eje coordenada (a_z , a_x y a_y), considerándose como magnitud el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia (A_{eq}) expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s^2).

Artículo 87: La aceleración equivalente ponderada en frecuencia (A_{eq}) máxima permitida para una jornada de 8 horas por cada eje de medición, será la que se indica en la siguiente tabla:^(*)

Eje de Medición	Aeq Máxima Permitida [m/s^2]
z	0,63
x	0,45
y	0,45

Artículo 88: Aceleraciones equivalentes ponderadas en frecuencia diferentes a las establecidas en el artículo 87 se permitirán siempre y cuando el tiempo de exposición no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:^(*)

Tiempo de Exposición (horas)	Aeq. Máxima Permitida (m/s^2)		
	Z	X	Y
12	0,50	0,35	0,35
11	0,53	0,38	0,38
10	0,56	0,39	0,39
9	0,59	0,42	0,42
8	0,63	0,45	0,45
7	0,70	0,50	0,50
6	0,78	0,54	0,54
5	0,90	0,61	0,61
4	1,06	0,71	0,71
3	1,27	0,88	0,88
2	1,61	1,25	1,25
1	2,36	1,70	1,70
0,5	3,30	2,31	2,31

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

Artículo 89: Cuando en una medición de la exposición a vibraciones de cuerpo entero los valores de A_{eq} para cada eje no superan los límites establecidos en el artículo 88, se deberá evaluar el riesgo global de la exposición a través de la aceleración equivalente total ponderada en frecuencia (A_{eqTP}). Para tales efectos sólo se considerarán los valores de A_{eq} similares, entendiéndose como tales los que alcancen el 60% del mayor valor medido.

El cálculo de la A_{eqTP} se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$A_{eqTP} = \sqrt{(1,4 \times A_{eqx})^2 + (1,4 \times A_{eqy})^2 + (A_{eqz})^2}$$

A_{eqTP} = Aceleración equivalente total ponderada.
 A_{eqx} = Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje X.
 A_{eqy} = Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Y.
 A_{eqz} = Aceleración equivalente ponderada en frecuencia para el eje Z.

El valor obtenido no deberá superar los límites máximos permitidos para el eje Z establecidos en el artículo 88.

2.2 DE LA EXPOSICION SEGMENTARIA DEL COMPONENTE MANO-BRAZO

Artículo 90: En la exposición segmentaria del componente mano - brazo, la aceleración originada por una herramienta de trabajo vibrátil deberá medirse en tres direcciones ortogonales, en el punto donde la vibración penetra en la mano.

Las direcciones serán las que formen el sistema biodinámico de coordenadas o el sistema basicéntrico relacionado, que tenga su origen en la interface entre la mano y la superficie que vibra, considerando:

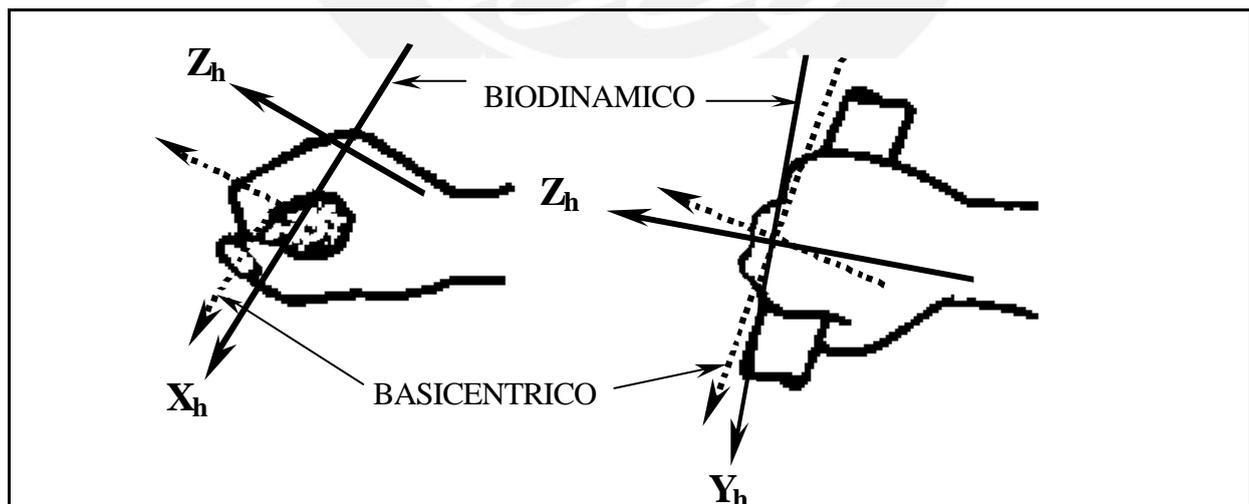


Fig.2

Eje Z (Z_h) = Corresponde a la línea longitudinal ósea.
 Eje X (X_h) = Perpendicular a la palma de la mano.
 Eje Y (Y_h) = En la dirección de los nudillos de la mano.

Artículo 91: Las mediciones de la exposición a vibraciones se efectuarán con un transductor pequeño y de poco peso, con el fin de registrar con exactitud la aceleración vibratoria generada por la fuente, en la gama de frecuencias de 5 Hz a 1500 Hz.

La medición se deberá efectuar en forma simultánea en los tres ejes coordenadas (Z_h , X_h e Y_h), por ser la vibración una cantidad vectorial.

La magnitud de la vibración se expresará para cada eje coordenado por el valor de la aceleración equivalente ponderada en frecuencia, expresada en metros por segundo al cuadrado (m/s^2) o en unidades de gravitación (g).

Artículo 92: La aceleración equivalente máxima, medida en cualquier eje, constituirá la base para efectuar la evaluación de la exposición a vibraciones del segmento mano - brazo y no deberá sobrepasar los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tiempo de Exposición (T) (Horas)	Aceleración Vibratoria Máxima	
	(m/s^2)	(g)*
4 < T ... 8	4	0,40
2 < T ... 4	6	0,61
1 < T ... 2	8	0,81
T ... 1	12	1,22

(g)* = $9,81 m/s^2$ (aceleración de gravedad)

Artículo 93: Si la exposición diaria a vibración en una determinada dirección comprende varias exposiciones a distintas aceleraciones equivalentes ponderadas en frecuencia, se obtendrá la aceleración total equivalente ponderada en frecuencia, a partir de la siguiente ecuación:

$$A_{eq(T)} = \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (a_{eq})_i^2 \times T_i \right]^{1/2}$$

T = Tiempo total de exposición.

$(a_{eq})_i$ = Aceleración equivalente ponderada en un determinado período de exposición.

T_i = Duración del período de exposición a una determinada $(a_{eq})_i$

Artículo 94: El tiempo total de exposición (T) a una aceleración total equivalente ponderada en frecuencia [$A_{eq(T)}$], no deberá exceder los valores señalados en el artículo 92.

3. DE LA DIGITACION

Artículo 95: Un trabajador no podrá dedicar a la operación de digitar, para uno o más empleadores, un tiempo superior a 8 horas diarias ni a 40 horas semanales, debiendo concedérsele un descanso de cinco minutos después de cada período de 20 minutos de digitación continua, durante la jornada de trabajo.

4. DE LA EXPOSICION OCUPACIONAL A CALOR

Artículo 96: Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por carga calórica ambiental el efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad y velocidad del aire y calor radiante, que determine el Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo (TGBH).

La carga calórica ambiental a que los trabajadores podrán exponerse en forma repetida, sin causar efectos adversos a su salud, será la que se indica en la tabla de Valores de Límites Permisibles del Índice TGBH, los que se aplicarán a trabajadores aclimatados, completamente vestidos y con provisión adecuada de agua y sal, con el objeto de que su temperatura corporal profunda no exceda los 38°C.

El Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo se determinará considerando las siguientes situaciones:

a.- Al aire libre con carga solar:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,2 TG + 0,1 TBS$$

b.- Al aire libre sin carga solar, o bajo techo:

$$TGBH = 0,7 TBH + 0,3 TG$$

Correspondiendo:

TBH = Temperatura de bulbo húmedo natural, en °C

TG = Temperatura de globo, en °C

TBS = Temperatura de bulbo seco, en °C

Las temperaturas obtenidas se considerarán una vez alcanzada una lectura estable en termómetro de globo (entre 20 a 30 minutos).

VALORES LIMITES PERMISIBLES DEL INDICE TGBH EN °C	
Carga de Trabajo según Costo Energético (M)	

Tipo de Trabajo	Liviana inferior a 375 Kcal/h	Moderada 375 a 450 Kcal/h	Pesada Superior a 450 Kcal/h
Trabajo Continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso, cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso, cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso, cada hora	32,2	31,1	30,0

Artículo 97: La exposición ocupacional a calor debe calcularse como exposición ponderada en el tiempo según la siguiente ecuación:

$$\text{TGBH promedio} = \frac{(TGBH)_1 \times t_1 + (TGBH)_2 \times t_2 + \dots + (TGBH)_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

En la que (TGBH)₁, (TGBH)₂,...y (TGBH)_n son los diferentes TGBH encontrados en las distintas áreas de trabajo y descanso en las que el trabajador permaneció durante la jornada laboral y, t₁, t₂,...y t_n son los tiempos en horas de permanencia en las respectivas áreas.

Artículo 98: Para determinar la carga de trabajo se deberá calcular el costo energético ponderado en el tiempo, considerando la tabla de Costo Energético según tipo de trabajo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M \text{ promedio} = \frac{M_1 \times t_1 + M_2 \times t_2 + \dots + M_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

siendo M₁, M₂,...y M_n el costo energético para las diversas actividades y períodos de descanso del trabajador durante los períodos de tiempo t₁, t₂,...y t_n (en horas).

COSTO ENERGETICO SEGÚN TIPO DE TRABAJO	
Sentado	90 Kcal/h

De Pie	120 Kcal/h
Caminando (5 Km/h sin carga)	270 Kcal/h
Escribir a mano a máquina	120 Kcal/h
Limpiar ventanas	220 Kcal/h
Planchar	252 Kcal/h
Jardinería	336 Kcal/h
Andar en bicicleta (16 km/h)	312 Kcal/h
Clavar con martillo (4,5 Kg. 15 golpes/min.)	438 Kcal/h
Palear (10 veces/minuto)	468 Kcal/h
Aserrar madera (sierra de mano)	540 Kcal/h
Trabajo con hachas (35 golpes / minuto)	600 Kcal/h

5. DE LA EXPOSICION OCUPACIONAL AL FRIO

Artículo 99: Para los efectos del presente reglamento, se entenderá como exposición al frío las combinaciones de temperatura y velocidad del aire que logren bajar la temperatura profunda del cuerpo del trabajador a 36°C o menos, siendo 35°C admitida para una sola exposición ocasional. Se considera como temperatura ambiental crítica, al aire libre, aquella igual o menor de 10°C, que se agrava por la lluvia y/o corrientes de aire.

La combinación de temperatura y velocidad de aire da origen a determinada sensación térmica representada por un valor que indica el peligro a que está expuesto el trabajador.

SENSACION TERMICA: Valores equivalentes de enfriamiento por efectos del viento										
Velocidad del Viento en km/h	Temperatura real leída en el termómetro en °C									
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
Calmo	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82

Superior a 64 Km/h, poco efecto adicional	PELIGRO ESCASO En una persona adecuadamente vestida para menos de 1 hora de exposición	AUMENTO DE PELIGRO Peligro de que el cuerpo expuesto se congele en 1 minuto	GRAN PELIGRO El cuerpo se puede congelar en 30 segundos
---	--	---	---

Artículo 100: A los trabajadores expuestos al frío deberá proporcionárseles ropa adecuada, la cual será no muy ajustada y fácilmente desabrochable y sacable. La ropa exterior en contacto con el medio ambiente deber ser de material aislante.

Artículo 101: En los casos de peligro por exposición al frío, deberán alternarse períodos de descanso en zonas templadas o con trabajos adecuados.

LIMITES MAXIMOS DIARIOS DE TIEMPO PARA EXPOSICION AL FRIO EN RECINTOS CERRADOS	
RANGO DE TEMPERATURA (°C)	EXPOSICION MAXIMA DIARIA
De 0° a -18°	Sin límites, siempre que la persona esté vestida con ropa de protección adecuada.
De -19° a -34°	Tiempo total de trabajo: 4 horas, alternando una hora dentro y una hora fuera del área a baja temperatura. Es necesaria la ropa de protección adecuada.
De -35° a -57°	Tiempo total de trabajo 1 hora: Dos períodos de 30 minutos cada uno, con intervalos de por lo menos 4 horas. Es necesaria la ropa de protección adecuada.
De -58° a -73°	Tiempo total de trabajo: 5 minutos durante una jornada de 8 horas. Es necesaria protección personal para cuerpo y cabeza.

Artículo 102: Las cámaras frigoríficas deberán contar con sistemas de seguridad y de vigilancia adecuados que faciliten la salida rápida del trabajador en caso de emergencia.

6. DE LA ILUMINACION

Artículo 103: Todo lugar de trabajo, con excepción de faenas mineras subterráneas o similares, deberá estar iluminado con luz natural o artificial que dependerá de la faena o actividad que en él se realice.

El valor mínimo de la iluminación promedio será la que se indica a continuación:

LUGAR O FAENA	ILUMINACION EXPRESADA EN Lux (Lx)
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1.000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1.500 a 2.000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5.000
Mesa quirúrgica	20.000

Los valores indicados en la tabla se entenderán medidos sobre el plano de trabajo o a una altura de 80 centímetros sobre el suelo del local en el caso de iluminación general.

Cuando se requiera una iluminación superior a 1.000 Lux, la iluminación general deberá complementarse con luz localizada. Quedan excluidos de estas disposiciones aquellos locales que en razón del proceso industrial que allí se efectúe deben permanecer oscurecidos

Artículo 104: La relación entre iluminación general y localizada deberá mantenerse dentro de los siguientes valores:

Iluminación General (Lux)	Iluminación Localizada (Lux)
150	250
250	500
300	1.000
500	2.000
600	5.000
700	10.000

Artículo 105: La luminancia (brillo) que deberá tener un trabajo o tarea, según su complejidad, deberá ser la siguiente:

Tarea	Luminancia en cd/m^2
Demasiado difícil	Más de 122,6
Muy Difícil	35,0 – 122,6
Difícil	12,3 – 35,0
Ordinaria	5,3 – 12,3
Fácil	menor de 5,3

Artículo 106: Las relaciones de máxima luminancia (brillantez) entre zonas del campo visual y la tarea visual debe ser la siguiente: (*)

- 5 a 1 Entre tareas y los alrededores adyacentes
- 20 a 1 Entre tareas y las superficies más remotas
- 40 a 1 Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas.
- 80 a 1 En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador.

7. DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

7.1. Láser

Artículo 107: Los límites permisibles para densidades de energía o densidades de potencia de radiación láser, directa o reflejada, serán los valores indicados en la Tabla N°1 para exposiciones oculares directas y en la Tabla N°2 para exposición de la piel.

TABLA N°1

Límites Permisibles para Exposiciones Oculares Directas por Haz Láser (Observación del Interior del Haz)

(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

Región de Espectro	Longitud de Onda (nm)	Tiempo de Exposición (t) (Segundos)	Límite Permissible
UVC	180 a 280	10^{-9} a 3×10^4	3 mJ/cm ²
UVB*	280 a 302	10^{-9} a 3×10^4	3 mJ/cm ²
	303	10^{-9} a 3×10^4	4 mJ/cm ²
	304	10^{-9} a 3×10^4	6 mJ/cm ²
	305	10^{-9} a 3×10^4	10 mJ/cm ²
	306	10^{-9} a 3×10^4	16 mJ/cm ²
	307	10^{-9} a 3×10^4	25 mJ/cm ²
	308	10^{-9} a 3×10^4	40 mJ/cm ²
	309	10^{-9} a 3×10^4	63 mJ/cm ²
	310	10^{-9} a 3×10^4	100 mJ/cm ²
	311	10^{-9} a 3×10^4	160 mJ/cm ²
	312	10^{-9} a 3×10^4	250 mJ/cm ²
313	10^{-9} a 3×10^4	400 mJ/cm ²	
314	10^{-9} a 3×10^4	630 mJ/cm ²	
UVA	315 a 400	10^{-9} a 10	$0,56 t^{1/4}$ J/cm ²
	315 a 400	10 a 10^3	1,0 J/cm ²
	315 a 400	10^3 a 3×10^4	1,0 mW/cm ²
Luz Visible	400 a 700	10^9 a $1,8 \times 10^{-5}$	5×10^{-7} J/cm ²
	400 a 700	$1,8 \times 10^{-5}$ a 10	$1,8 (t/t^{1/4})$ mJ/cm ²
	400 a 549	10 a 10^4	10 mJ/cm ²
	550 a 700	10 a T_1	$1,8 (t/t^{1/4})$ mJ/cm ²
	500 a 700	T_1 a 10^4	$10 C_B$ mJ/cm ²
	400 a 700	10^4 a 3×10^4	C_{Bi} W/cm ²
IR-A	700 a 1049	10^{-9} a $1,8 \times 10^{-5}$	$5 C_A \times 10^{-7}$ J/cm ²
	700 a 1049	$1,8 \times 10^{-5}$ a 10^3	$1,8 C_A (t/t^{1/4})$ mJ/cm ²
	1050 a 1400	10^{-9} a 10^{-4}	5×10^{-6} J/cm ²
	1050 a 1400	10^{-4} a 10^3	$9 (t/t^{1/4})$ mJ/cm ²
	700 a 1400	10^3 a 3×10^4	$320 C_{Ai}$ W/cm ²
IR-B y C	$1,4 \mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	10^{-9} a 10^{-7}	10^{-2} J/cm ²
	$1,4 \mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	10^{-7} a 10	$0,56 t^{1/4}$ J/cm ²
	$1,4 \mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	10 a 3×10^4	0,1 W/cm ²

UVB * El Límite Permissible no deberá exceder de $0,56 t^{1/4}$ J/cm² para $t \dots 10$

$C_A = 10^{(0,002 (\lambda - 700))}$, para $\lambda = 700 - 1049$ nm

$C_A = 5$, para $\lambda = 1050 - 1400$ nm

$C_B = 1$, para $\lambda = 400 - 549$ nm

$C_B = 10^{(0,015 (\lambda - 550))}$, para $\lambda = 550 - 700$ nm

$T_1 = 10$ seg. , para $\lambda = 400 - 549$ nm

$T_1 = 10 \times 10^{(0,02 (\lambda - 550))}$, para $\lambda = 550 - 700 \text{ nm}$
 C_A y C_B = Factores de Corrección

TABLA N°2

Límites Permisibles para la Exposición de la piel a un Haz Láser

Región del Espectro	Longitud De Onda (nm)	Tiempo de Exposición (Segundos)	Límite Permissible
UV	180 a 400	10^{-9} a 3×10^4	Igual que en tabla 1
Luz Visible y IR-A	400 a 1400 400 a 1400 400 a 1400	10^{-9} a 10^{-7} 10^{-7} a 10 10 a 3×10^4	$2 C_A \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$ $1,1 C_A t^{1/4} \text{ J/cm}^2$ $0,2 C_A \text{ W/cm}^2$
IR-B y C	1,4 μm a $10^3 \mu\text{m}$	10^{-9} a 3×10^4	Igual que en Tabla 1

$C_A=1$, para $\lambda = 400 - 700 \text{ nm}$
 $C_A=10^{(0,002 (\lambda - 700))}$, para $\lambda = 700 - 1049 \text{ nm}$
 $C_A=5$, para $\lambda = 1050 - 1400 \text{ nm}$

7.2. Microondas

Artículo 108: El tiempo de exposición permitido a las microondas dependerá de la densidad de potencia recibida y expresada en miliwatt por cm^2 (mW/cm^2).

Para una jornada de 8 horas y una exposición continua el límite permisible máximo será de 10 mW/cm^2 .

Para exposiciones a densidades de potencia superiores a 10 mW/cm^2 el tiempo máximo permitido de exposición por cada hora de trabajo será el que se indica en la tabla siguiente:

Densidad de Potencia (mW/cm^2)	Tiempo Máximo de Exposición Por Hora de Trabajo (Minutos)
11	50
12	42

13	36
14	31
15	27
17	21
19	17
21	14
23	12
25	10

Los tiempos máximos de exposición indicados en la tabla no son acumulables en la jornada de trabajo. En ningún caso se permitirán exposiciones a densidades de potencia superiores a 25 mW/cm^2 .

7.3. Ultravioleta

Artículo 109: El límite permisible máximo para exposición ocupacional a radiaciones ultravioleta, dependerá de la región del espectro de acuerdo a las siguientes tablas:

TABLA N°1

**Límites Permisibles para Piel y Ojos
(Longitud de Onda de 320 nm a 400 nm)**

Tiempo de Exposición	Densidad de Energía o de Potencia
Menor de 16 minutos	1 J/cm^2
Mayor de 16 minutos	1 mW/cm^2

TABLA N°2

**Tiempo Máximo de Exposición Permitido para Piel y Ojos
(Longitud de Onda de 200 nm a 315 nm)**

Tiempo de Exposición	Densidad de Potencia ($\mu \text{ W/cm}^2$)	
8	Horas	0,1
4	Horas	0,2
2	Horas	0,4
1	Hora	0,8
30	Minutos	1,7
15	Minutos	3,3
10	Minutos	5,0
5	Minutos	10

1	Minuto	50
30	Segundos	100
10	Segundos	300
1	Segundo	3.000
0,5	Segundo	6.000
0,1	Segundo	30.000

8.- DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Artículo 110: Los límites de dosis individual para las personas ocupacionalmente expuestas a radiaciones ionizantes son aquellos que determina el Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radioactivas o el que lo reemplace en el futuro.

TITULO V

De los Límites de Tolerancia Biológica

Artículo 111: Cuando una sustancia del artículo 66 registre un indicador biológico, deberá considerarse, además de los indicadores ambientales, la valoración biológica de exposición interna para evaluar la exposición real al riesgo.

Artículo 112: Para los efectos del presente título los términos siguientes tienen el significado que se expresa:

a. Valoración Biológica de Exposición Interna: Colecta sistemática de muestras biológicas humanas con el propósito de determinar concentración de contaminantes o sus metabolitos.

b. Indicador Biológico: Término genérico que identifica al agente y/o sus metabolitos, o los efectos provocados por los agentes en el organismo.

c. Límite de Tolerancia Biológica: Cantidad máxima permisible en el trabajador de un compuesto químico o de sus metabolitos, así como la desviación máxima permisible de la norma de un parámetro biológico inducido por estas sustancias en los seres humanos.^(*)

Artículo 113: Los límites de tolerancia biológica son los que se indican en el siguiente listado.^(*)

AGENTE QUIMICO	INDICADOR BIOLOGICO	MUESTRA	LIMITE DE TOLERANCIA BIOLOGICA	MOMENTO DE MUESTREO
----------------	---------------------	---------	--------------------------------	---------------------

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

^(*) Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).

Acetona	Acetona	Orina	30 mg/100ml	Fin de turno Fin de semana laboral
Arsénico	Arsénico	Orina	220 ì g /g creat.	Después del segundo día de la jornada semanal y a partir del medio día del tercer día de exposición.
Benceno	Fenol	Orina	50 mg/l	Fin de turno
Cadmio	Cadmio	Orina	10 ì g/g creat.	No crítico
Cianuro	Tiocianatos	Orina	6 ì g/g creat. (no fumadores)	Fin de turno
Ciclohexano	Ciclohexanol	Orina	3,2 mg/g creat.	Fin de turno Fin de semana laboral
Cromo	Cromo	Orina	30 ì g/g creat.	Fin de turno Fin de semana laboral
Disulfuro de Carbono	Ac.2 Tiazolidin Carbóxico (TTCA)	Orina	5 mg/g creat.	No crítico
Estireno	Ac. Mandélico Ac. Fenilglioxílico	Orina	800 mg/g creat. 240 mg/g creat.	Fin de turno Fin de turno
Etil benceno	Ac. Mandélico	Orina	1500 mg/g creat.	Fin de turno
Fenol	Fenol	Orina	250 mg/g creat.	Fin de turno
Hexano (n)	2,5 Hexanodiona	Orina	4 mg/g creat.	Fin de semana de trabajo
Lindano	Lindano	Sangre	2 ì g/100 ml	No crítico
Manganeso	Manganeso	Orina	40 ì g/l	No crítico
Mercurio Inorgánico	Mercurio	Orina Sangre	50 ì g/g creat. 2 ì g/100 ml	No crítico No crítico
Mercurio Orgánico	Mercurio	Sangre	10 ì g/g	No crítico
Metanol	Metanol	Orina	7 mg/g creat.	No crítico
Metilcloroformo	Ac. Tricloroacético	Orina	10 mg/l	Fin de turno Fin de semana de trabajo
Metiletilcetona	MEC	Orina	2,6 mg/g creat.	Fin de turno Fin de semana laboral
Metilisobutilcetona	MIBC	Orina	0,5 mg/g creat.	Fin de turno Fin de semana laboral
Metil-n-butilcetona	2,5 Hexanodiona	Orina	4 mg / g creat.	Fin de turno Fin de semana laboral
Monóxido de Carbono	Carboxihemoglobina	Sangre	Hasta 3,5% (no fumador)	Fin de turno
Pentaclorofenol (PCF)	PCF libre plasma PCF total	Sangre Orina	5 mg/l 2 mg/g creat.	Fin de turno Fin de semana laboral
Pesticidas Organofosforados y Carbamatos	Actividad de Acetilcolinesterasa	Sangre	70% de la línea base de la persona	Antes de aplicar y después de la aplicación

Plomo	Plomo	Sangre	40 ì g/100 ml	No crítico
Selenio	Selenio	Orina	100 ì g/g creat.	No crítico
Tetracloroetileno	Ac. Tricloroacético (TCA)	Orina	7 mg/l	Fin de turno Fin de semana de trabajo
Tolueno	Ac. Hipúrico	Orina	2500 mg/g creat.	Fin de turno Fin de semana de trabajo
Tricloroetileno	Ac. Tricloroacético	Orina	100 mg/l	Fin de turno Fin de semana de trabajo
	Ac. Tricloroacético más tricloroetanol	Orina	320 mg/ g creat. (o) 300 mg/l	Fin de turno Fin de semana de trabajo
Xileno	Ac. Metilhipúrico	Orina	1500 mg/g creat.	Fin de semana laboral

Artículo 114: Las concentraciones de los agentes químicos y sus metabolitos serán determinados en muestras biológicas: sangre y orina, en la oportunidad y expresadas de acuerdo a las unidades indicadas en el artículo 113.

Artículo 115: En caso que la valoración biológica demuestre que han sido sobrepasados los límites de tolerancia biológica indicados en el artículo 113, el empleador deberá iniciar de inmediato las acciones necesarias que eviten el daño a la salud del trabajador derivados de las condiciones laborales.^(*)

Artículo 116: En caso que uno o más trabajadores presenten indicadores biológicos alterados de aquellos agentes que están prohibidos de ser usados en los lugares de trabajo, la autoridad sanitaria obligará de inmediato al empleador a tomar las medidas necesarias para evitar el daño a la salud del trabajador, sin perjuicio de las sanciones que correspondan por infracción al artículo 65 del presente reglamento.

TITULO VI

Del Laboratorio Nacional de Referencia

Artículo 117: El Instituto de Salud Pública de Chile tendrá el carácter de laboratorio nacional y de referencia en las materias a que se refiere los Títulos IV y V de este reglamento. Le corresponderá asimismo fijar los métodos de análisis, procedimientos de muestreo y técnicas de medición que deberán emplearse en esas materias.

TITULO VII

De la Fiscalización y Sanciones

Artículo 118: Las infracciones a las disposiciones del presente reglamento serán sancionadas por los Servicios de Salud en cuyo territorio jurisdiccional se hayan

^(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

cometido, previa instrucción del respectivo sumario, en conformidad con lo establecido en el Libro Décimo del Código Sanitario. (*)

TITULO FINAL

Artículo 119: El presente reglamento entrará en vigencia 90 días después de su publicación en el Diario Oficial, fecha en la que quedará derogado el decreto supremo N°745 de 1992, del Ministerio de Salud y sus modificaciones, así como cualquier otra norma, resolución o disposición que fuere contraria o incompatible con las contenidas en este decreto supremo. (**)

Artículos Transitorios

Artículo 1°: La exigencia de 150 cm. de espacio entre máquinas por donde circulen personas, a que se refiere el artículo 8° de este reglamento, no se aplicará a los lugares de trabajo que se encuentren funcionando a la fecha de publicación del decreto que aprueba esta modificación, sino que será exigible a aquellos que se inicien a partir de esa fecha. (***)

Anótese, tómese razón y publíquese. EDUARDO FREI RUIZ-TAGLE, Presidente de la República. Alex Figueroa Muñoz, Ministro de Salud.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento. Saluda a Ud., Ernesto Behnke Gutiérrez, Subsecretario de Salud.

(*) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 201 del 27 de abril de 2001, del Ministerio de Salud (D.O. 5.7.2001).*

(**) *Artículo modificado de acuerdo a D.S. N° 556 del 21 de julio de 2000, del Ministerio de Salud (D.O. 28.7.2000).*

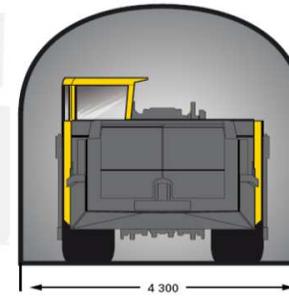
(***) *A partir del 5.7.2001.*



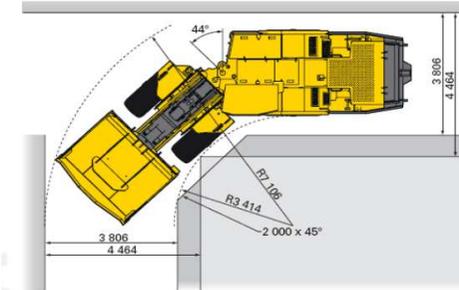
Velocidad Cargado

%	Grados	Velocidad en 1ª	Velocidad en 2ª	Velocidad en 3ª	Velocidad en 4ª
0.00%	0.00	5.00	10.00	16.40	26.90
1.00%	0.10	4.75	9.75	14.40	24.40
2.00%	1.00	4.80	9.50	15.40	21.90
4.00%	1.75	4.70	9.30	14.30	15.00
4.20%	2.25	4.70	9.15	13.25	
6.00%	3.50	4.70	9.00	12.20	
8.00%	4.50	4.50	8.70	9.80	
10.00%	5.50	4.50	8.00		
12.50%	7.00	4.30	7.10		
14.00%	8.00	4.30	6.40		
15.00%	8.50	4.30	6.00		
16.00%	9.00	4.30	5.60		
18.00%	10.00	4.20	4.80		
20.00%	11.50	4.00	4.20		
25.00%	14.00	3.70			

Capacidad de carga	14	ton
Capacidad de carga	6.4	m ³



DRIFT SIZE



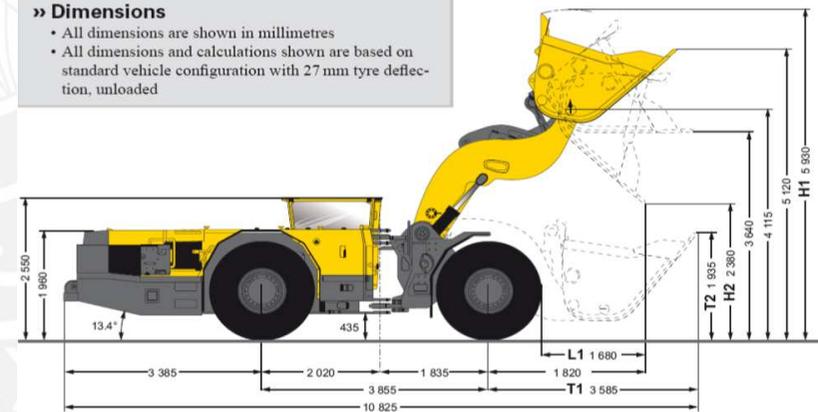
LEFT AND RIGHT LEFT TURN

Velocidad Vacío

%	Grados	Velocidad en 1ª	Velocidad en 2ª	Velocidad en 3ª	Velocidad en 4ª
0.00%	0.00	5.10	10.60	17.70	29.40
1.00%	0.10	5.10	10.40	18.10	18.15
2.00%	1.00	5.10	10.30	16.90	26.90
4.00%	1.75	5.00	10.10	16.10	21.50
4.20%	2.25	5.00	9.95	15.60	18.70
6.00%	3.50	5.00	9.80	15.10	15.90
8.00%	4.50	5.00	9.50	13.50	
10.00%	5.50	4.80	9.30	11.60	
12.50%	7.00	4.80	8.80	9.30	
14.00%	8.00	4.80	8.30		
15.00%	8.50	4.70	8.00		
16.00%	9.00	4.60	7.70		
18.00%	10.00	4.60	7.00		
20.00%	11.50	4.50	6.40		
25.00%	14.00	4.30	4.80		

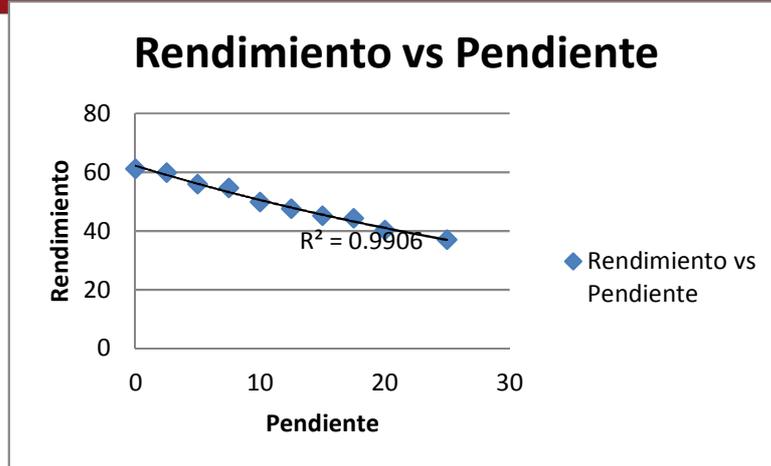
» Dimensions

- All dimensions are shown in millimetres
- All dimensions and calculations shown are based on standard vehicle configuration with 27 mm tyre deflection, unloaded

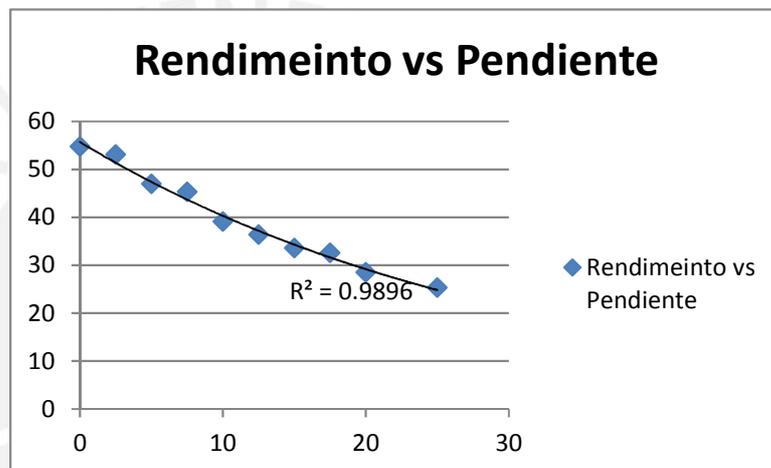


TIEMPO DE CICLO SCOOP	UND.	CANTIDAD
Tramos	m	150.00
Acumulado	m	150.00
Volumen Esponjado Frente	m ³	155.00
Capacidad Scoop	ton	14
Capacidad Scoop	m ³	6.40
Coeficiente de llenado	%	90%
Volumen Efectivo Scoop	m ³	5.76
Viajes por Disparo	vueltas	27.00
Distancia Promedio de Acarreo Marina	Km.	0.300
Pendiente del Tunel	%	22.0%
Velocidad en 1^a	km/hr	4.00
Velocidad en 2^a	km/hr	4.20
Velocidad en 3^a	km/hr	0.00
Velocidad en 4^a	km/hr	0.00
Velocidad de Transporte Cargado	Km./hr	4.20
Velocidad en 1^a	km/hr	4.50
Velocidad en 2^a	km/hr	6.40
Velocidad en 3^a	km/hr	0.00
Velocidad en 4^a	km/hr	0.00
Velocidad de Transporte Vacío	Km./hr	6.40
Tiempo de Carga	min	2.00
Tiempo de Viaje Scoop Cargado	min	4.29
Tiempo de Descarga en Estocada o sobre Camion	min	2.00
Tiempo de Viaje Scoop Vacío	min	2.81
Tiempos Muertos Varios	min	1.00
Tiempo de Ciclo 1 vuelta	min	12.10
Tiempo Extraccion de Marina	min	327
Tiempo Extraccion de Marina (1 Scoop)	hrs	5.44
Rendimiento Scoop (1 Scoop)	m ³ / hr	28.5

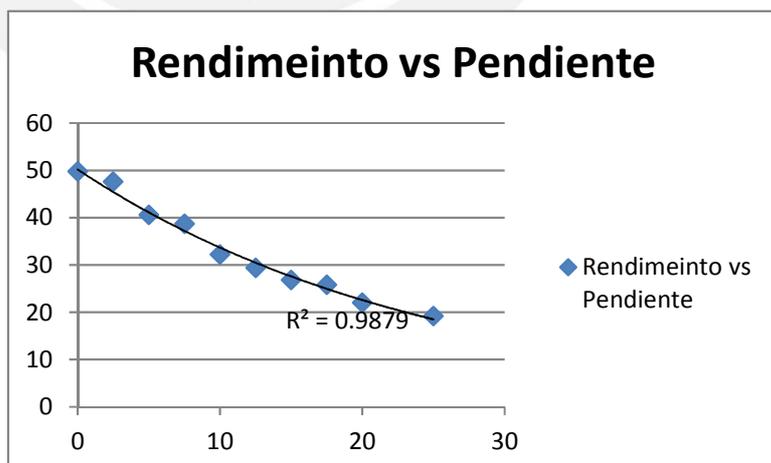
Tramo = 150 m	
P(%)	V(m/s)
0	61.1
2.5	59.9
5	55.9
7.5	54.6
10	49.9
12.5	47.6
15	45.2
17.5	44.3
20	40.3
25	37



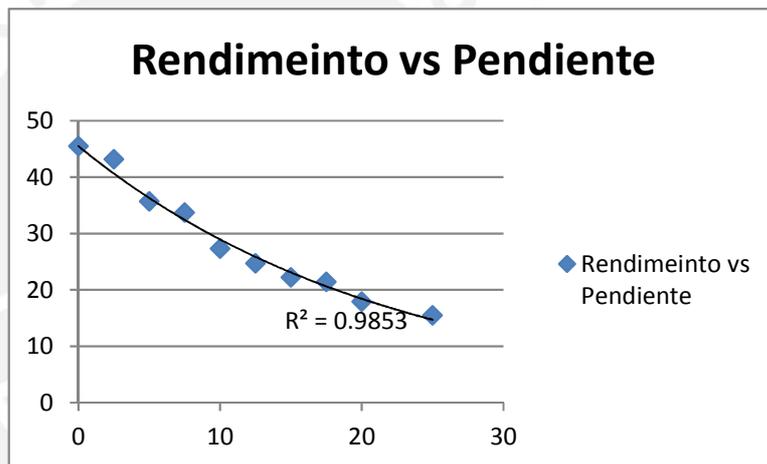
Tramo = 300 m	
P(%)	V(m/s)
0	54.8
2.5	53.1
5	47
7.5	45.3
10	39.1
12.5	36.4
15	33.6
17.5	32.6
20	28.5
25	25.3

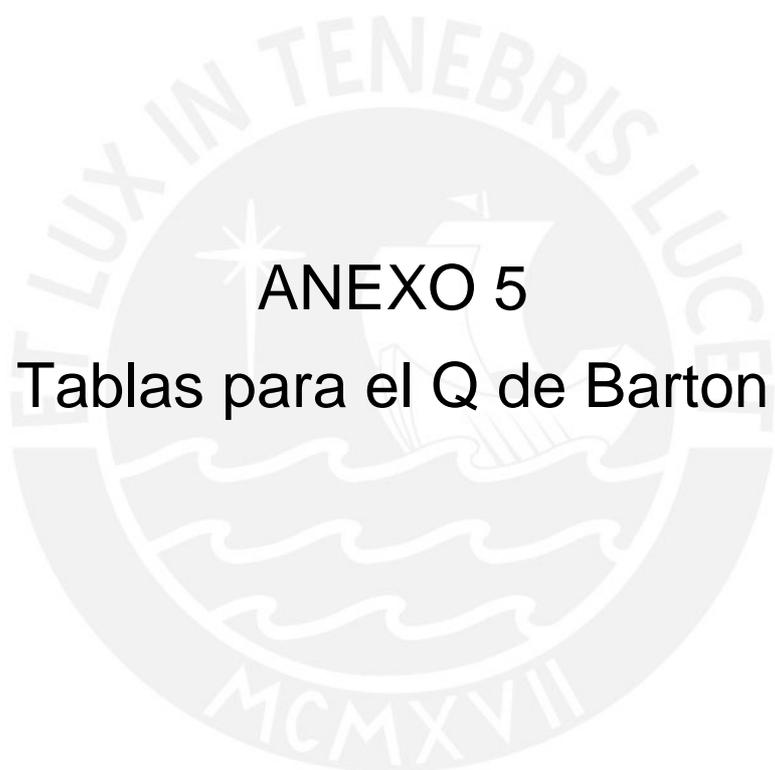


Tramo = 450 m	
P(%)	V(m/s)
0	49.8
2.5	47.6
5	40.6
7.5	38.7
10	32.2
12.5	29.4
15	26.8
17.5	25.8
20	22
25	19.2



Tramo = 600 m	
P(%)	V(m/s)
0	45.5
2.5	43.2
5	35.7
7.5	33.7
10	27.3
12.5	24.7
15	22.2
17.5	21.4
20	17.9
25	15.5





DESCRIPCIÓN		VALOR	NOTAS
1	ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA	RQD	
A	Muy Mala	0-25	1. Si el RQD es menor o igual a 10 incluyendo cero, se asume un valor nominal de 10 para el cálculo Q. 2. Intervalos de RQD de 5 (100,95,90,etc) son lo suficientemente exactos.
B	Mala	25-50	
C	Regular	50-75	
D	Buena	75-90	
E	Excelente	90-100	
2	NÚMEROS DE FAMILIAS DE JUNTAS	Jn	
A	Masivo sin o con pocas juntas	0.5-1.9	1. Para intersecciones emplear 3 x Jn. 2. En los portales emplear 2 x Jn.
B	Una familia de juntas	2	
C	Una familia de juntas + 1 aislada	3	
D	Dos familias de juntas	4	
E	Dos familias de juntas + 1 aislada	6	
F	Tres familias de juntas	9	
G	Tres familias de juntas + 1 aislada	12	
H	Cuatro familias de juntas + 1 aislada	15	
I	Roca Triturada Terrosa	20	
3	RUGOSIDAD DE LAS JUNTAS	Jr	
<i>a</i>	<i>Contacto con las paredes</i>		1. Añadir 1.0 si el espaciamiento promedio de la familia de juntas es superior a 3m. 2. Jr= 0.5 puede utilizarse para juntas pulidas con lineaciones con la condición que estas estén orientadas para la resistencia mínima.
<i>b</i>	<i>Contacto con las paredes antes de un corte de 10 cm.</i>		
A	Juntas sin continuidad	4	
B	Rugosas e irregulares, ondulantes	3	
C	Lisas, ondulantes	2	
D	Pulidas, ondulantes	1.5	
E	Rugosas o irregulares, planares	1.5	
F	Lisas, planares	1	
G	Pulidas, planares	0.5	
<i>c</i>	<i>Sin contacto con roca después de corte de 10 cm.</i>		
H	Zonas que contienen minerales arcillosos, de espesor suficiente para impedir el contacto de paredes.	1	
J	Zona arenosa, gravosa o de roca triturada, de espesor suficiente para impedir el contacto de paredes.	1	

TABLAS PARA HALLAR EL Q DE BARTON

4	ALTERACIÓN DE LAS JUNTAS	Ja	Grados aproximados	
a	<i>Contacto con las paredes de roca</i>			
A	Relleno soldado, duro, inablandable, impermeable.	0.75	1. Los valores de fricción residual en grados dan una guía aproximada de las propiedades mineralógicas de los productos de alteración, si estos están presentes.	
B	Paredes de juntas inalteradas, solo con manchas de oxidación.	1		25°-30°
C	Paredes ligeramente alteradas, con recubrimiento de minerales inablandables, partículas arenosas, roca desintegrada no arcillosa.	2		25°-30°
D	Recubrimientos limosos o areno-arcillosos, con una pequeña fracción de arcilla (inablandable).	3		20°-25°
E	Recubrimientos ablandables o con arcilla de baja fricción sea caolinita o mica. También clorita, talco, yeso, grafito, etc, y pequeñas cantidades de arcillas expansivas (recubrimiento discontinuo de 1-2 mm de espesor o menos).	4		8°-16°
b	<i>Contacto con las paredes antes de un corte de 10 cm.</i>			
F	Partículas arenosas, rocas desintegradas, sin arcilla, etc.	4		25°-30°
G	Rellenos de minerales arcillosos muy sobreconsolidados e inablandables (continuos menor a 5mm de espesor).	6	16°-24°	
H	Rellenos de minerales arcillosos de sobreconsolidación media a baja (continuos menor a 5mm de espesor).	8	12°-16°	
J	Rellenos de arcilla expansiva o sea montmorillonita (continuos menor a 5mm de espesor). El valor Ja depende del porcentaje de partículas expansivas del tamaño de arcilla y del acceso al agua.	8-12	6°-12°	
c	<i>Sin contacto con roca después de corte.</i>			
K	Zonas o capas de roca desintegrada o triturada y arcilla	6		
L	(ver G,H y J para las condiciones en que se encuentra la	8		
M	arcilla).	8-12	6°-24°	
N	Zonas o capas de arcilla limosa o arenosa, pequeña fracción de arcilla (inablandable).	5		
O	Zonas o capas gruesas y continuas de arcilla (ver G,H y J	10-13		
P	para las condiciones en que se encuentra la arcilla).	6-24		

TABLAS PARA HALLAR EL Q DE BARTON

5	REDUCCIÓN POR AGUA EN LAS JUNTAS	Jw	Presión Aproximada del Agu: (Kgf/cm2)	
A	Excavación seca o flujos bajos (menor a 5 L/min localmente).	1	< 1.0	
B	Flujo o presión medios, con lavado ocasional de los rellenos.	0.66	1.0-2.5	1. Los factores C hasta F son estimaciones imprecisas. Aumentar Jw si se instala drenaje. 2. Los problemas especiales causados por la presencia de hielo no se toma en consideración.
C	Gran flujo o presión alta en roca competente con juntas sin relleno.	0.5	2.5-10.0	
D	Gran flujo o presión alta, lavado considerable de los rellenos.	0.33	2.5-10.0	
E	Flujo o presión excepcionalmente altos con las voladuras, disminuyendo con el tiempo.	0.2-0.1	> 10.0	
F	Flujo o presión excepcionalmente altos en todo momento.	0.1-0.05	> 10.0	
<hr/>				
6	FACTOR DE REDUCCIÓN DE ESFUERZOS.	SRF		
<p><i>a Zonas de debilidad que intersectan la excavación y pueden ser las causas de que el macizo se desestabilice cuando se construya el túnel.</i></p>				
A	Múltiples zonas de debilidad con contenido de arcilla o roca químicamente desintegrada; roca circundante muy suelta (cualquier profundidad).	10		1. Reducir estos valores del SRF en un 25-50%, si las zonas de corte relevantes influyen pero no intersectan la excavación.
B	Zonas de debilidad aisladas que contengan arcilla o roca químicamente desintegrada (profundidad de excavación menor a 50 m).	5		
C	Zonas de debilidad aisladas que contengan arcilla o roca químicamente desintegrada (profundidad de excavación mayor a 50 m).	2.5		
D	Múltiples zonas de corte en roca competente (sin arcilla). Roca circundante suelta (cualquier profundidad).	7.5		
E	Zonas de corte aisladas en roca competente (sin arcilla, profundidad de excavación menor a 50 m).	5		
F	Zonas de corte aisladas en roca competente (sin arcilla, profundidad de excavación mayor a 50 m).	2.5		
G	Juntas abiertas sueltas, fisuración intensa (cualquier profundidad).	5		

TABLAS PARA HALLAR EL Q DE BARTON

		σ_c/σ_1	σ_t/σ_1		
<i>b Roca competente, problemas de esfuerzos</i>				2. Para un campo de tensiones muy anisotrópico : cuando $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, reducir σ_c a $0.8\sigma_c$ y σ_t a $0.8\sigma_t$, donde: σ_c : resistencia a la compresión sin confinar. σ_t : resistencia a la tracción (carga puntual). σ_1 y σ_3 : esfuerzos principales mayor y menor.	
H	Esfuerzo bajo, cerca de la superficie.	2.5	>200		>13
J	Esfuerzo medio.	1	200-10		13-0.66
K	Esfuerzo elevado, estructura muy cerrada, generalmente favorable para la estabilidad, puede ser desfavorable para la estabilidad de las paredes.	0.5-2	10-5		0.66-0.33
L	Estallido de roca moderado (roca masiva).	5-10	5-2.5		0.33-0.16
M	Estallido de roca intenso (roca masiva).	10-20	<2.5		<0.16
<i>c Roca compresiva, flujo plástico de roca incompetente bajo la influencia de presiones altas de roca.</i>				3. Hay pocos registros de casos donde la profundidad del techo debajo de la superficie sea menor que el ancho. Se sugiere que se incremente el SRF de 2.5 a 5 para estos casos. (ver H).	
N	Presión moderada de roca extrusiva.	5-10			
O	Presión alta de roca extrusiva.	10-20			
<i>d Roca expansiva, acción química expansiva, dependiendo de la presencia de agua.</i>					
P	Presión moderada de roca expansiva.	5-10			
R	Presión alta de roca expansiva.	10-15			

NOTAS ADICIONALES SOBRE EL USO DE ESTAS TABLAS

Al efectuar estimados de la calidad del macizo rocoso (Q), se deben seguir los siguientes lineamientos, además de las notas listadas en las tablas:

- Si no se cuentan con testigos de perforación, el RQD puede estimarse a partir del número de juntas por unidad de volumen, para esto se suman el número de juntas por metro para cada familia de juntas. Se puede utilizar una relación simple para convertir este número al RQD para el caso de macizos rocosos sin arcilla: $RQD = 115 - 3.3J_v$, donde J_v = número total de juntas por m³. ($0 < RQD < 100$ para $35 < J_v < 4.5$).
- El parámetro J_n que representa el número de familias de juntas se verá con frecuencia afectado por la foliación, la esquistocidad, el clivaje o la estratificación. Si estas características se encuentran bien definidas, deberán ser consideradas como una familia más. Sin embargo, es preferible considerarlas como una familia aleatoria si no están bien definidas.
- Los parámetros J_r y J_a (que representan la resistencia al corte) debe ser el correspondiente a la familia de juntas más débil o discontinuidad rellena de arcilla en la zona dada. Sin embargo si la familia de juntas o discontinuidad con el valor mínimo de J_r/J_a está orientado en forma favorable a la estabilidad, entonces una segunda familia de juntas o discontinuidad orientada de forma menos favorable puede en ocasiones ser más importante, y se debe utilizar su valor más alto de J_r/J_a al evaluar el Q. De hecho el valor de J_r/J_a debe estar relacionado a la superficie más probable de permitir que se inicie una falla.

TABLAS PARA HALLAR EL Q DE BARTON

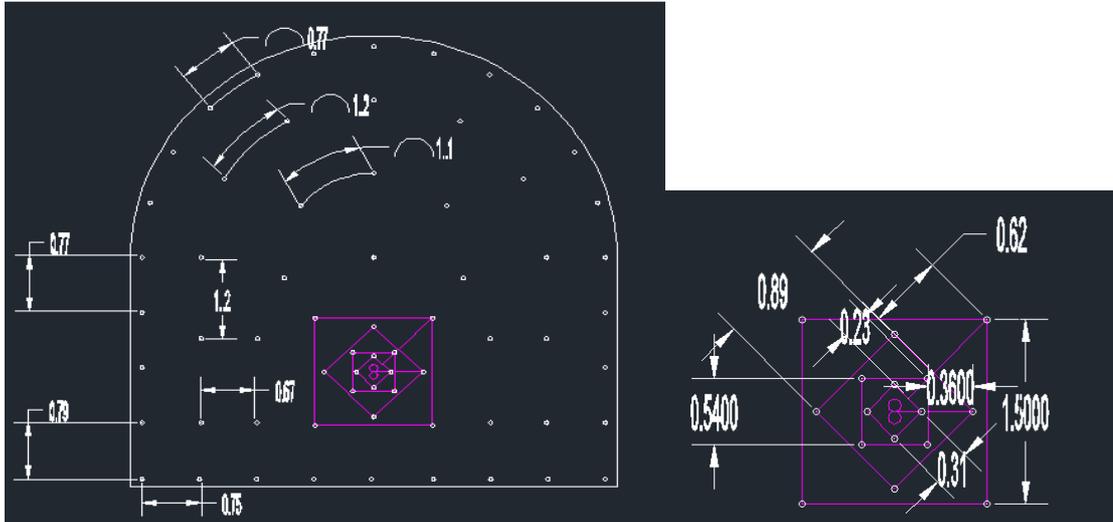
4. Cuando un macizo rocoso contiene arcilla, debe evaluarse el factor SRF apropiado para aflojar las cargas. En tales casos, la resistencia de la roca intacta es de poca importancia. Sin embargo, cuando la fisuración es mínima y hay ausencia total de arcilla la resistencia de la roca intacta puede convertirse en el enlace más débil y la estabilidad dependerá de la relación esfuerzo de la roca/resistencia de la roca. Un campo de esfuerzos intensamente anisotrópicos es desfavorable para la estabilidad.
5. Las resistencias a la compresión y tracción (σ_c y σ_t) de la roca intacta debe ser evaluada en la condición saturada, si esta es apropiada para las condiciones in situ actuales y futuras. Se debe efectuar un estimado muy conservador de la resistencia para las rocas que se deterioran al ser expuestas a condiciones húmedas o saturadas.





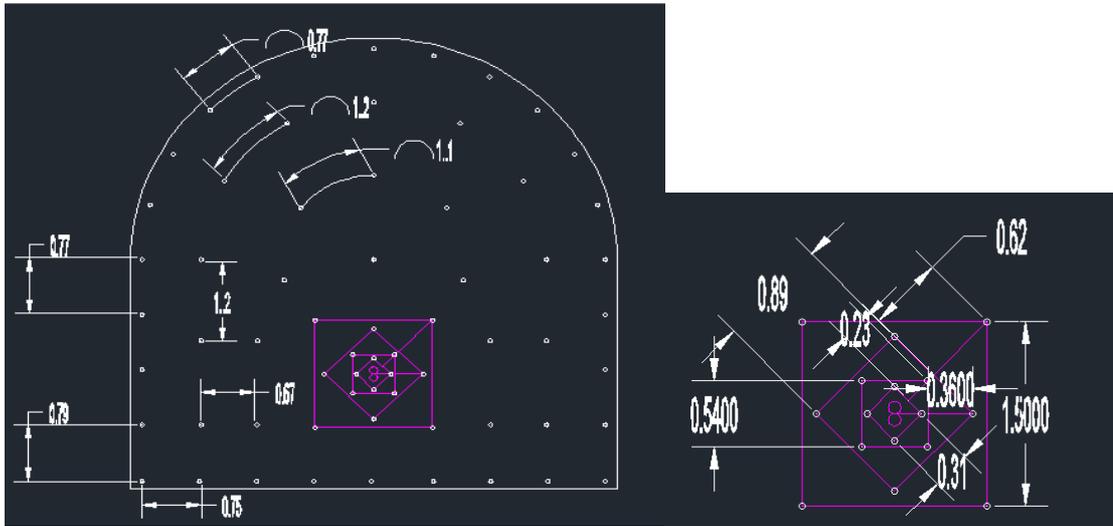
DIAGRAMAS DE DISPARO DE LA MEJORA

1. Roca tipo I



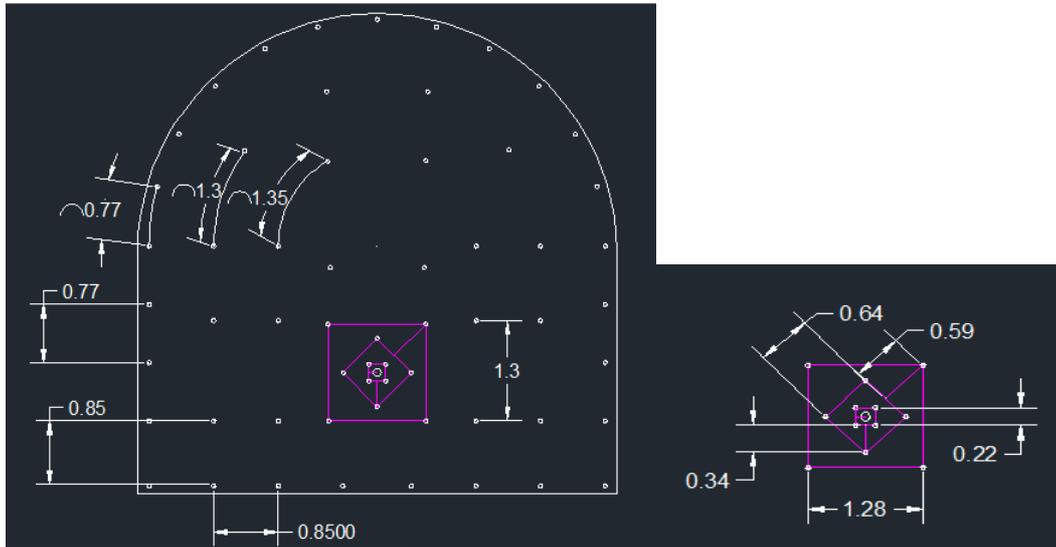
PARAMETROS PERFORACIÓN		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO SECCION	m	6.00
ALTO SECCION	m	6.20
SUPERFICIE TRONADURA	m ²	33.34
LONGITUD POZO	m	3.90
AVANCE EFECTIVO	m	3.10
N° TIROS CARGADOS	un	65
N° TIROS HUECOS	un	2
TOTAL TIROS	un	67
DIAMETRO TIRO HUECO	mm	102
VOLUMEN A TRONAR	m ³	130.03
METROS DE PERFORACION	m	261.3
EFICIENCIA	%	79%
PERFORACION ESPECIFICA	m/m ³	2.01
DENSIDAD ROCA	g/cm ³	2.50

2. Roca tipo II



PARAMETROS PERFORACIÓN		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO SECCION	m	6.20
ALTO SECCION	m	6.30
SUPERFICIE TRONADURA	m ²	34.93
LONGITUD POZO	m	3.90
AVANCE EFECTIVO	m	3.10
N° TIROS CARGADOS	un	65
N° TIROS HUECOS	un	2
TOTAL TIROS	un	67
DIAMETRO TIRO HUECO	mm	102
VOLUMEN A TRONAR	m ³	136.23
METROS DE PERFORACION	m	261.3
EFICIENCIA	%	79%
PERFORACION ESPECIFICA	m/m ³	1.92
DENSIDAD ROCA	g/cm ³	2.50

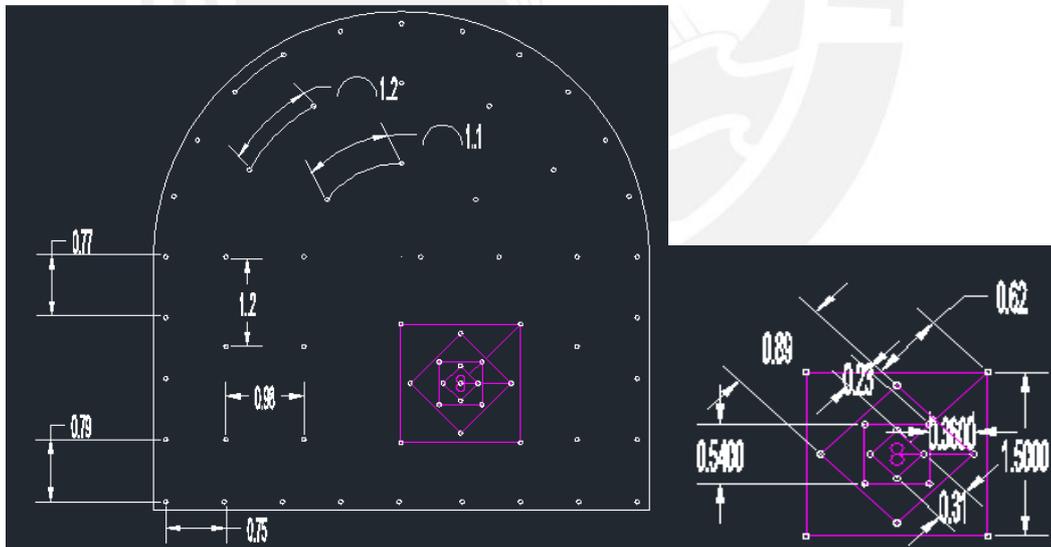
3. Roca tipo III



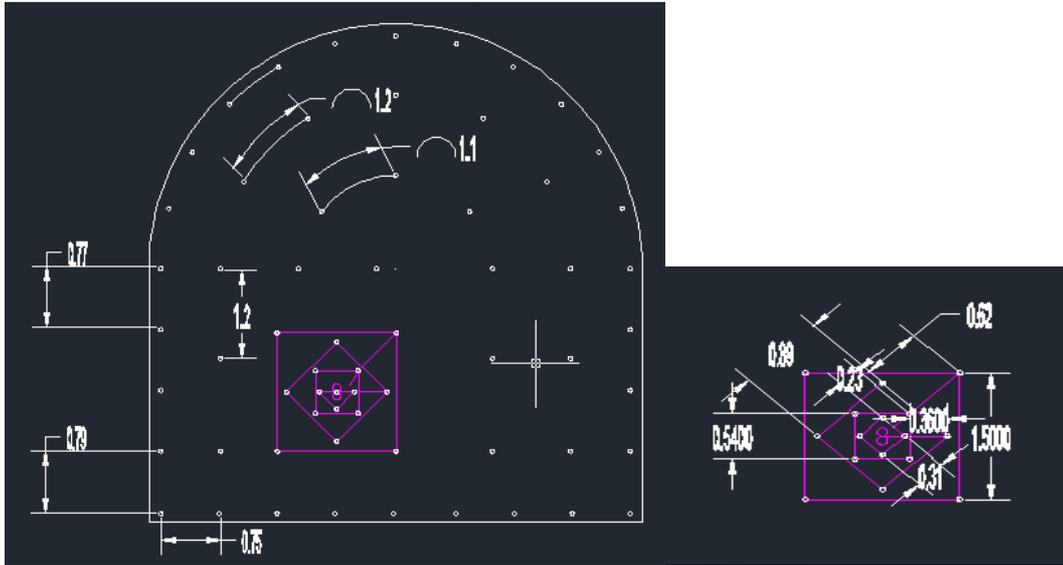
PARAMETROS PERFORACIÓN		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO SECCION	m	6.30
ALTO SECCION	m	6.35
SUPERFICIE TRONADURA	m ²	35.75
LONGITUD POZO	m	2.80
AVANCE EFECTIVO	m	2.50
N° TIROS CARGADOS	un	59
N° TIROS HUECOS	un	1
TOTAL TIROS	un	60
DIAMETRO TIRO HUECO	mm	102
VOLUMEN A TRONAR	m ³	100.10
METROS DE PERFORACION	m	168.0
EFICIENCIA ESPERA PERFORACION ESPECIFICA	%	89%
DENSIDAD ROCA	g/cm ³	2.50

PARAMETROS PERFORACIÓN		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO SECCION	m	6.00
ALTO SECCION	m	6.20
SUPERFICIE TRONADURA	m ²	33.34
LONGITUD POZO	m	3.90
AVANCE EFECTIVO	m	3.50
N° TIROS CARGADOS	un	63
N° TIROS HUECOS	un	2
TOTAL TIROS	un	65
DIAMETRO TIRO HUECO	mm	102
VOLUMEN A TRONAR	m ³	130.03
METROS DE PERFORACION	m	253.5
EFICIENCIA	%	90%
PERFORACION ESPECIFICA	m/m ³	1.95
DENSIDAD ROCA	g/cm ³	2.50

3. Roca tipo II (Rainura a la derecha)

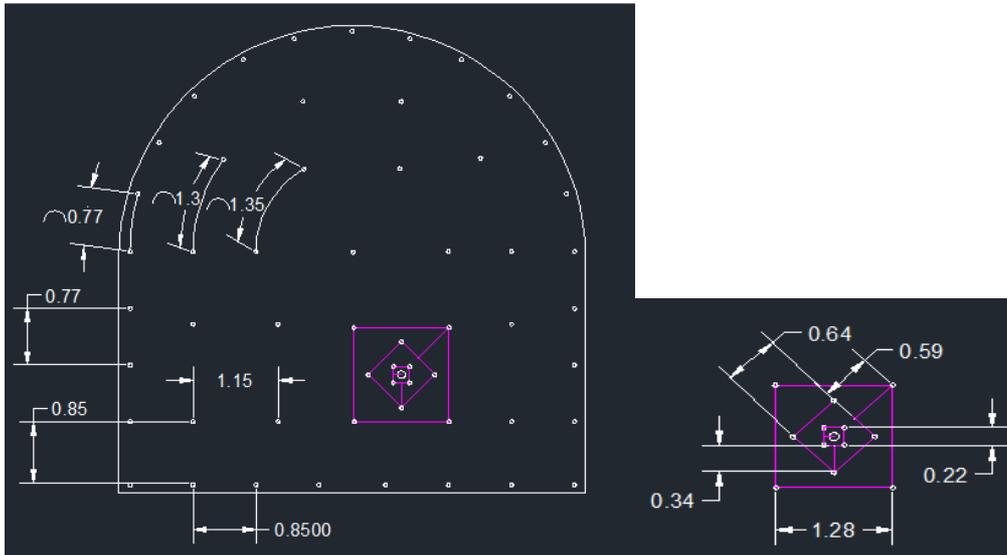


4. Roca tipo II (Rainura a la izquierda)

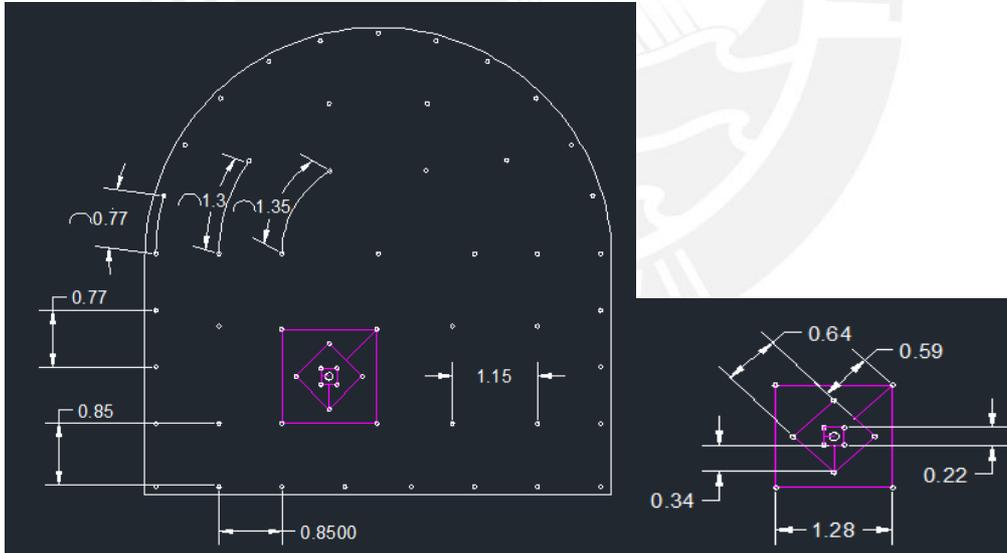


PARAMETROS PERFORACIÓN		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO SECCION	m	6.20
ALTO SECCION	m	6.30
SUPERFICIE TRONADURA	m ²	34.93
LONGITUD POZO	m	3.90
AVANCE EFECTIVO	m	3.50
N° TIROS CARGADOS	un	63
N° TIROS HUECOS	un	2
TOTAL TIROS	un	65
DIAMETRO TIRO HUECO	mm	102
VOLUMEN A TRONAR	m ³	136.23
METROS DE PERFORACION	m	253.5
EFICIENCIA	%	90%
PERFORACION ESPECIFICA	m/m ³	1.86
DENSIDAD ROCA	g/cm ³	2.50

5. Roca tipo III (Rainura a la derecha)



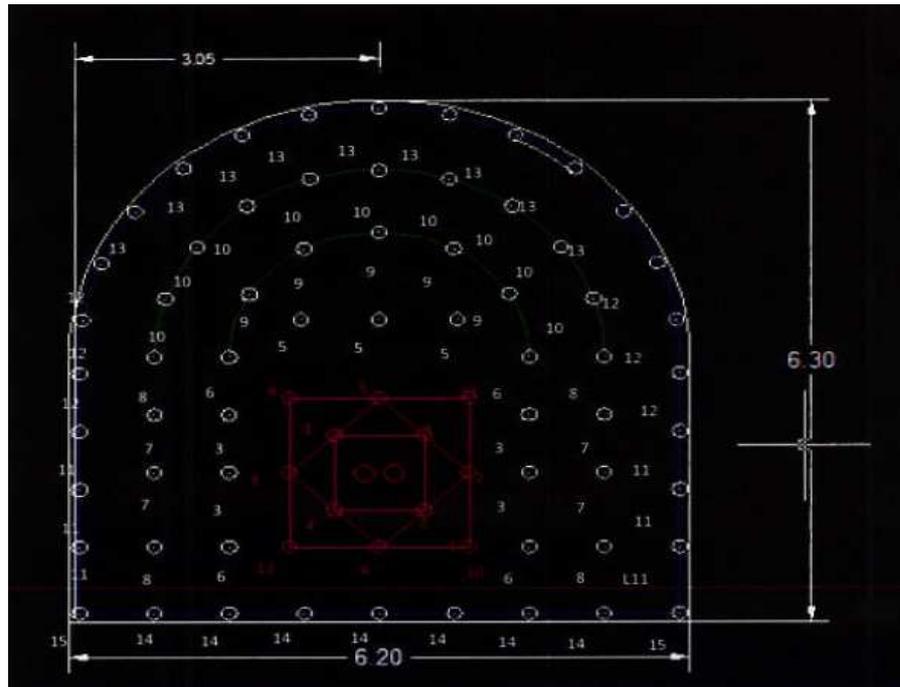
6. Roca tipo III (Rainura a la izquierda)



PARAMETROS PERFORACIÓN		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ANCHO SECCION	m	6.30
ALTO SECCION	m	6.35
SUPERFICIE TRONADURA	m ²	35.75
LONGITUD POZO	m	2.80
AVANCE EFECTIVO	m	2.50
N° TIROS CARGADOS	un	56
N° TIROS HUECOS	un	1
TOTAL TIROS	un	57
DIAMETRO TIRO HUECO	mm	102
VOLUMEN A TRONAR	m ³	100.10
METROS DE PERFORACION	m	159.6
EFICIENCIA ESPERA	%	89%
PERFORACION ESPECIFICA	m/m ³	1.59
DENSIDAD ROCA	g/cm ³	2.50



SECUENCIA DE INICIACIÓN PROPUESTA ROCA TIPO 2

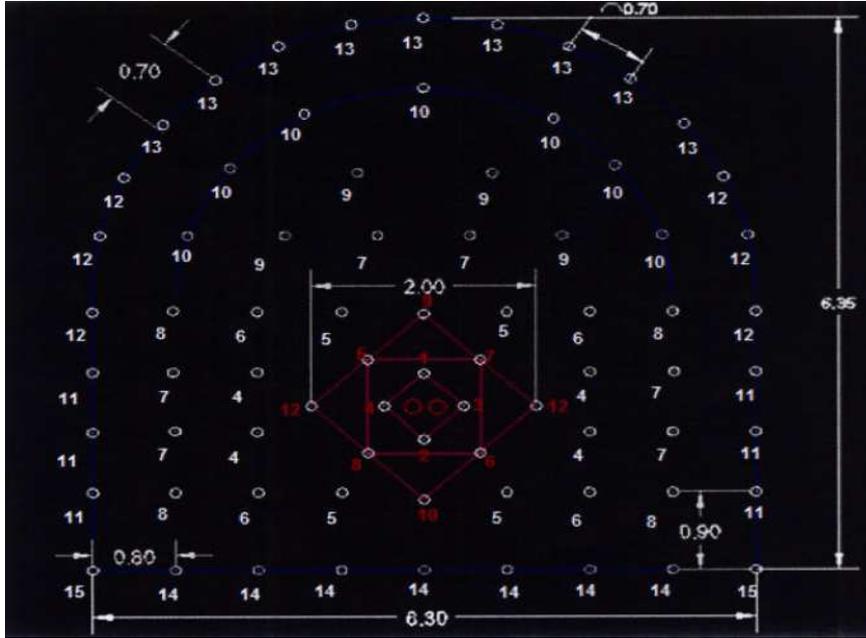


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	4
5	1400	3
6	1800	4
7	2400	4
8	3000	4
9	3800	5
10	4600	9
11	5500	6
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	7
54	8950	2
Total Retardos		63

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	1
10	500	1
11	560	1
12	620	1
Total Retardos		12

Total de Detonadores	75
----------------------	----

SECUENCIA DE INICIACIÓN PROPUESTA ROCA TIPO 3

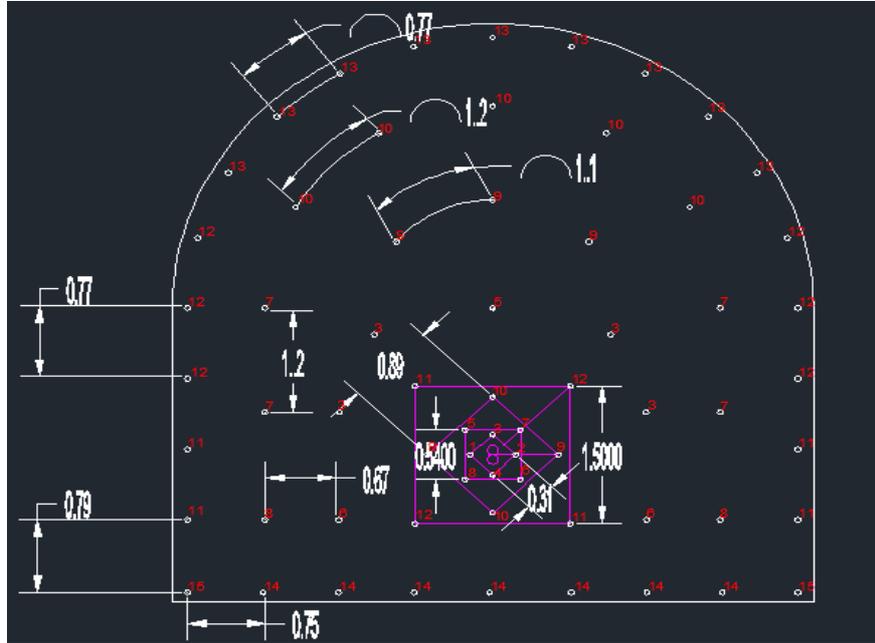


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	4
5	1400	3
6	1800	4
7	2400	4
8	3000	4
9	3800	5
10	4600	9
11	5500	6
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	7
54	8950	2
Total Retardos		63

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	1
10	500	1
11	560	1
12	620	1
Total Retardos		12

Total de Detonadores	75
----------------------	----

SECUENCIA DE INICIACIÓN MEJORA ROCA TIPO 2

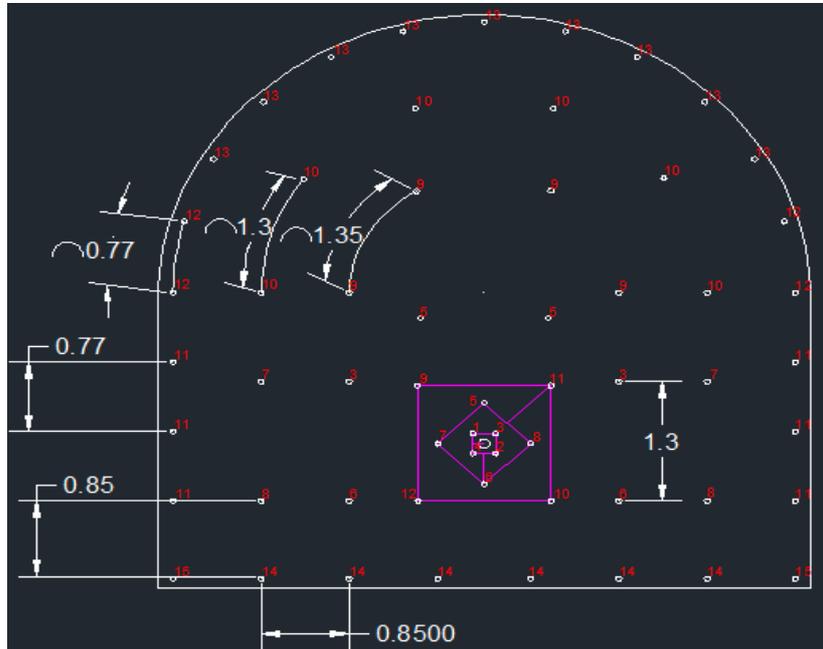


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	4
5	1400	1
6	1800	2
7	2400	4
8	3000	2
9	3800	3
10	4600	5
11	5500	4
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	7
54	8950	2
Total Retardos		49

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	2
10	500	2
11	560	2
12	620	2
Total Retardos		16

Total de Detonadores	65
----------------------	----

SECUENCIA DE INICIACIÓN MEJORA ROCA TIPO 3

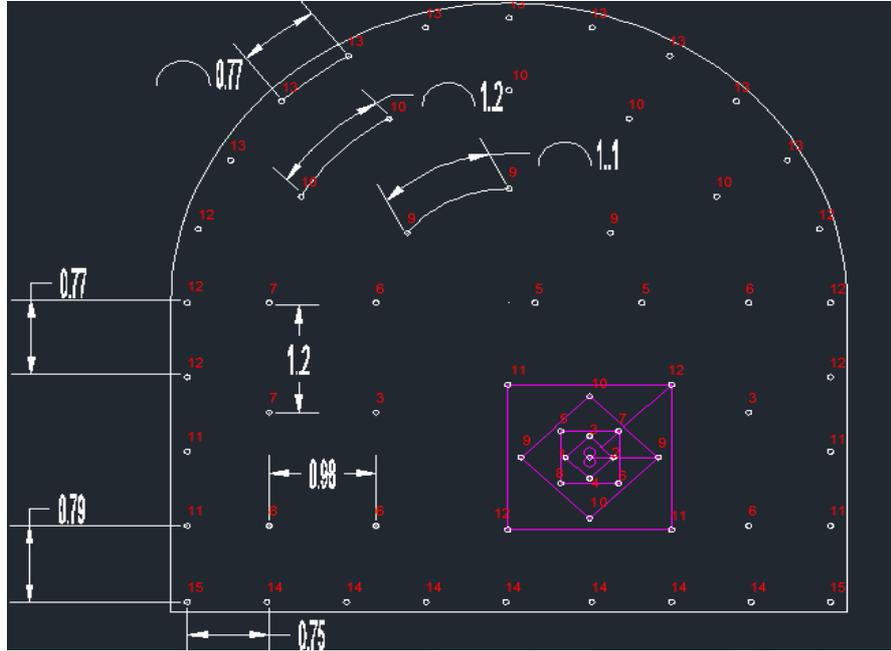


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	2
5	1400	2
6	1800	2
7	2400	2
8	3000	2
9	3800	4
10	4600	6
11	5500	6
12	6400	4
13	7400	9
14	8500	6
54	8950	2
Total Retardos		47

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	1
10	500	1
11	560	1
12	620	1
Total Retardos		12

Total de Detonadores	59
----------------------	----

SECUENCIA DE INICIACIÓN MEJORA ROCA TIPO 2 Rainura Derecha

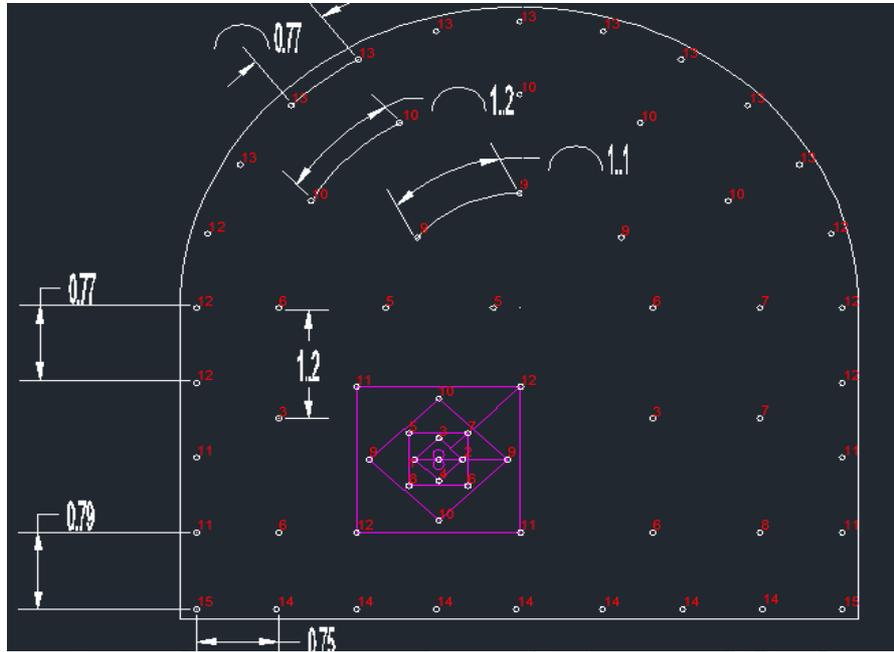


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	2
5	1400	2
6	1800	4
7	2400	2
8	3000	1
9	3800	3
10	4600	5
11	5500	4
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	7
54	8950	2
Total Retardos		47

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	2
10	500	2
11	560	2
12	620	2
Total Retardos		16

Total de Detonadores	63
-----------------------------	-----------

SECUENCIA DE INICIACIÓN MEJORA ROCA TIPO 2 Rainura Izquierda

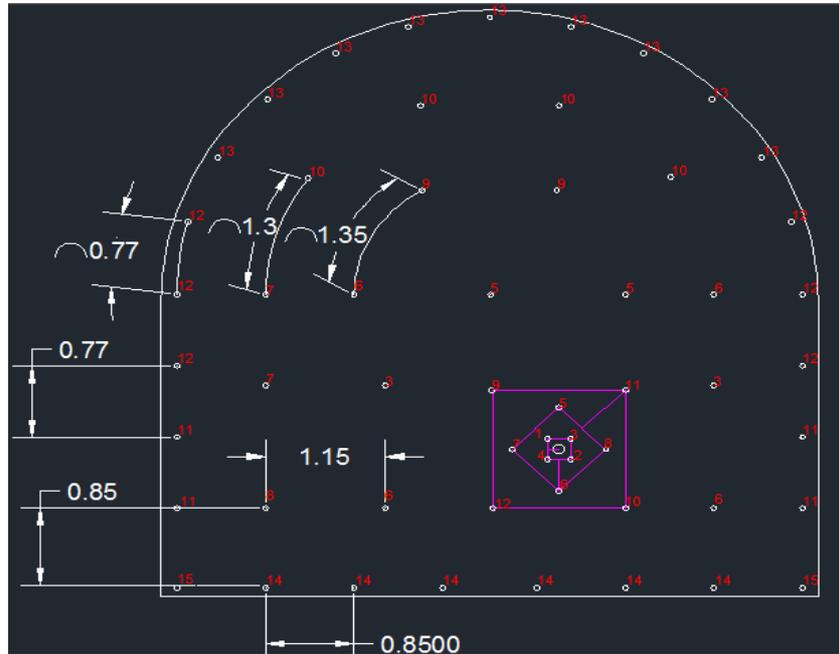


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	2
5	1400	2
6	1800	4
7	2400	2
8	3000	1
9	3800	3
10	4600	5
11	5500	4
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	7
54	8950	2
Total Retardos		47

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	2
10	500	2
11	560	2
12	620	2
Total Retardos		16

Total de Detonadores	63
----------------------	----

SECUENCIA DE INICIACIÓN MEJORA ROCA TIPO 3 Rainura Derecha

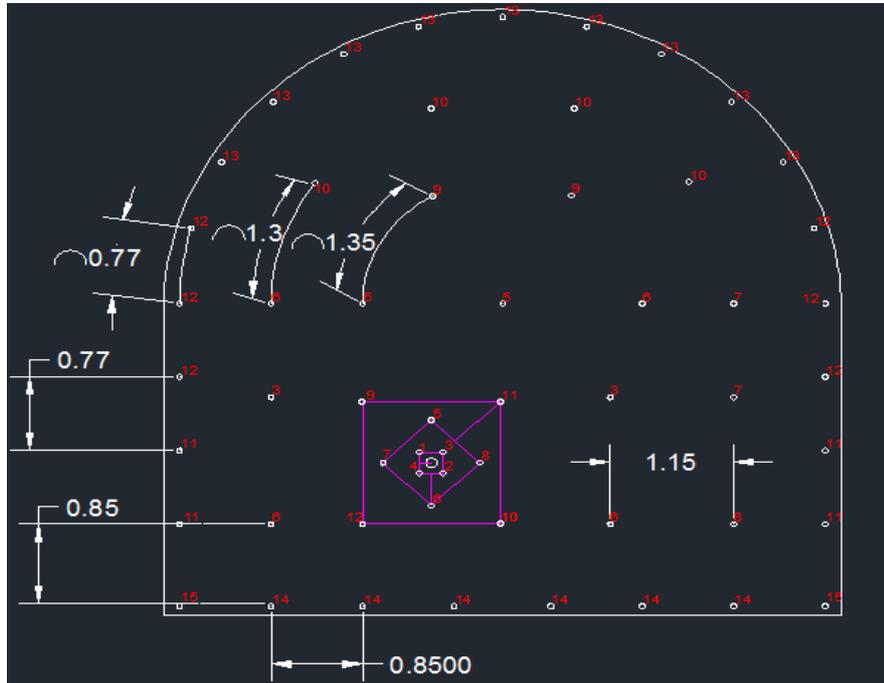


Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	2
5	1400	2
6	1800	4
7	2400	2
8	3000	1
9	3800	2
10	4600	4
11	5500	4
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	6
54	8950	2
Total Retardos		44

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	1
10	500	1
11	560	1
12	620	1
Total Retardos		12

Total de Detonadores	56
----------------------	----

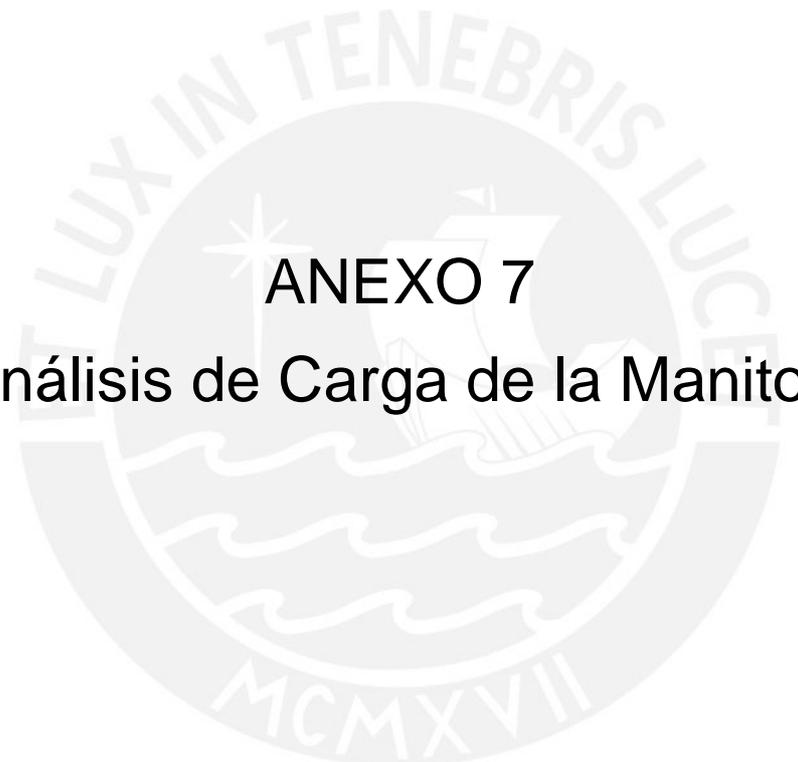
SECUENCIA DE INICIACIÓN MEJORA ROCA TIPO 3 Rainura Derecha



Detalle Iniciación Zapateras, Cajas, Corona ,Aux.		
Número	Tiempo MS	Cantidad
3	1000	2
5	1400	2
6	1800	4
7	2400	2
8	3000	1
9	3800	2
10	4600	4
11	5500	4
12	6400	6
13	7400	9
14	8500	6
54	8950	2
Total Retardos		44

Detalle Iniciación Rainura		
Número	Tiempo MS	Cantidad
1	50	1
2	100	1
3	150	1
4	200	1
5	250	1
6	300	1
7	350	1
8	400	1
9	450	1
10	500	1
11	560	1
12	620	1
Total Retardos		12

Total de Detonadores	56
----------------------	----



ANEXO 7
Análisis de Carga de la Manitou

Cálculo Factor de Seguridad Al Volcamiento Grúa Tipo Manitou

Objetivo:

Determinar si la grúa es capaz de soportar el **Peso de la Jaula + Personal + Equipos Menores**, con una elongación del brazo telescópico según las necesidades de trabajo, sin riesgo de volcamiento en la dirección del túnel.

Datos de Entrada:

Nomenclatura	Descripción	Unidad	Datos MT-X1030
a	Largo del Equipo	m	4.06
b	Altura del Equipo	m	2.30
b1	Altura de la Caja del Equipo	m	1.69
L	Extensión del Brazo en su Eje	m	8.00
i	Ángulo de inclinación del Túnel	°	22.00
θ	Ángulo de levante del Brazo	°	15
m1	Masa del Equipo	kg	7250
m2	Masa del Brazo	kg	470
Q	Masa de la Carga de Trabajo	kg	508
FS	Factor de Seguridad sugerido	adimensional	2.0

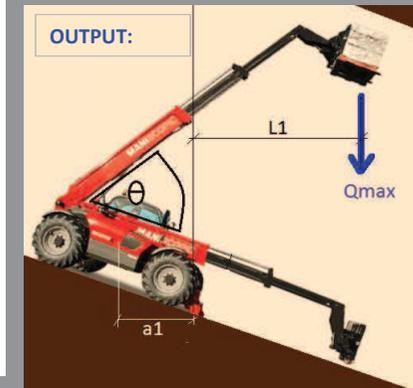
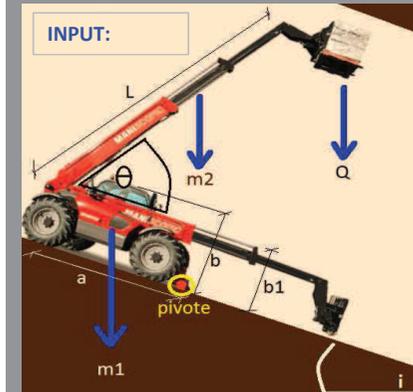
* estimado

Resultados:

Nomenclatura	Descripción	Unidad	Valor
L1	Dist. desde la Carga al Pivote	m	4.39
a1	Dist. Centro de masa del equipo al Pivote	m	1.45
Cs	Coficiente de Seguridad Real	adimensional	4.26
Qmax	Carga Segura que puede levantar la Grúa	kg	1082

Supuestos:

- Se considera el centro de gravedad del equipo en su centro geométrico.
- Se considera puntualmente la masa de la jaula y de la dotación en su interior.
- Se considera el pivote puntualmente en la parte frontal del equipo, sobre el suelo.



Fórmulas para el Cálculo:**1. Distancia horizontal desde la Carga al Pivote**

Ecuacion N° 1

$$L1 = (L - a / \cos(\theta) + b1 \sin(i)) \times \cos(\theta - i)$$

2. Distancia horizontal desde el Centro de masa del equipo al Pivote

Ecuacion N° 2

$$a1 = [a - b \tan(i)] \times \cos(i) / 2$$

3. Sumatoria de Momentos en el Eje donde pivotea el Equipo

La sumatoria de momentos en el eje de pivoteo debe ser mayor que cero hacia la pendiente positiva, lo que genera una fuerza normal al equipo que equilibra el sistema. De lo contrario el sistema rota en sentido de la pendiente negativa.

$$\Sigma M_o \geq 0$$

Ecuacion N° 3

$$L1 \times Q + L1 / 2 \times m2 - a1 \times m1 \leq 0$$

4. Cálculo del Factor de Seguridad al Volcamiento

Si el Factor de Seguridad es mayor a uno, existe equilibrio.

Ecuacion N° 4

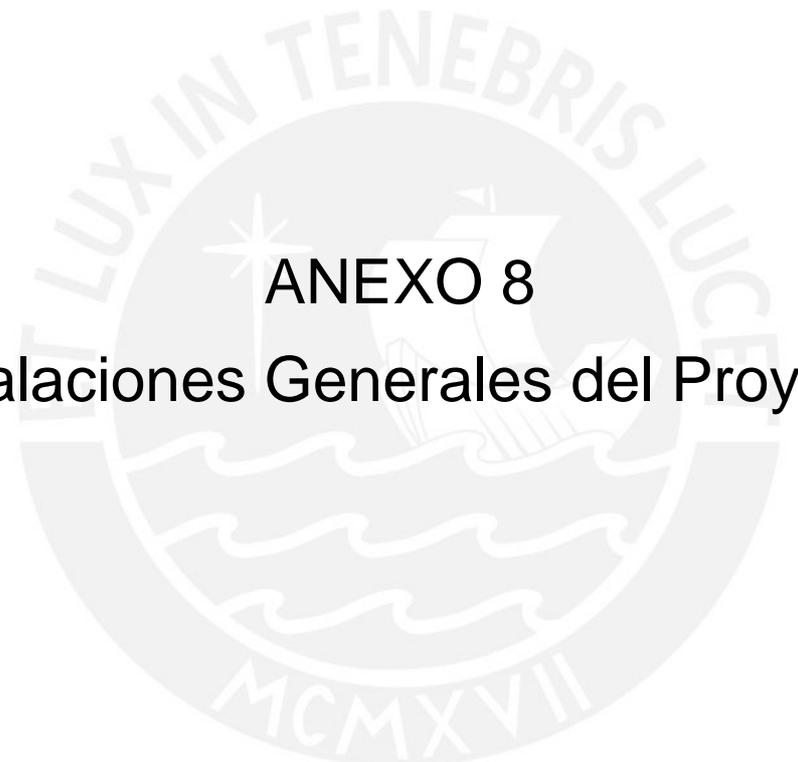
$$Cs \times L1 \times Q + L1 / 2 \times m2 - a1 \times m1 = 0$$

5. Cálculo de la Carga Segura dado un Factor de Seguridad

El fabricante generalmente recomienda un Factor de Seguridad según las condiciones donde trabajará el equipo.

Ecuacion N° 5

$$FS \times L1 \times Q_{max} + L1 / 2 \times m2 - a1 \times m1 = 0$$



ANEXO 8
Instalaciones Generales del Proyecto

INSTALACIONES Y SERVICIOS DE LOS TÚNELES

1. INSTALACIONES GENERALES

En las proximidades del túnel se ubican las siguientes instalaciones.

Oficinas de trabajo: Es una caseta prefabricada donde el jefe de turno realiza parte del trabajo y lleva el seguimiento del túnel.

Almacén: Es una caseta prefabricada equipada con estanterías, para almacenaje de los útiles y materiales necesarios para la realización del trabajo.

Servicios: Se dispone de una caseta equipada con servicios para el aseo personal.

Taller: Donde se realiza un mantenimiento preventivo a la maquinaria existente en obra, para evitar averías que puedan provocar paralización.

2. ILUMINACIÓN

La iluminación tanto a lo largo del túnel excavado como en el propio frente de excavación es fundamental para la correcta realización de los trabajos y para evitar posibles accidentes. Por ello se dispone en el frente de una iluminación superior a los 250 lux, en estas zonas se dispone de unos focos halógenos con lámpara de 400 kW sobre torretas móviles para que puedan avanzar con el frente de excavación y están situadas de forma que no entorpezcan las labores. En el resto del túnel la iluminación es superior a 50 lux.

La línea para alumbrado fijo interior, que está montada en el hastial del túnel se acomete desde el exterior a 380 V. Los puntos de luz a lo largo de los túneles consisten en pantallas fluorescentes de doble tubo situadas cada 15 m (2 X 40 W).

3. RED ELÉCTRICA

La alimentación a las diferentes cargas tanto al exterior como al interior del túnel se realizarán utilizando grupos generadores de trabajo continuo.

Dada la longitud del túnel, la alimentación tanto en la zona de las bocas como en el interior de los túneles se efectúa en baja tensión, además se tiene próximo al frente un tablero de distribución desde donde se alimenta y protege las cargas asociadas tales como los sistemas de ventilación, iluminación, equipos de construcción y drenaje.

La demanda del grupo electrógeno instalado en la boca del túnel se puede ver en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Necesidad Eléctrica Exterior Túnel

Necesidades en el Exterior	
Aire comprimido	100 KVA
Ventilador	70 KVA
Red de agua	10 KVA
Taller, oficinas y vestuarios	75 KVA
Varios	15 KVA
TOTAL	270 KVA

Cuadro 2. Necesidad Eléctrica Interior Túnel

Necesidades en el Interior	
Jumbo	170 KVA
Iluminación	15 KVA
Desagüe	100 KVA
Shotcretera	45 KVA
Varios	15 KVA
Total	345 KVA
Coeficiente de simultaneidad	0,85
TOTAL	293 KVA

Por lo que para abastecer las necesidades tanto en el exterior como en el interior desde la boca de ataque se dispone de un grupo electrógeno con capacidad de 600 KVA.

4. RED DE AIRE COMPRIMIDO

La presión a la que funcionan la mayoría de las máquinas que utilizan el aire comprimido como energía, es de 6,5 a 7 atm. Por lo tanto, cuando se tiene una presión demasiado baja el rendimiento es malo, los consumos del material de perforación son más altos y las máquinas en general sufren más. Por lo que este tipo de instalaciones tienen más importancia de la que se le suele dar en muchas ocasiones.

Las partes más importantes de estas instalaciones son:

- Los compresores
- Las tuberías

- Los Tanques de presión

En el caso de este túnel se usan compresores eléctricos refrigerados por aire. Los compresores se dimensionaron teniendo en cuenta las puntas máximas de consumo.

Necesidad de aire

La punta máxima de consumo se produce durante la ejecución de la proyección de shotcrete, un desglose por labores de estas necesidades es el siguiente:

1 Equipo Proyección Shotcrete.....	14 m ³ /min.
1 Bomba para drenaje.....	5 m ³ /min.
Total.....	19 m ³ /min.

Por lo que el compresor es de 21 m³ /min para poder cumplir con los requerimientos.

Tuberías de aire

El dimensionado de la tubería de aire se realiza para la máxima longitud, es decir 577 m. Teniendo en cuenta esta longitud, que el caudal punta calculado anteriormente es de 21 m³ /min, la presión inicial es de 7 atm y admitiendo una perdida máxima de 0,25 kg/cm². Midiendo en el gráfico N° 1 se puede comprobar que la pérdida de presión para una tubería de 4 pulgadas es inferior a la pérdida de presión exigida y por tanto es óptima para las condiciones de trabajo exigidas a lo largo del túnel.

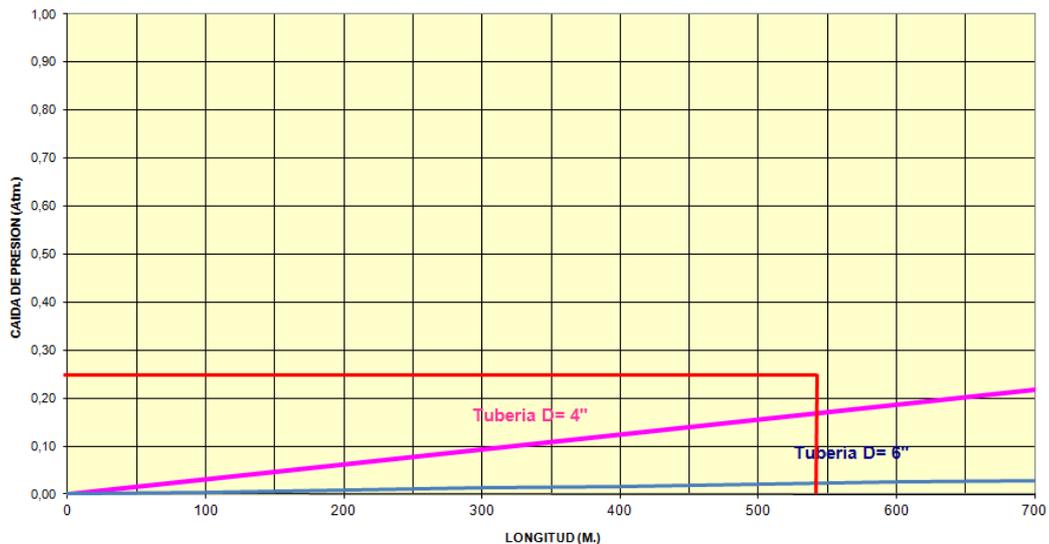


Figura 1. Pérdidas de Presión en las Tuberías de Aire Comprimido.

Acumuladores

Debido a que en las instalaciones de aire comprimido harán falta acumuladores para el almacenamiento de la presión con un volumen de al menos 10 % de la capacidad del compresor, se considera oportuno montar uno a la salida del compresor con una capacidad de 2 m^3 y otro en las proximidades del frente de trabajo. Cada uno provisto de su correspondiente válvula de seguridad, así como de grifo para poder eliminar el agua que se acumule en ellos.

5. RED DE VENTILACIÓN

Las bases de cálculo para la ventilación de los túneles consideran la altitud geográfica a la que se encuentra y que el sistema sea capaz de evacuar los gases de la tronadura y de los equipos que se usan en un tiempo no mayor a 30 minutos, para asegurar una atmósfera en el interior del túnel para el personal con índices de gases nocivos inferior a los máximos legales permitidos.

La ventilación se ha calculado teniendo en cuenta los siguientes parámetros de partida:

- El cálculo de ventilación se ha realizado para la longitud máxima del túnel más largo (577 m).
- Las concentraciones volumétricas máximas recomendables son 40 ppm de monóxido de carbono, 20 ppm. óxidos de nitrógeno y el contenido de oxígeno en el aire debe ser superior a 19.5 %.

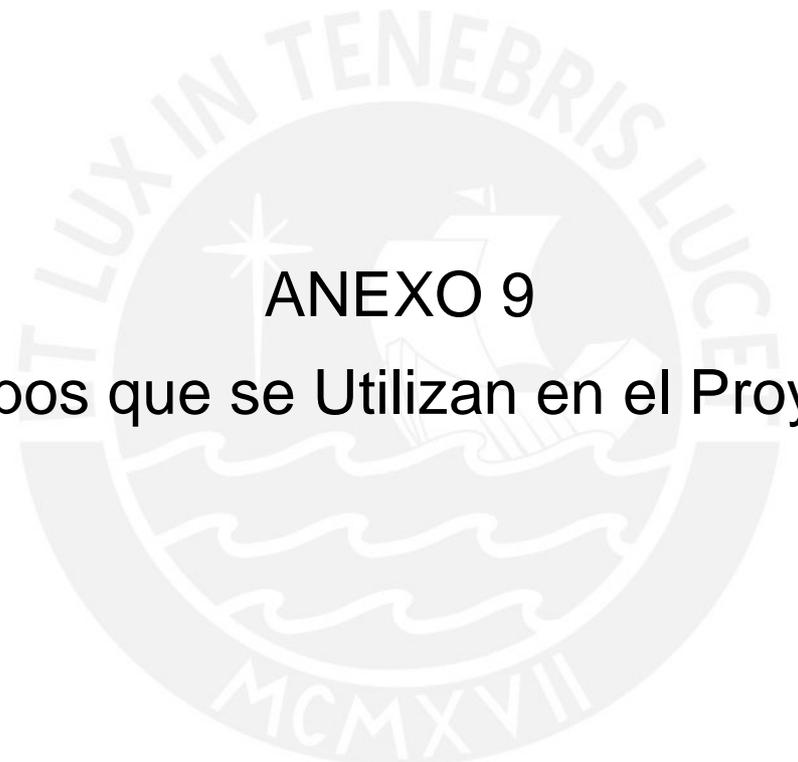
VENTILACIÓN TÚNELES CORREA	
PERFORACION Y VOLADURA	
CALCULO CAUDAL	
MAQUINARIA	
$Q_M = 2,5 \times C_V \times C_R$ (m ³ /min)	Q _M = CAUDAL MAQUINARIA (m ³ /min) C _V = POTENCIA MAQUINARIA (HP) C _R = COEFICIENTE DE REDUCCION
POTENCIA DUMPER (HP)	343
Coeficiente de utilización Dumper	0,55
POTENCIA PALA CARGADORA (HP)	335
Coeficiente de utilización Pala cargadora	0,8
Nº DUMPER (UD)	0
Nº PALA CARGADORA (UD)	2
POTENCIA OTRA MAQUINARIA (HP)	100
Coeficiente de utilización otras maquinaria	0,5
$Q_M = 2,83 \times C_V \times C_R$ (m ³ /min) =	1658,38
PERSONAL	
$Q_P = 3 \times N_P$ (m ³ /min)	Q _P = CAUDAL PERSONAL (m ³ /min) N _P = Nº PERSONAS
N _P = Nº PERSONAS	9
$Q_P = 3 \times N_P$ (m ³ /min) =	27
$Q_F = Q_M + Q_P$ (m ³ /min)	Q _F = CAUDAL FRENTE (m ³ /min) Q _M = CAUDAL MAQUINARIA (m ³ /min) Q _P = CAUDAL PERSONAL (m ³ /min)
$Q_F = Q_M + Q_P$ (m ³ /min) =	1685
$Q_i = Q_F / (1 - ((1,5/100) \times (L_T/100)))$ (m ³ /min)	Q _i = CAUDAL INICIAL (m ³ /min) Q _F = CAUDAL FRENTE (m ³ /min) L _T = LONGITUD TUNEL (m) (PERDIDAS 1,5 %)
L _T = LONGITUD TUNEL (m) =	623
$Q_i = Q_F / (1 - ((1,5/100) \times (L_T/100)))$ (m ³ /min) =	1859,11
Q (m ³ /s) =	30,99
D TEÓRICO = $0,29 \times Q_T^{0,5}$ (m)	D = DIAMETRO DE TUBERIA (m) Q _T = CAUDAL INICIAL (m ³ /min) (VELOCIDAD 15 m/s)
D Teórico = $0,29 \times Q_T^{0,5}$ (m)	1,61
DIAMETRO REAL	1,60
S = SECCIÓN (m ²)	2,01
V = Q_i / S (m/s)	15,41

Figura 2. Cálculo del Caudal Necesario

CALCULO RESISTENCIA	
PRESION DINAMICA	
$P_D = V^2 \times 1,2 / (2 \times g)$ (mm.c.a)	$P_D =$ PRESION DINAMICA (mm.c.a) $V =$ VELOCIDAD (m/s) $g =$ GRAVEDAD
$P_D = V^2 \times 1,2 / (2 \times g)$ (mm.c.a) =	14,53
RESISTENCIA ROZAMIENTO TUBERIA	
$P_R = r \times L_T$ (mm.c.a)	$P_R =$ PRESION ROZAMIENTO (mm.c.a) $L_T =$ LONGITUD TUNEL (m) $r =$ RESISTENCIA METRO TUBERIA
r (VER TABLA)	0,1
$P_R = r \times L_T$ (mm.c.a) =	62,3
RESISTENCIA TOTAL	
$R_T = P_D + P_R$ (mm.c.a)	$R_T =$ RESISTENCIA TOTAL (mm.c.a) $P_D =$ PRESION DINAMICA (mm.c.a) $P_R =$ PRESION ROZAMIENTO (mm.c.a)
$R_T = P_D + P_R$ (mm.c.a) =	76,83
+ 30 % RESISTENCIAS VARIAS (P)	23,05
RESISTENCIA TOTAL	99,87
POTENCIA VENTILADOR	
$W = 1,2 \times Q_i \times P / (100 \times R)$ (Kw)	$W =$ POTENCIA VENTILADOR (kW) $Q_i =$ CAUDAL INICIAL (m ³ /s) $P =$ RESISTENCIA TOTAL (mm ca) $R =$ RENDIMIENTO VENTILADOR
$R =$ RENDIMIENTO VENTILADOR	0,75
$W = 1,2 \times Q_i \times P / (100 \times R)$ (Kw) =	49,51
CARECTERICAS VENTILADOR	
CAUDAL INICIAL (m ³ /s)	30,99
PRESION TOTAL (mm.c.a)	99,87

Figura 3. Cálculo del Ventilador Necesario

Así, se considera adecuado emplear un ventilador axial ZITRON ZVN 1-12/75 4 de 75 kW de potencia y que proporciona un caudal de 55 m³/s.



ANEXO 9

Equipos que se Utilizan en el Proyecto

EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN LA LABOR DE TRABAJO

En las siguientes tablas se muestran los equipos que se utilizan en la construcción de los túneles.

Cuadro 1. Maquinarias para Excavación de los Túneles Correas.

LABOR	Nº	Tipo	Características	Notas
EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA DE FRENTE	1	Jumbo hidráulico de 2 brazos	ATLAS COPCO L2C	175 CV
	1	Palas cargadoras perfil bajo	ATLAS COPCO ST14	335 CV
	1	Pala cargadora en boca de ataque	KOMATSU WA-430	216 hp
	3	Camiones para traslado escombros a zona de vertido	Mercedes Benz 4144	20 m ³
	1	Martillo hidráulico 2000 kg sobre retro	POCLAIN 70	130 hp
	1	Camión transporte y carga de explosivos		
SOSTENIMIENTO	1	Jumbo de 2 brazos (el mismo equipo utilizado en la excavación)	ATLAS COPCO L2C	175 CV
	1	Plataforma elevadora telescópica	NORMET HIMEC 9910	1 Ton
	1	Robot Jet de Proyección Shotcrete	PUTZMEISTER SIKA PM-500	12 m ³ /h
	1	Lechadora	Sprayboy P12	6-12 l/min
	1	Camión hormigonera perfil bajo	NORMET VARIOMECH 1050 D	5,5 m ³
OTROS	1	Grupo Electrónico	Cummins DQCB	600 KVA
	3	Bombas sumergibles	Grindex Maxi H	48 kW
	1	Compresor	INGERSOLL RAND SSR-ML 110	21m ³ /min
	1	Grupo de presión	ZEDA BJ-4, 2,5	8 m ³ /h, 3 C.V.
	1	Ventilador	ZITRON ZVN 1-12/75 4	75 Kw, Q=55m ³ /s

Cuadro 2. Equipos a Utilizar en las Instalaciones de los Túneles Correas

Nº	Tipo	Características	Notas
INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
1	Grupo electrógeno	600 KVA	Exterior
1	Cuadro de distribución	380 V	Exterior
1	Cuadro de distribución	380 V	Interior
AIRE COMPRIMIDO			
1	Compresor	21 m ³ /min	Eléctrico/Exterior
		INGERSOLL RAND SSR ML-110	
1	Tubería	4"	
1	Tanque de Presión	2 m ³	Exterior
RED DE VENTILACIÓN			
1	Ventilador insonorizado	75 kW	Extracción
		ZITRON ZVN 1-12/75 4	
1	Manga	L=Variable;	Reforzada
		Ø=1,60 μ	
RED DE DESAGÜE			
1	Tubería	L=Variable; AE=3"	
3	Bombas de achique	48 Kw	1 En el frente
		GRINDEX Maxi H	1 en piscina de transferencia
RED DE AGUA			
1	Depósito	75 m ³	Exterior
1	Bomba de agua limpia	3 C.V.	Exterior
1	Tubería	L=Variable; AE=3"	



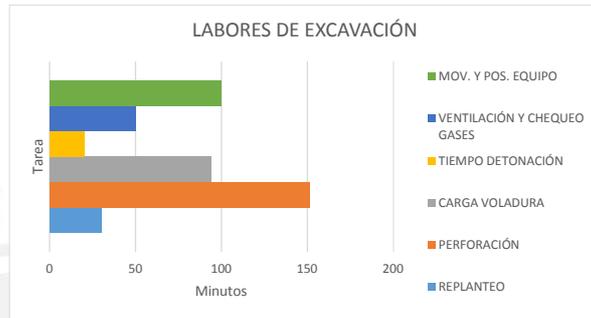
ANEXO 10
Rendimientos de la Propuesta

DATOS	CODELCO	FORTIFICACIÓN TIPO 1
	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	PERFORACIÓN Y VOLADURA
	FASE	SECCIÓN COMPLETA
	AVANCE	3.5 METROS

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO	0
	PERNOS 22 MM	L=3.5X2.4X2.4
	MALLAS	NO
	MARCO RETICULADO	NO
	OTROS	NO

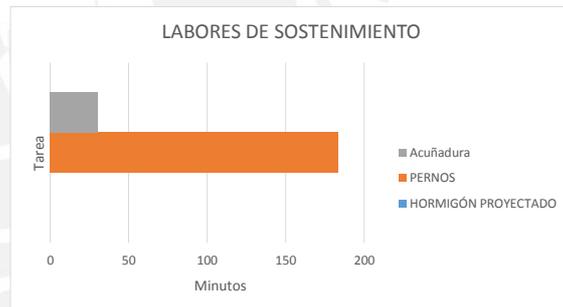
MEDICIÓN	SECCIÓN EXCAVACIÓN	33.34	m ²
	VOLUMEN HORMIGÓN PROYECTADO	0	m ³
	PERNOS	15	un/disparo
	ESPACIADO MARCOS	0	m
	MALLA	0	m ² /disparo

EXCAVACIÓN	REPLANTEO	30	minutos
	PERFORACIÓN		
	Número de tiros	77	unidades
	Velocidad de perforación	2.5	m/s
	Número de brazos	2	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de barreno	3.9	m
	M lineales de perforación	300.3	m
	M lineales por perforadora	150.15	m
	Tiempo neto perforación	60.06	minutos
	Número tiros por perforadora	39	unidades
	Tiempo cambio de tiro	1.25	minutos
	Tiempo neto cambio de tiros	48.125	minutos
	Tiempo por cambio de brocas	23.1	minutos
	Tiempo por averías	20	minutos
Tiempo De Perforación	151.3	minutos	
CARGA VOLADURA			
Tiempo en cargar un tiro	1.25	minutos	
Tiempo de carga explosivo	93.75	minutos	
TIEMPO DETONACIÓN	20	minutos	
VENTILACIÓN Y CHEQUEO GASES	50	minutos	
MOV. Y POS. EQUIPO	100	minutos	



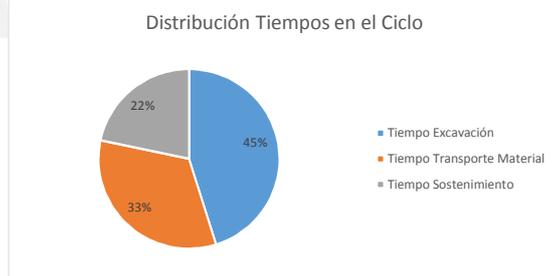
Tiempo Excavación	445.0	minutos
	7.42	horas

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO		
	Espesor	0	cm
	Sección	0	m ²
	Rechazo	20	%
	Avance	3.5	m
	Rendimiento	6	m ³ /hr
	Tiempo para lanzar hormigón proyectado	0	minutos
	PERNOS		
	Movimiento y Posicionamiento de Equipos	100	minutos
	Número de paradas por disparo	2	unidades
	Número de pernos por disparo	15	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de pernos de perforación	3.4	m
	Rendimiento perforación	1.5	m/min
	Tiempo perforación	34.00	minutos
Rendimiento colocación pernos	3.3	minutos/ud	
Tiempo colocación de pernos	49.5	minutos	
Tiempo Total	183.5	minutos	
Acuñadura	30	minutos	



Tiempo Sostenimiento	213.5	minutos
	3.56	horas

RECOJO ESTÉRIL	RECOJO DE ESTÉRIL		
	Sección	33.34	m ²
	Longitud de avance	3.5	m
	Esponjamiento	40	%
	Volumen	163.37	m ³
	Rendimiento cargadora	30	m ³ /hr
	Tiempo recojo estéril	326.73	minutos



Tiempo Transporte Material	326.7	minutos
	5.45	horas

TIEMPO DE CICLO	
Excavación	7.42 hr
Sostenimiento	3.56 hr
Recojo Estéril	5.45 hr
Tiempo Total	16.42 hr

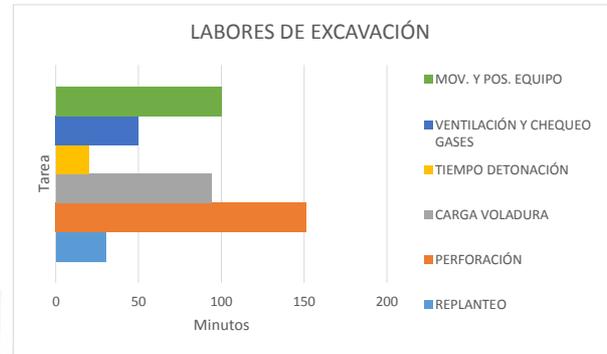
RENDIMIENTO CICLO	
NUMERO DE TURNOS	2 unidades
HORAS EFECTIVAS POR TURNOS	9 horas
RENDIMIENTO	3.84 m³/día

DATOS	CODELCO	FORTIFICACIÓN TIPO 1
	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	PERFORACIÓN Y VOLADURA
	FASE	SECCIÓN COMPLETA
	AVANCE	3.5 METROS

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO	0	
	PERNOS 22 MM	L=3.5X2.4X2.4	
	MALLAS	NO	
	MARCO RETICULADO	NO	
	OTROS	NO	

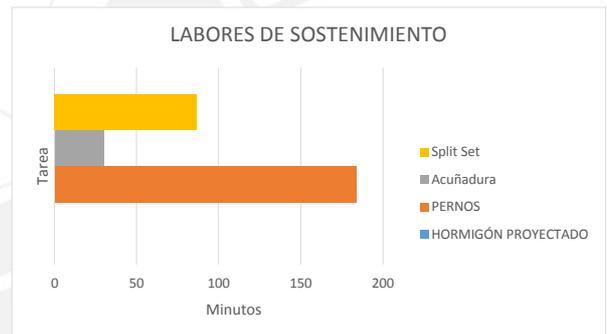
MEDICIÓN	SECCIÓN EXCAVACIÓN	33.34	m2
	VOLUMEN HORMIGÓN PROYECTADO	0	m3
	PERNOS	15	un/disparo
	ESPACIADO MARCOS	0	m
	MALLA	0	m2/disparo

EXCAVACIÓN	REPLANTEO	30	minutos
	PERFORACION		
	Número de tiros	77	unidades
	Velocidad de perforación	2.5	m/s
	Número de brazos	2	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de barreno	3.9	m
	M lineales de perforación	300.3	m
	M lineales por perforadora	150.15	m
	Tiempo neto perforación	60.06	minutos
	Número tiros por perforadora	39	unidades
	Tiempo cambio de tiro	1.25	minutos
	Tiempo neto cambio de tiros	48.125	minutos
	Tiempo por cambio de brocas	23.1	minutos
	Tiempo por averías	20	minutos
Tiempo De Perforación	151.3	minutos	
CARGA VOLADURA			
Tiempo en cargar un tiro	1.25	minutos	
Tiempo de carga explosivo	93.75	minutos	
TIEMPO DETONACIÓN	20	minutos	
VENTILACION Y CHEQUEO GASES	50	minutos	
MOV. Y POS. EQUIPO	100	minutos	



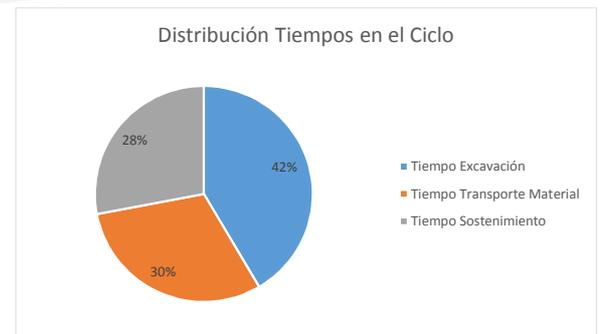
Tiempo Excavación	445.0	minutos
	7.42	horas

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO		
	Espesor	0	cm
	Sección	0	m2
	Rechazo	20	%
	Avance	3.5	m
	Rendimiento	6	m3/hr
	Tiempo para lanzar hormigón proyectado	0	minutos
	PERNOS		
	Movimiento y Posicionamiento de Equipos	100	minutos
	Número de paradas por disparo	2	unidades
	Número de pernos por disparo	15	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de pernos de perforación	3.4	m
	Rendimiento perforación	1.5	m/min
	Tiempo perforación	34.00	minutos
Rendimiento colocación pernos	3.3	minutos/ud	
Tiempo colocación de pernos	49.5	minutos	
Tiempo Total	183.5	minutos	
Acuñaadura	30	minutos	
SPLIT SET			
Cantida de Split Set por disparo	24	unidades	
Cantidad de metros perforados	57.6	m	
Tiempo perforación Split set	38.4	minutos	
Tiempo instalación 1 Split set	2	minutos	
Tiempo instalación Split set por disparo	48	minutos	
Tiempo Total Split Set	86.4	minutos	



Tiempo Sostenimiento	299.9	minutos
	5.00	horas

RECOJO ESTÉRIL	RECOJO DE ESTÉRIL		
	Sección	33.34	m2
	Longitud de avance	3.5	m
	Esponjamiento	40	%
	Volumen	163.37	m3
	Rendimiento cargadora	30	m3/hr
	Tiempo recojo estéril	326.73	minutos



Tiempo Transporte Material	326.7	minutos
	5.45	horas

TIEMPO DE CICLO		
Excavación	7.42	hr
Sostenimiento	5.00	hr
Recojo Estéril	5.45	hr
Tiempo Total	17.86	hr

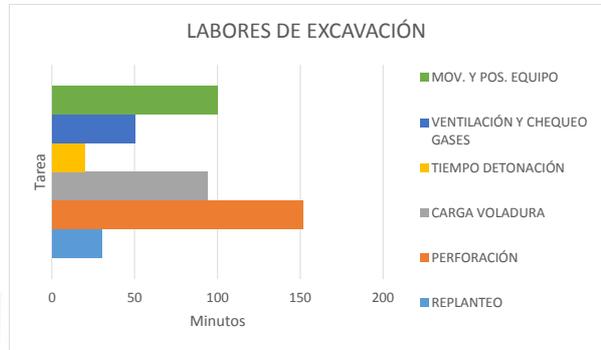
RENDIMIENTO CICLO		
NUMERO DE TURNOS	2	unidades
HORAS EFECTIVAS POR TURNOS	9	horas
RENDIMIENTO	3.53	m/día

DATOS	CODELCO	FORTIFICACION TIPO 2
	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	PERFORACIÓN Y VOLADURA
	FASE AVANCE	SECCIÓN COMPLETA 3.5 METROS

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO	SI
	PERNOS 22 MM	L=3.5X2.1X2.1
	MALLAS	NO
	MARCO RETICULADO	NO
	OTROS	NO

MEDICIÓN	SECCIÓN EXCAVACIÓN	34.93	m2
	VOLUMEN HORMIGÓN PROYECTADO	5.08	m3
	PERNOS	19	un/disparo
	ESPACIADO MARCOS	0	m
	MALLA	0	m2/disparo

EXCAVACION	REPLANTEO	30	minutos
	PERFORACIÓN		
	Número de tiros	77	unidades
	Velocidad de perforación	2.5	m/s
	Número de brazos	2	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de barreno	3.9	m
	M lineales de perforación	300.3	m
	M lineales por perforadora	150.15	m
	Tiempo neto perforación	60.06	minutos
	Número tiros por perforadora	39	unidades
	Tiempo cambio de tiro	1.25	minutos
	Tiempo neto cambio de tiros	48.125	minutos
	Tiempo por cambio de brocas	23.1	minutos
	Tiempo por averías	20	minutos
	Tiempo De Perforación	151.3	minutos
	CARGA VOLADURA		
	Tiempo en cargar un tiro	1.25	minutos
Tiempo de carga explosivo	93.75	minutos	
TIEMPO DETONACIÓN	20	minutos	
VENTILACION Y CHEQUEO GASES	50	minutos	
MOV. Y POS. EQUIPO	100	minutos	



Tiempo Excavación	445.0	minutos
	7.42	horas

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO		
	Espesor	7.5	cm
	Sección	56.49	m2
	Rechazo	20	%
	Avance	3.5	m
	Rendimiento	6	m3/hr
	Tiempo para lanzar hormigón proyectado	50.84	minutos
	PERNOS		
	Movimiento y Posicionamiento de Equipos	100	minutos
	Número de paradas por disparo	2	unidades
	Número de pernos por disparo	19	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de pernos de perforación	3.4	m
	Rendimiento perforación	1.5	m/min
	Tiempo perforación	43.07	minutos
	Rendimiento colocación pernos	3.3	minutos/ud
	Tiempo colocación de pernos	62.7	minutos
	Tiempo Total	205.77	minutos
Acuñadura	30	minutos	

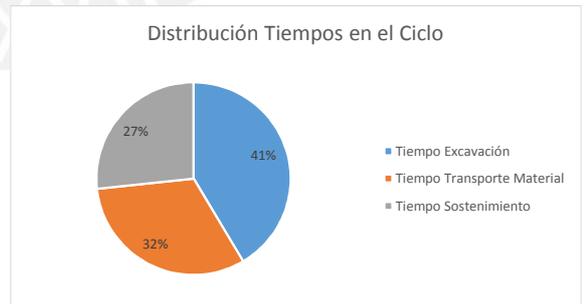


Tiempo Sostenimiento	286.6	minutos
	4.78	horas

RECOJO ESTÉRIL	RECOJO DE ESTÉRIL		
	Sección	34.93	m2
	Longitud de avance	3.5	m
	Esponjamiento	40	%
	Volumen	171.16	m3
	Rendimiento cargadora	30	m3/hr
	Tiempo recojo estéril	342.31	minutos

Tiempo Transporte Material	342.3	minutos
	5.71	horas

TIEMPO DE CICLO		
Excavación	7.42	hr
Sostenimiento	4.78	hr
Recojo Estéril	5.71	hr
Tiempo Total	17.90	hr



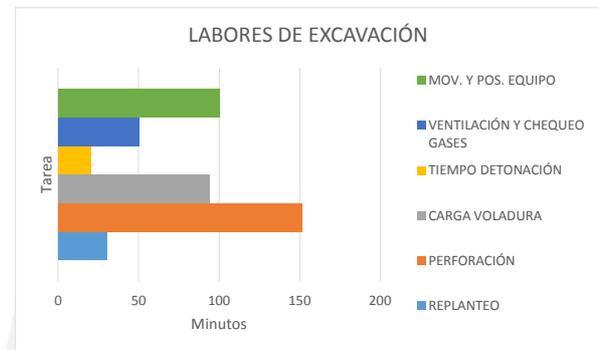
RENDIMIENTO CICLO		
NUMERO DE TURNOS	2	unidades
HORAS EFECTIVAS POR TURNOS	9	horas
RENDIMIENTO	3.52	m/día

DATOS	CODELCO	FORTIFICACIÓN TIPO 2
	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	PERFORACIÓN Y VOLADURA
	FASE AVANCE	SECCIÓN COMPLETA 3.5 METROS

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO	SI
	PERNOS 22 MM	L=3.5X2.1X2.1
	MALLAS	NO
	MARCO RETICULADO	NO
	OTROS	NO

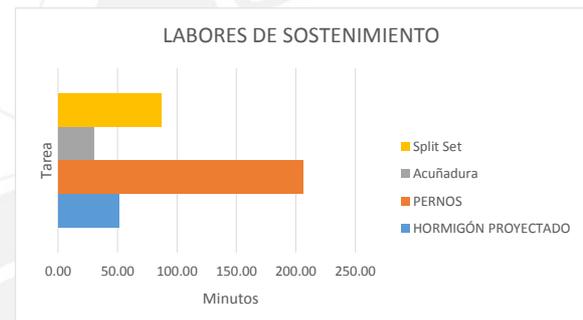
MEDICIÓN	SECCIÓN EXCAVACIÓN	34.93	m2
	VOLUMEN HORMIGÓN PROYECTADO	5.08	m3
	PERNOS	19	un/disparo
	ESPACIADO MARCOS	0	m
	MALLA	0	m2/disparo

EXCAVACIÓN	REPLANTEO	30	minutos
	PERFORACIÓN		
	Número de tiros	77	unidades
	Velocidad de perforación	2.5	m/s
	Número de brazos	2	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de barreno	3.9	m
	M lineales de perforación	300.3	m
	M lineales por perforadora	150.15	m
	Tiempo neto perforación	60.06	minutos
	Número tiros por perforadora	39	unidades
	Tiempo cambio de tiro	1.25	minutos
	Tiempo neto cambio de tiros	48.125	minutos
	Tiempo por cambio de brocas	23.1	minutos
	Tiempo por averías	20	minutos
	Tiempo De Perforación	151.3	minutos
	CARGA VOLADURA		
	Tiempo en cargar un tiro	1.25	minutos
	Tiempo de carga explosivo	93.75	minutos
	TIEMPO DETONACION	20	minutos
VENTILACIÓN Y CHEQUEO GASES	50	minutos	
MOV. Y POS. EQUIPO	100	minutos	



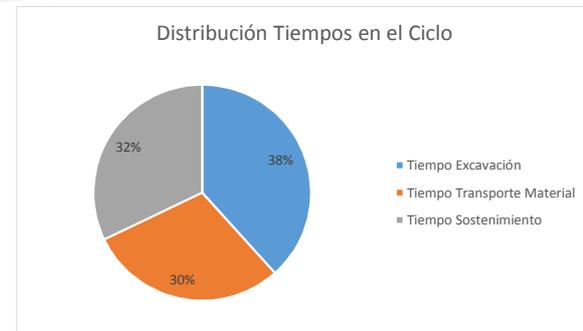
Tiempo Excavación	445.0	minutos
	7.42	horas

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO		
	Espesor	7.5	cm
	Sección	56.49	m2
	Rechazo	20	%
	Avance	3.5	m
	Rendimiento	6	m3/hr
	Tiempo para lanzar hormigón proyectado	50.84	minutos
	PERNOS		
	Movimiento y Posicionamiento de Equipos	100	minutos
	Número de paradas por disparo	2	unidades
	Número de pernos por disparo	19	unidades
	Longitud de avance	3.5	m
	Longitud de pernos de perforación	3.4	m
	Rendimiento perforación	1.5	m/min
	Tiempo perforación	43.07	minutos
	Rendimiento colocación pernos	3.3	minutos/ud
	Tiempo colocación de pernos	62.7	minutos
	Tiempo Total	205.77	minutos
	Acuñadura	30	minutos
	SPLIT SET		
Cantida de Split Set por disparo	24	unidades	
Cantidad de metros perforados	57.6	m	
Tiempo perforación Split set	38.4	minutos	
Tiempo instalación 1 Split set	2	minutos	
Tiempo instalación Split set por disparo	48	minutos	
Tiempo Total Split Set	86.4	minutos	



Tiempo Sostenimiento	373.0	minutos
	6.22	horas

RECOJO ESTÉRIL	RECOJO DE ESTÉRIL		
	Sección	34.93	m2
	Longitud de avance	3.5	m
	Esponjamiento	40	%
	Volumen	171.16	m3
	Rendimiento cargadora	30	m3/hr
	Tiempo recojo estéril	342.31	minutos



Tiempo Transporte Material	342.3	minutos
	5.71	horas

TIEMPO DE CICLO		
Excavación	7.42	hr
Sostenimiento	6.22	hr
Recojo Estéril	5.71	hr
Tiempo Total	19.34	hr

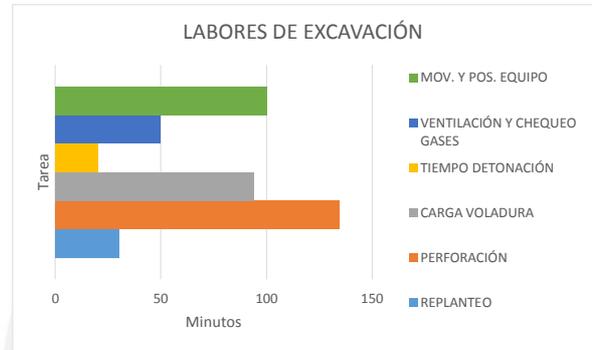
RENDIMIENTO CICLO		
NÚMERO DE TURNOS	2	unidades
HORAS EFECTIVAS POR TURNOS	9	horas
RENDIMIENTO	3.26	m/día

DATOS	CODELCO	FORTIFICACIÓN TIPO 3
	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	PERFORACIÓN Y VOLADURA
	FASE AVANCE	SECCIÓN COMPLETA 2.5 METROS

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO	SI
	PERNOS 22 MM	L=3.5X1.1X1.1
	MALLAS	NO
	MARCO RETICULADO	NO
	OTROS	NO

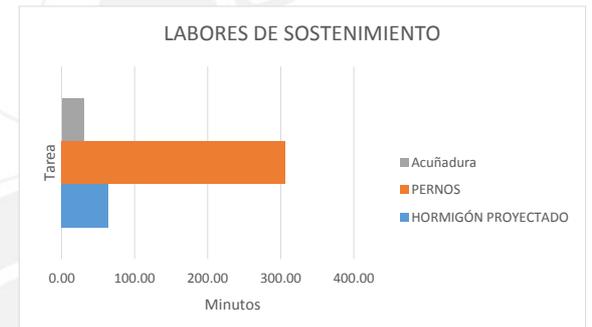
MEDICIÓN	SECCIÓN EXCAVACIÓN	35.75	m2
	VOLUMEN HORMIGÓN PROYECTADO	6.36	m3
	PERNOS	37	un/disparo
	ESPACIADO MARCOS	0	m
	MALLA	0	m2/disparo

EXCAVACIÓN	REPLANTEO	30	minutos
	PERFORACIÓN		
	Número de tiros	77	unidades
	Velocidad de perforación	2.5	m/s
	Número de brazos	2	unidades
	Longitud de avance	2.5	m
	Longitud de barreno	2.8	m
	M lineales de perforación	215.6	m
	M lineales por perforadora	107.8	m
	Tiempo neto perforación	43.12	minutos
	Número tiros por perforadora	39	unidades
	Tiempo cambio de tiro	1.25	minutos
	Tiempo neto cambio de tiros	48.125	minutos
	Tiempo por cambio de brocas	23.1	minutos
	Tiempo por averías	20	minutos
	Tiempo De Perforación	134.3	minutos
	CARGA VOLADURA		
Tiempo en cargar un tiro	1.25	minutos	
Tiempo de carga explosivo	93.75	minutos	
TIEMPO DETONACIÓN	20	minutos	
VENTILACIÓN Y CHEQUEO GASES	50	minutos	
MOV. Y POS. EQUIPO	100	minutos	



Tiempo Excavación	428.1	minutos
	7.13	horas

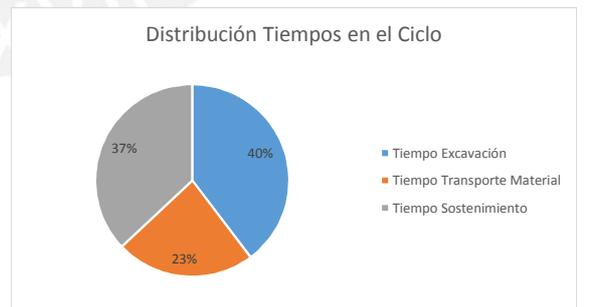
SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO		
	Espesor	13	cm
	Sección	40.75	m2
	Rechazo	20	%
	Avance	2.5	m
	Rendimiento	6	m3/hr
	Tiempo para lanzar hormigón proyectado	63.57	minutos
	PERNOS		
	Movimiento y Posicionamiento de Equipos	100	minutos
	Número de paradas por disparo	3	unidades
Número de pernos por disparo	37	unidades	
Longitud de avance	2.5	m	
Longitud de pernos de perforación	3.4	m	
Rendimiento perforación	1.5	m/min	
Tiempo perforación	83.87	minutos	
Rendimiento colocación pernos	3.3	minutos/ud	
Tiempo colocación de pernos	122.1	minutos	
Tiempo Total	305.97	minutos	
Acuñadura	30	minutos	



Tiempo Sostenimiento	399.5	minutos
	6.66	horas

RECOJO ESTÉRIL	RECOJO DE ESTÉRIL		
	Sección	35.75	m2
	Longitud de avance	2.5	m
	Esponjamiento	40	%
	Volumen	125.13	m3
	Rendimiento cargadora	30	m3/hr
Tiempo recojo estéril	250.25	minutos	

Tiempo Transporte Material	250.3	minutos
	4.17	horas



TIEMPO DE CICLO		
Excavación	7.13	hr
Sostenimiento	6.66	hr
Recojo Estéril	4.17	hr
Tiempo Total	17.96	hr

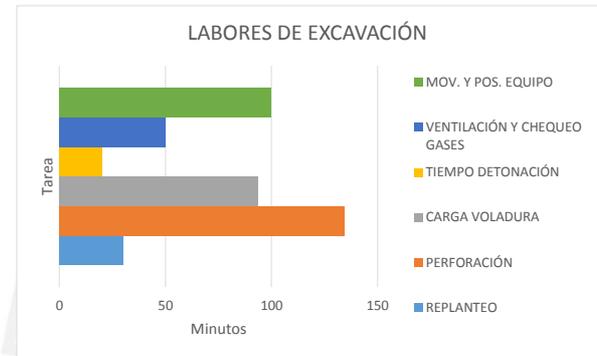
RENDIMIENTO CICLO		
NUMERO DE TURNOS	2	unidades
HORAS EFECTIVAS POR TURNOS	9	horas
RENDIMIENTO	2.50	m/día

DATOS	CODELCO	FORTIFICACIÓN TIPO 3
	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	PERFORACIÓN Y VOLADURA
	FASE	SECCIÓN COMPLETA
	AVANCE	2.5 METROS

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO	SI
	PERNOS 22 MM	L=3.5X1.1X1.1
	MALLAS	NO
	MARCO RETICULADO	NO
	OTROS	NO

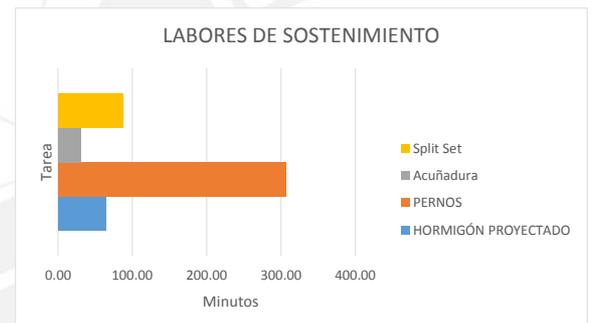
MEDICIÓN	SECCIÓN EXCAVACIÓN	35.75	m2
	VOLUMEN HORMIGÓN PROYECTADO	6.36	m3
	PERNOS	37	un/disparo
	ESPACIADO MARCOS	0	m
	MALLA	0	m2/disparo

EXCAVACIÓN	REPLANTEO	30	minutos
	PERFORACIÓN		
	Número de tiros	77	unidades
	Velocidad de perforación	2.5	m/s
	Número de brazos	2	unidades
	Longitud de avance	2.5	m
	Longitud de barrenos	2.8	m
	M lineales de perforación	215.6	m
	M lineales por perforadora	107.8	m
	Tiempo neto perforación	43.12	minutos
	Número tiros por perforadora	39	unidades
	Tiempo cambio de tiro	1.25	minutos
	Tiempo neto cambio de tiros	48.125	minutos
	Tiempo por cambio de brocas	23.1	minutos
	Tiempo por averías	20	minutos
Tiempo De Perforación	134.3	minutos	
CARGA VOLADURA			
Tiempo en cargar un tiro	1.25	minutos	
Tiempo de carga explosivo	93.75	minutos	
TIEMPO DETONACIÓN	20	minutos	
VENTILACIÓN Y CHEQUEO GASES	50	minutos	
MOV. Y POS. EQUIPO	100	minutos	



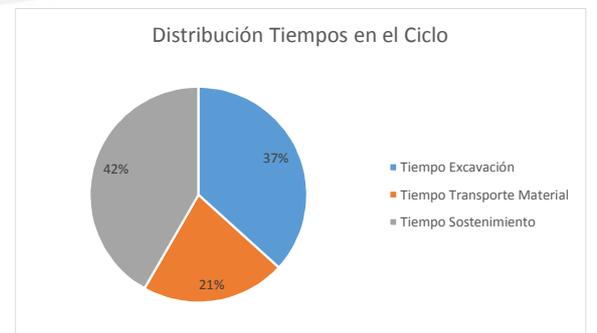
Tiempo Excavación	428.1	minutos
	7.13	horas

SOSTENIMIENTO	HORMIGÓN PROYECTADO		
	Espesor	13	cm
	Sección	40.75	m2
	Rechazo	20	%
	Avance	2.5	m
	Rendimiento	6	m3/hr
	Tiempo para lanzar hormigón proyectado	63.57	minutos
	PERNOS		
	Movimiento y Posicionamiento de Equipos	100	minutos
	Número de paradas por disparo	3	unidades
	Número de pernos por disparo	37	unidades
	Longitud de avance	2.5	m
	Longitud de pernos de perforación	3.4	m
	Rendimiento perforación	1.5	m/min
	Tiempo perforación	83.87	minutos
Rendimiento colocación pernos	3.3	minutos/ud	
Tiempo colocación de pernos	122.1	minutos	
Tiempo Total	305.97	minutos	
Acuñadura	30	minutos	
SPLIT SET			
Cantida de Split Set por disparo	24	unidades	
Cantidad de metros perforados	57.6	m	
Tiempo perforación Split set	38.4	minutos	
Tiempo instalación 1 Split set	2	minutos	
Tiempo instalación Split set por disparo	48	minutos	
Tiempo Total Split Set	86.4	minutos	



Tiempo Sostenimiento	485.9	minutos
	8.10	horas

RECOJO ESTÉRIL	RECOJO DE ESTÉRIL		
	Sección	35.75	m2
	Longitud de avance	2.5	m
	Esponjamiento	40	%
	Volumen	125.13	m3
	Rendimiento cargadora	30	m3/hr
Tiempo recojo estéril	250.25	minutos	



Tiempo Transporte Material	250.3	minutos
	4.17	horas

TIEMPO DE CICLO		
Excavación	7.13	hr
Sostenimiento	8.10	hr
Recojo Estéril	4.17	hr
Tiempo Total	19.40	hr

RENDIMIENTO CICLO		
NUMERO DE TURNOS	2	unidades
HORAS EFECTIVAS POR TURNOS	9	horas
RENDIMIENTO	2.32	m/día



CUADRO TIEMPOS DE CADA OPERACIÓN UNITARIA POR DISPARO

N°	Geología & Topografía (hr)	Perforación Tronadura (hr)	Excavación Mecánica (hr)	Perforación Pernos (hr)	Colocación Pernos (hr)	Carguio y Disparo (hr)	Ventilación (hr)	Marinas (hr)	Acuañadura (hr)	Shotcrete (hr)	Marco (hr)	Pérdidas (hr)	Total (hr)	Avance (m)	Metros Día
1	0.5	13.5	3	4.5	7.5	3.5	0	4	3.5	0	4	25.75	69.75	2.5	0.86
2	3.5	4.5	3.5	2.75	4	2.5	1	5.75	3.5	2.5	4	33.3	70.8	2.5	0.85
4	1	4.75	0	2.5	2.5	2.25	0.5	4.5	3.5	1.5	ar	9.5	32.5	2.5	1.85
6	1	3.5	1	3.5	2.75	3.5	0.75	4.5	1	2.25	2.25	12.25	38.25	2.5	1.57
7	2.75	4.75	2	3.75	4	3.25	1	5.25	1.75	3.5	2.75	18.75	53.5	2	0.90
3	2	3.5	1.25	2.75	2.75	2.75	1	5.5	4.25	2.5	0	17.75	46	2.8	1.46
5	1	5.5	1.25	3	3.25	3.75	0.75	5.5	2	2	0	13.25	41.25	2.7	1.57
8	2	3	1	2.5	3.5	3.25	0.75	5.25	1.75	2	0	16.5	41.5	2.7	1.56
9	1.25	4	1.5	2.25	3.5	2.75	1.25	5.75	0.75	2	0	11	36	3.2	2.13
10	1.25	2.75	1.5	1.5	2.5	2.75	0.75	4.5	1	2.5	0	9.75	30.75	3	2.34
11	1.5	3	1	1.75	3.5	2.75	1.25	5.25	0.75	1.75	0	9.25	31.75	3.2	2.42
12	1.75	2.75	1	2	3.5	2.5	0.75	5.7	0.75	1.75	0	19.75	42.2	2.8	1.59
13	1	2.5	1.5	1	3	3	1	5	1	1.5	0	10	30.5	3	2.36
14	1.25	2.25	1.75	2	3.5	2.5	1	6	1.75	1.75	0	19.25	43	2.5	1.40
15	1.75	4.5	2.25	1	3.25	2.5	1.5	7	1.5	1.75	0	14.5	41.5	2.3	1.33
16	1.75	4	2.25	1.75	2.75	3	0.75	7	1.5	1.5	0	15.25	41.5	3	1.73
17	1.75	4	1.25	2.25	3.25	3.5	0.75	7	1.5	2	0	24.75	52	3.2	1.48
18	1	4.5	1	1.5	3.5	3	0.75	6.25	0.75	1.25	0	19.25	42.75	3	1.68
19	2	3.5	1	1	3.5	3.75	1	6.5	1.5	1.25	0	17	42	2.5	1.43
20	1.75	3.75	2.25	1.25	3.5	2.75	0.75	6.75	1.5	1.5	0	26.5	52.25	2.6	1.19
21	1.5	3	1.5	1	2.25	3	0.75	6.5	1	1.5	0	12.25	34.25	2.7	1.89
22	1	2.5	1.25	1.75	2.25	3.5	0.5	5.5	1.25	1.25	0	10.75	31.5	3	2.29
23	1.25	2.25	1	1.25	2.5	3.25	0.75	5.75	0.75	1.25	0	18	38	3	1.89
24	1	3.5	1.5	2	2.25	3	0.75	6.25	0.75	1.25	0	11.75	34	3.2	2.26
25	1.5	2.5	1.5	1.75	2.75	3.75	0.75	6	1.25	1.5	0	15	38	2.4	1.52
26	1.5	3.5	1.25	2	3	3	0.75	5.75	1.5	1.5	0	26.75	50.5	3.2	1.52
27	1.5	3.25	1.5	1.5	2.25	2.25	1	7	2	1.5	0	19.75	43.5	3.2	1.77
28	1.75	3	1.75	1.25	2.75	2.5	0.75	7.5	1	1.75	0	21.5	45.5	3.2	1.69
29	1.5	3.5	1.25	1.75	3	3.5	0.75	6.75	2	1.5	0	14.5	40	3.2	1.92
30	1	3	1	1	3	3.25	0.75	7	1.5	1.25	0	9.5	32.25	3	2.23
31	0.75	3.25	1.5	1	2.5	3	0.75	5.5	1.25	1.25	0	12.5	33.25	3	2.17
32	1.25	2.25	1.75	1	2.5	3.75	0.75	6.25	0.75	1.75	0	11.25	33.25	3.1	2.24
33	1.5	3.25	1	1.5	3.5	2.5	0.75	7.25	1.5	1.75	0	20.25	44.75	3.2	1.72
34	1.5	3.25	1.25	1	3.5	3	0.75	6.5	0.75	1.75	0	20.5	43.75	2.8	1.54
35	2	3.25	2.25	1.25	3.25	3	1	7.5	1	1.5	0	27.25	53.25	2.8	1.26
36	1.75	3	1.25	1.5	2.75	2.75	0.75	7.25	1.75	1.5	0	15	39.25	2	1.22
37	1.5	2.75	1.75	1.75	3.5	3.25	1	7.25	1	1.75	0	26.5	52	3.1	1.43
38	1.5	2.5	1.5	1.75	2.5	2.5	0.75	7.75	2	2	0	8	32.75	2.8	2.05
39	0.75	3	1.25	2.5	3.25	2.75	1	7.5	1.25	1.25	0	21.75	46.25	2.8	1.45
40	1.25	2.5	1	2	2.75	3.25	0.75	7.25	1.5	1.75	0	15.75	39.75	2.8	1.69
41	1.5	3.25	1.5	2	2.5	3.75	0.75	7.5	2	1.5	0	16.75	43	2.8	1.56
42	1.5	3.5	1	1.75	3	2.75	0.75	7.75	1.25	1.75	0	25.75	50.75	2.8	1.32

CUADRO DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS POR DISPARO

N°	Charla de Seguridad & Inicio Turno	Averías	Espera por Equipos	Colación	Limpieza Área de Trabajo	Traslado hacia Frente de Trabajo	Servicios	soplado de tiros	Otras Pérdidas	Total
	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)
1	3.75	0	0	6	0	10	3	0	2.5	25.25
2	4.5	1	1.5	6.8	1.5	12	2.5	0	3.5	33.3
4	1.5	0	1	2.5	0	4	0	0	0	9
6	2.25	0	0	3	0	5	1.5	0	0	11.75
7	3	0	1.5	4.75	0	8	0	0	1.5	18.75
3	2.5	1.75	0	4.25	1	7	1.25	0	0	17.75
5	2.5	0	1	3.75	0	6	0	0	0	13.25
8	2.25	1	0	3.75	0	6	0	0	3.5	16.5
9	1.5	0	0	2.5	1.25	4	1.75	0	0	11
10	1.5	0.75	0	2.5	0	4	0	0	1	9.75
11	1.5	0	1.25	2.5	0	4	0	0	0	9.25
12	2.5	3	0	3.75	1.75	7	1.75	0	0	19.75
13	1.5	0	0	2.5	0	4	2	0	0	10
14	2.5	0	1.5	3.75	1.5	7	3	0	0	19.25
15	2.25	1	0	3	1	5	2.25	0	0	14.5
16	2.5	0	0	4.5	1.25	7	0	0	0	15.25
17	3	1.25	2.5	5	1.75	7.5	3	0	0.75	24.75
18	2.5	1	1	4.25	1.25	6.75	0	0	2.5	19.25
19	2.25	0	0	3.75	1	6	2	0	2	17
20	3	3.75	2.25	4.75	0	7.75	1.75	0	3.25	26.5
21	2	0	0	3	0	5.5	1	0	0.75	12.25
22	1.5	1.5	1.25	2.5	0	4	0	0	0	10.75
23	2	0	0	3	1.25	5	2	1.75	3	18
24	2	0.75	0	3	0	5	1	0	0	11.75
25	2	0	0.75	3.25	0	5	4	0	0	15
26	3.25	2	0	5	1.5	8.5	3.25	0	3.25	26.75
27	2.5	1.75	0.5	4	0	7	4	0	0	19.75
28	3	1	1.75	4.75	0	8	0	1	2	21.5
29	2	0.75	0	3.25	decía 1.75	5	2	1.5	0	14.5
30	1.5	0	0	2.5	1.5	4	0	0	0	9.5
31	1.5	2	1.5	2.5	0	4	1	0	0	12.5
32	1.5	0	0	2.75	1	4	1.5	0.5	0	11.25
33	2.5	1	0	3.75	0	7	2.75	1.75	1.5	20.25
34	2.5	1	0.25	4	0	7	3.5	1	1.25	20.5
35	3.5	2.5	2	4	1	8	3.5	1.5	1.25	27.25
36	2.25	0	1.5	3.75	1.5	6	0	0	0	15
37	3.5	3.5	0	5	0	9	1.5	1.25	2.75	26.5
38	1.5	0	0	2.5	0	4	0	0	0	8
39	2.25	1.25	1.75	3.75	1.5	6	2	1.5	1.75	21.75
40	2.25	0	0	3.75	0	6	3	0.75	0	15.75
41	2.75	0	0	4	0	7.25	0	1.25	1.5	16.75
42	3	3.75	2.5	4	1.75	8	1.5	1.25	0	25.75

Tronadura

UBICACIÓN

AVERÍAS MAQUINARIA			
MAQUINARIA		AVERÍA	CAUSAS
Minimixer HX 01	IC-3	problema (sin retorno) hidráulico	falla de elemento electroválvula
Observaciones: En cheque de trasvase equipo presenta problema hidráulico, se solicita antecipo mecánico equipo pueda operativo, con el abase de chequea hidráulicos (bomba) (electroválvula estaba pegada) Selenoide electroválvula sustituido operando 20 ²⁰ hrs			

MATERIALES			
Shotcrete sello (m ³)		Bits avance D=51 mm (uds)	
Shotcrete fortificación (m ³)		Bits pernos D=48 mm (uds)	
Temperatura ambiente (°)		Copla T38 (uds)	
Perforación de ^{truss} pernos (uds)	25	Culatín COP 1838 (uds)	
Colocación de pernos (uds)		Barra avance T38 RD39 R35 (uds)	
Lechado de pernos (uds)		Barra pernos T38 RD39 R35 (uds)	
Marcos reticulados (uds)		Tronex (uds)	885
Perforación patas mineras (uds)		ANFO (kg)	147
Colocación patas mineras (uds)		Softrom (uds)	
Lechado patas mineras (uds)		Detonadores (uds)	80
Colocación malla ACMA (uds)		Cordón detonante (m)	100
Pernos autopercorantes R32 (uds)		Guía compuesta (m)	07 (10')
Cemento extra (sacos)		Cordón de ignición (m)	01
V° B° SUPERVISOR		V° B° JEFE DE TURNO	



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A continuación se realizará un análisis estadístico de estas operaciones unitarias para tener una mejor idea de cómo están distribuidos los datos dentro de cada uno de ellos.

Perforación y Tronadura

En la figura 1 se puede ver la distribución de los datos que se obtuvieron al tomar tiempos en la labor de perforación y tronadura que ocupa un 16% del tiempo total de ciclo (8 % dedicado a perforar y los otros 8 % a cargar y realizar el disparo).

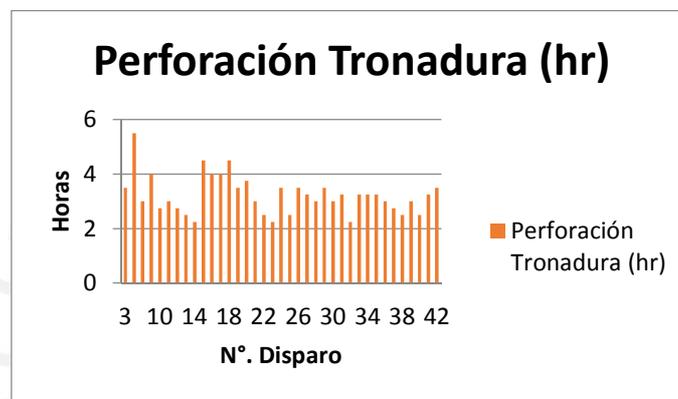


Figura 1. Tiempos por Disparo en la Perforación para Tronadura

En el gráfico 1 podemos ver que el tiempo real que se necesita para poder perforar todos los tiros requeridos en la malla de disparo (que ronda por los 75 tiros) varía entre 2 horas a 4 horas en general, aunque se puede notar la variabilidad que tienen los datos lo que al inicio es más pronunciado teniendo picos más altos y bajos, para después mantenerse constante entre 2 horas y 3 horas, para tener un mejor análisis de los datos se hallarán los parámetros estadísticos básicos, en el cuadro 1 se resumen estos y en la figura 2 se muestra el histograma de los mismos.

Cuadro 1. Parámetros Estadísticos Perforación Avance

Perforación Para Avance	
Media (hr)	3.2
Error típico	0.1
Mediana (hr)	3.3
Moda (hr)	3.0
Desviación estándar (hr)	0.7
Varianza de la muestra (hr ²)	0.5
Curtosis	2.0
Coefficiente de asimetría	1.1
Rango (hr)	3.3
Mínimo (hr)	2.3
Máximo (hr)	5.5
Cuenta	37.0

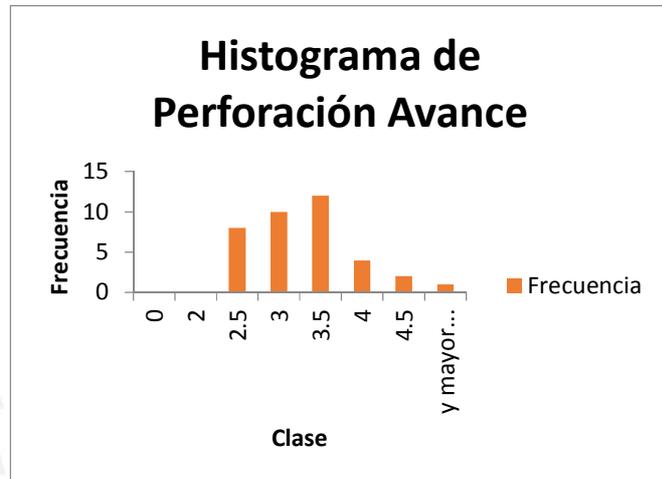


Figura 2. Histograma Perforación Avance

En promedio la empresa contratista se demora 3.2 horas en realizar la perforación de la frente, siendo 3 horas el valor que más se ha repetido en la serie de datos, se tiene una desviación baja que nos indica que los datos no se alejan demasiado del promedio por lo que se puede decir con bastante exactitud que la tarea se volverá a realizar en el mismo tiempo.

Los valores como se puede ver en el histograma tienen una asimetría positiva (en el cuadro de valores estadísticos también se confirma esto), los valores se encuentran principalmente distribuidos en la parte izquierda con un valor aproximado del 80 % de los datos entre 2.5 y 3.5 horas; Se puede apreciar la forma de pico que tiene el gráfico lo cual indica su distribución leptocúrtica (curtosis positiva), es decir tienen una elevada concentración en un rango.

En el gráfico de Carguío y disparo (Figura 3) se tienen los datos obtenidos del tiempo que se demora en realizar el trabajo de cargar todos los explosivos en los taladros, el amarre de estos con los detonadores y el tiempo dado para el disparo en sí desde que se cerraron los accesos hasta que se volvieron a habilitar. El tiempo va desde 2 horas hasta casi 4 horas en total, no se aprecia que este vaya bajando conforme haya más tronaduras ni tampoco que se haya alcanzado un valor fijo constante.

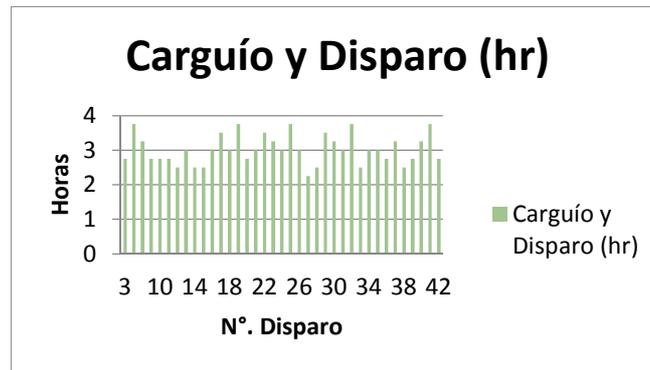


Figura 3. Tiempos por Disparo en el Carguío y Acarreo

A continuación en el cuadro 2 y en la figura 4 se obtienen los parámetros estadísticos de esta serie de datos y se realiza el respectivo histograma.

Cuadro 2. Parámetros Estadísticos Carguío y Acarreo

Carguío y Disparo	
Media (hr)	3.0
Error típico	0.1
Mediana (hr)	3.0
Moda (hr)	3.0
Desviación estándar (hr)	0.4
Varianza de la muestra (hr ²)	0.2
Curtosis	-0.8
Coefficiente de asimetría	0.3
Rango (hr)	1.5
Mínimo (hr)	2.3
Máximo (hr)	3.8
Cuenta	37.0

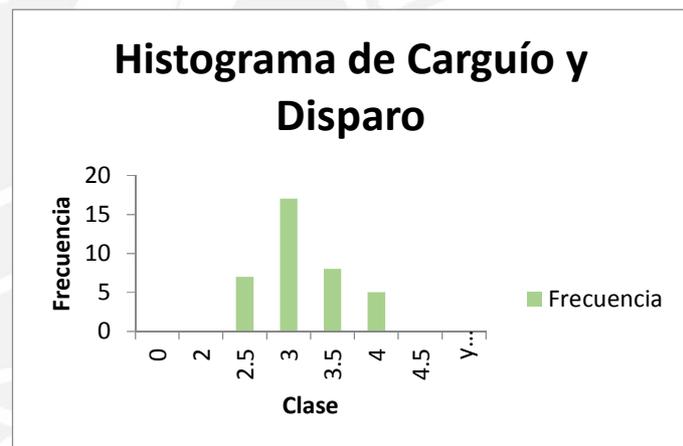


Figura 4. Histograma en el Carguío y Acarreo

El análisis es parecido al que se realizó anteriormente para la perforación de avance, el tiempo necesario para esta labor es en promedio de 3 horas, coincidiendo este valor con la moda por lo que este dato es el que más se ha repetido, la variabilidad es muy baja por lo que los datos no están muy dispersos del promedio, se puede decir con mayor precisión que los siguientes valores se mantendrán en este rango (2.5 horas a 3.5 horas).

En el histograma se aprecia una simetría en el gráfico la cual nos muestra que los valores de la media, mediana y moda coinciden, esto es coherente con el coeficiente de asimetría dado en el cuadro anterior (N°22) el cual era 0.3 cercano al valor cero, como se puede ver la diferencia es

debido a que hay algunos valores que tienden a la derecha del promedio. La curtosis negativa y lo que se observa en el histograma nos sugiere una distribución plana, no hay valores que levante mucho un rango específico. El 87 % de los datos se encuentran ubicados entre 2.5 horas y 3.5 horas.

Ventilación

La ventilación del frente por momentos tiene una duración casi constante de 0.75 horas, pero como se observa en la figura 5, se tiene 1.5 horas para el disparo N°15. En general se ve cierto orden en esta tarea.

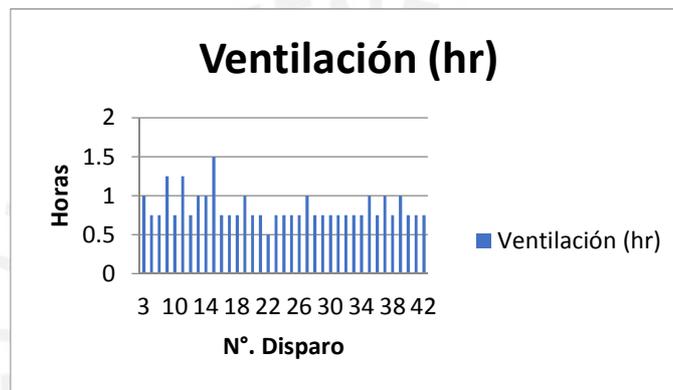


Figura 5. Tiempos por Disparo en la Ventilación

Para un análisis más riguroso se tiene el cuadro 3 y la figura 6 donde se tienen los parámetros estadísticos y el histograma.

Cuadro 3. Parámetros Estadísticos Ventilación

Ventilación	
Media (hr)	0.84
Error típico	0.03
Mediana (hr)	0.75
Moda (hr)	0.75
Desviación estándar (hr)	0.19
Varianza de la muestra (hr ²)	0.04
Curtosis	3.32
Coefficiente de asimetría	1.65
Rango (hr)	1.00
Mínimo (hr)	0.50
Máximo (hr)	1.50
Cuenta	37.00

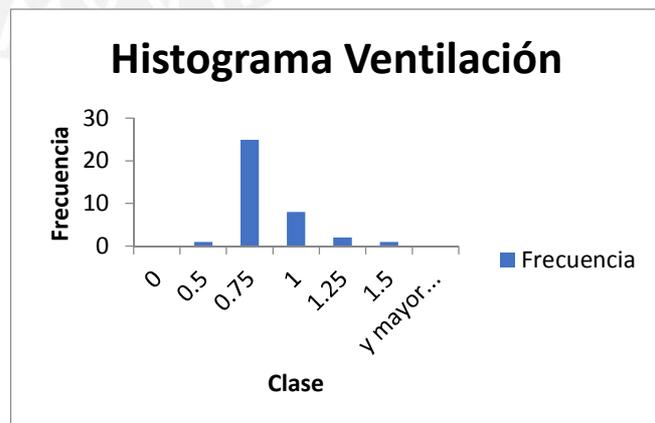


Figura 6. Histograma en la Ventilación

El promedio de los valores obtenidos es de 0.84 horas, siendo el valor más usual de 0.75 horas, una variabilidad de los datos pequeña, los datos se encuentran en su mayoría cerca a la media por lo que en la tarea se puede ver un orden y método, lo cual es comprensible porque la ventilación de la frente no es muy compleja una vez ya se tiene el diseño hecho y el ventilador armado.

El histograma nos muestra una distribución leptocúrtica, se puede apreciar un pico en el valor de 0.75 horas. El gráfico tiene una asimetría positiva, los valores se concentran al lado izquierdo, la mayoría de los datos se encuentran entre 0.5 horas y 1 hora en un porcentaje de 92 %, siendo dentro de este valor el de 0.75 horas el 74 % aproximadamente.

Extracción de Marina

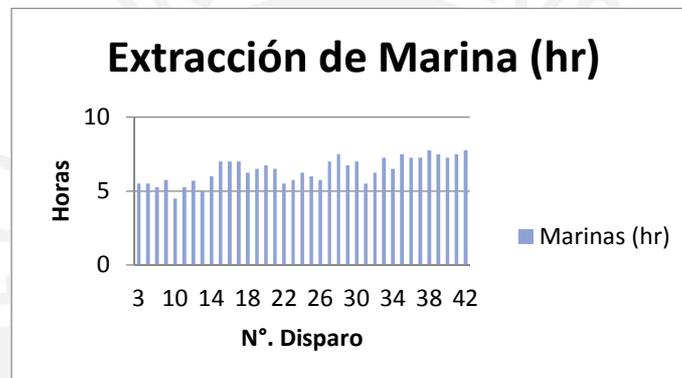


Figura 7. Tiempos por Disparo en la Extracción Marina

La extracción del material proveniente de la tronadura es la tarea que más tiempo consume en el ciclo de esta labor, 16%, si no tomamos en cuenta las pérdidas. Era de esperarse que fuera la actividad más crítica debido a la alta pendiente con la que cuenta el túnel, el Scoop no puede moverse muy rápido, estos valores se esperan sean mayores debido a que el túnel se profundizará más y a mayor distancia mayor será el tiempo debido a que la velocidad debe permanecer igual. Los valores se aprecian con cierta constancia, siendo ligeramente menores al inicio en promedio, estando estos datos alrededor de las 5 horas y 7 horas.

A continuación se presentan las estadísticas descriptivas y el histograma respectivo.

Cuadro 4. Parámetros Estadísticos Extracción Marina

Extracción de Marina	
Media (hr)	6.4
Error típico	0.1
Mediana (hr)	6.5
Moda (hr)	7.0
Desviación estándar (hr)	0.9
Varianza de la muestra (hr ²)	0.7
Curtosis	-0.9
Coefficiente de asimetría	-0.3
Rango (hr)	3.3
Mínimo (hr)	4.5
Máximo (hr)	7.8
Cuenta	37.0

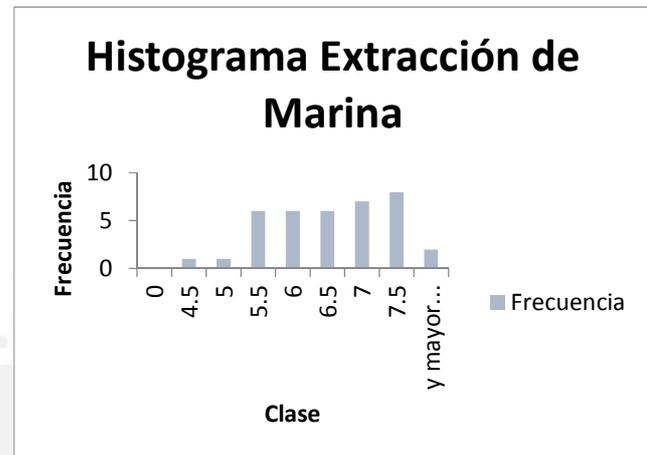


Figura 8. Tiempos por Disparo en la Extracción Marina

En el cuadro 4 se puede observar que el tiempo promedio para poder realizar la tarea de extracción de marina de la frente hasta una zona de acopio cerca a la boca del túnel es de 6.4 horas, luego de ser acumulado en este lugar se cargará a los camiones para su traslado al botadero, pero esta etapa no afecta en el tiempo de ciclo del túnel. Los datos no son muy variables, estos no se alejan demasiado los unos de los otros por lo que el tiempo debería mantenerse en este rango para los próximos ciclos, pero como se profundizará el túnel el valor promedio irá aumentando gradualmente.

Los datos muestran en el histograma (figura 8) una tendencia hacia la derecha, lo que se esperaba ya que los datos deberían ir aumentando. La distribución de estos es plana no hay una gran acumulación en un solo rango. La mayoría de los datos está en el rango de 5.5 a 7.5 horas, estando el 57 % de estos de 6.5 a 7.5 horas.

Fortificación

En la labor de fortificación se tiene el 16 % de todo el ciclo, dentro de esta se encuentran las actividades de perforación de los pernos, la colocación de los mismos, la proyección de Shocrete y la colocación de malla y marcos. Como la mayoría de los datos son en roca tipo 2 y esta no contempla la colocación de marcos ni malla, el tiempo ni rendimientos de la colocación de estos son considerados en el análisis.

Comenzando por la perforación de los pernos se tiene lo que muestra la figura 49 a continuación.

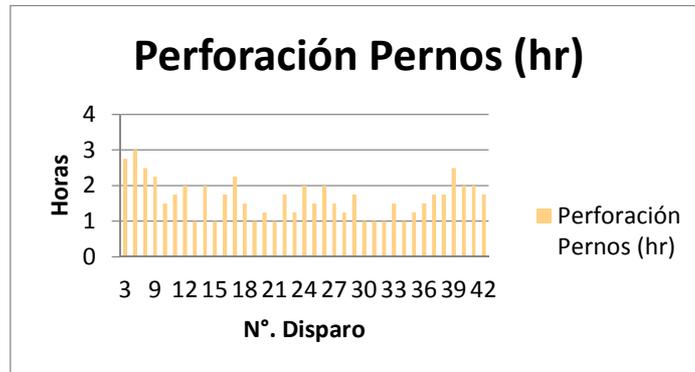


Figura 9. Tiempos por Disparo en la Perforación Pernos

La perforación de los pernos de fortificación ocupa dentro de la fortificación un porcentaje de 26 % y un 4 % dentro del ciclo del túnel. Se puede observar que por momentos tiene bajas y altas en los valores, llegando a 3 horas en un disparo, aunque esto se puede atribuir a algún error dentro del procedimiento, en general el tiempo se encuentra dentro de 1 y las 2 horas, no se aprecia una tendencia fija los valores no han ido decreciendo conforme se realizaron más tronaduras (exceptuando las primeras) lo que indicaría una línea de aprendizaje, simplemente crecen y decrecen lo que sugiere se puede hacer algo para uniformizar estos valores.

Cuadro 5. Parámetros Estadísticos Perforación Pernos

Perforación de Pernos	
Media (hr)	1.66
Error típico	0.09
Mediana (hr)	1.75
Moda (hr)	1.00
Desviación estándar (hr)	0.53
Varianza de la muestra (hr ²)	0.28
Curtosis	-0.15
Coefficiente de asimetría	0.56
Rango (hr)	2.00
Mínimo (hr)	1.00
Máximo (hr)	3.00
Cuenta	37.00

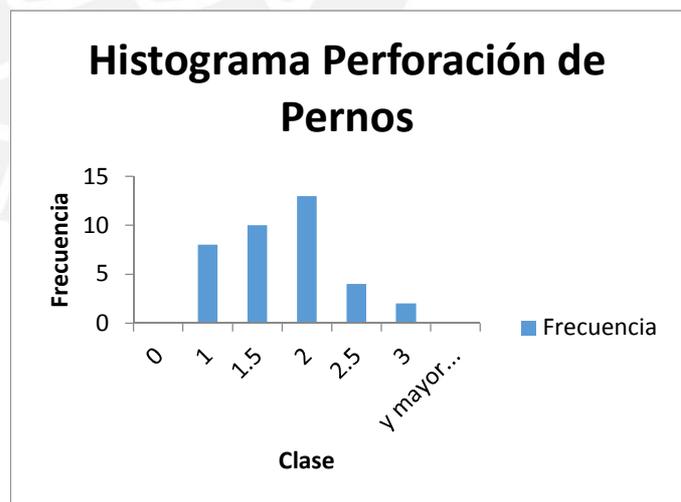


Figura 10. Tiempos por Disparo en la Perforación Pernos

Se aprecia en el cuadro 5 que el tiempo promedio en que se realizan las perforaciones de los pernos de fortificación es de 1.66 horas, se puede ver una variación promedio en los valores, los datos a pesar de no tener una tendencia fija no se alejan mucho de la media.

Al igual que el cuadro de parámetros estadísticos en el histograma de la figura 10 se ve una ligera tendencia a la izquierda de los valores, estando estos en un 86 % acumulados entre 1 y 2 horas. Se aprecia una distribución puntiaguda de los datos siendo el rango dicho anteriormente su pico.

Seguidamente se analiza la colocación de los pernos, que incluye el trabajo de lechar los pernos, colocarlos y la colocación respectiva de la planchuela y tuerca.

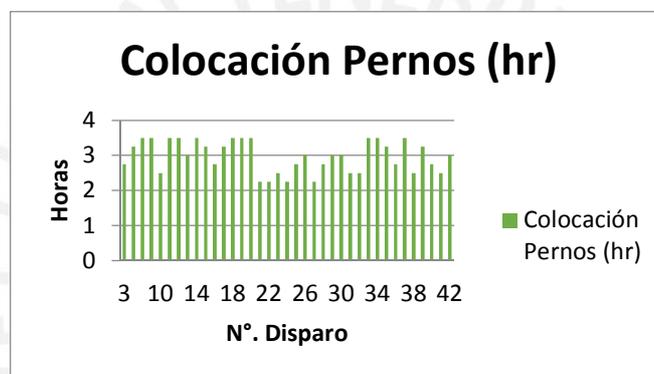


Figura 11. Tiempos por Disparo en la Colocación Pernos

Esta labor ocupa dentro de la fortificación un porcentaje de 47 % y dentro del ciclo del túnel tiene un valor de 8 %. En esta tarea se pueden contemplar varios picos altos con respecto a la mayoría de valores, nos indica que ha habido alguna complicación al realizar las labores, posiblemente con relación a la lechada de los pernos que es la labor más complicada entre las que se realizan. En su mayoría el rango de trabajo es un poco mayor al de 2 horas hasta 3.5 horas.

Analizaremos los datos con mayor profundidad utilizando el cuadro 6 y la figura 12 que se dan a continuación.

Cuadro 6. Parámetros Estadísticos Colocación Pernos

Colocación de Pernos	
Media (hr)	3.0
Error típico	0.1
Mediana (hr)	3.0
Moda (hr)	3.5
Desviación estándar (hr)	0.4
Varianza de la muestra (hr ²)	0.2
Curtosis	-1.4
Coefficiente de asimetría	-0.2
Rango (hr)	1.3
Mínimo (hr)	2.3
Máximo (hr)	3.5
Cuenta	37.0

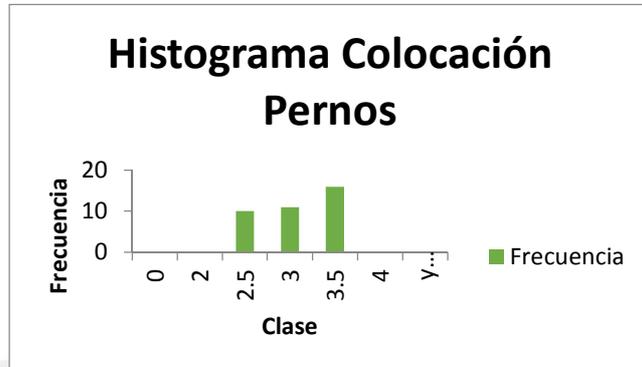


Figura 12. Tiempos por Disparo en la Colocación Pernos

El valor promedio del tiempo en que se necesita para realizar la labor es de 3 horas, no se tiene una variación de los datos muy grande como nos indica la varianza, se puede ver que los datos son prácticamente simétricos con ligera tendencia a la derecha, también que los datos se distribuyen de manera plana estando todos entre 2.5 y 3.5 horas, teniendo este último valor una mayor cantidad mostrando la demora en el trabajo en varias ocasiones como ya se había mencionado.

Para terminar con la fortificación se tiene la proyección de Shocrete, la cual solo ocupa en el ciclo de la fortificación un 26 % y dentro del ciclo del túnel un 4 %, siendo una de los trabajos que no atrasan el túnel (en este momento no se considera la espera para que el Shocrete alcance su resistencia y se pueda ingresar al frente). También se tiene que considerar el efecto que se produce por restricción de carretera y demoras en la entrega por parte del proveedor, estando esto considerado en las pérdidas.

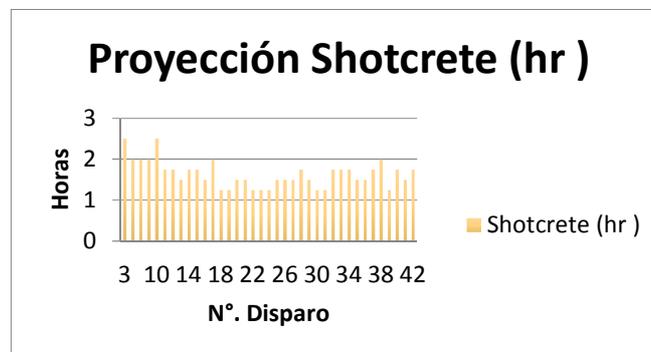


Figura 13. Tiempos por Disparo en la Proyección Shotcrete

En la gráfica 13 se puede ver que al inicio el tiempo que se necesitaba para la labor era mucho mayor, luego este en promedio fue bajando salvo algunos casos en los cuales ha vuelto a aumentar, pero son casos aislados, esto demuestra una línea de aprendizaje en el trabajo, además no se aprecia una subida y bajada de datos muy desordenada, en general los valores se mantienen entre 1.25 a 1.75 en su mayoría.

Con ayuda de parámetros estadísticos y el histograma se podrá tener mejores conclusiones.

Cuadro 7. Parámetros Estadísticos Colocación Pernos

Proyección de Shocrete	
Media (hr)	1.6
Error típico	0.1
Mediana (hr)	1.5
Moda (hr)	1.8
Desviación estándar (hr)	0.3
Varianza de la muestra (hr ²)	0.1
Curtosis	1.0
Coeficiente de asimetría	0.9
Rango (hr)	1.3
Mínimo (hr)	1.3
Máximo (hr)	2.5
Cuenta	37.0

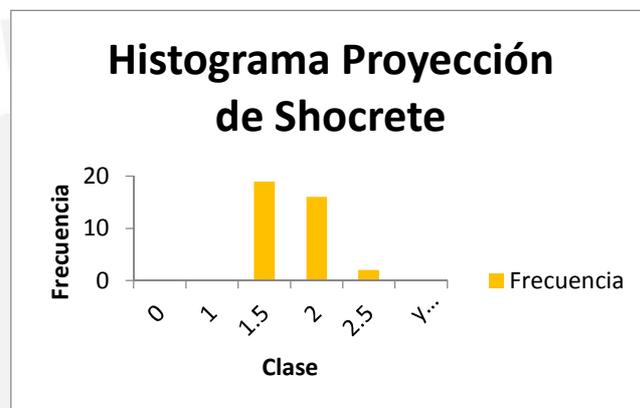


Figura 14. Tiempos por Disparo en la Proyección Shotcrete

El valor en que se demoran en proyectar el Shocrete es de 1.6 horas en promedio, la varianza es casi despreciable lo que indica que los valores están en su mayoría muy cerca de la media y no se tiene una variación importante. Se tiene una asimetría hacia la izquierda y una distribución de datos leptocúrtica, se presencia un levantamiento en la gráfica en un determinado rango, siendo este entre 1.5 y 2 horas, con casos muy aislados de demora superando las 2 horas.

Otras actividades

Las actividades que se analizan a continuación en su totalidad representan el 12 % del ciclo del túnel, son la geografía y topografía, la acuñadura y el uso de equipo mecánico.

En lo que representa a la geografía y topografía se tiene la figura 15 que se presenta a continuación.

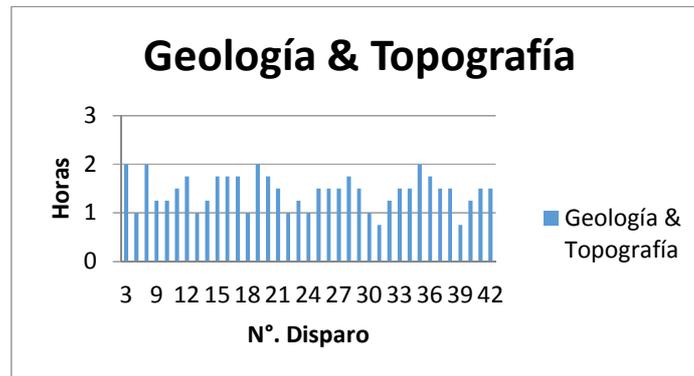


Figura 15. Tiempos por Disparo en la Geología & Topografía

Esta actividad tiene muchos picos altos y otras bajos, existen valores un poco menos de 1 hora hasta 2 horas, la geología es un trabajo menos complejo por lo que el aumento de tiempo en muchos casos es por motivos topográficos debido a la dificultad de colocarse en terreno por la irregularidad de este o por que la medición se hace más extensa cuando hay sobre excavaciones. A continuación el cuadro estadístico y el histograma.

Cuadro 8. Parámetros Estadísticos Geología & Topografía

Geología y Topografía	
Media (hr)	1.4
Error típico	0.1
Mediana (hr)	1.5
Moda (hr)	1.5
Desviación estándar (hr)	0.3
Varianza de la muestra (hr ²)	0.1
Curtosis	-0.6
Coefficiente de asimetría	-0.2
Rango (hr)	1.3
Mínimo (hr)	0.8
Máximo (hr)	2.0
Cuenta	37.0

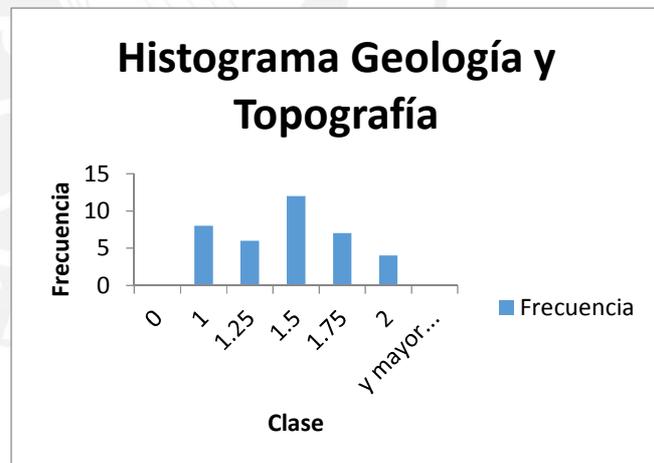


Figura 16. Tiempos por Disparo en la Geología & Topografía

En promedio esta labor tiene una duración de 1.4 horas, los datos en general no se alejan mucho del promedio, se puede presenciar cierta simetría y la distribución de los datos es plana, los valores no se encuentran acumulados en un solo rango, estos se distribuyen por la gráfica de forma casi homogénea.

La acuñadura representa un 4% del ciclo del túnel y en el siguiente gráfico 17 apreciamos los valores obtenidos de terreno.

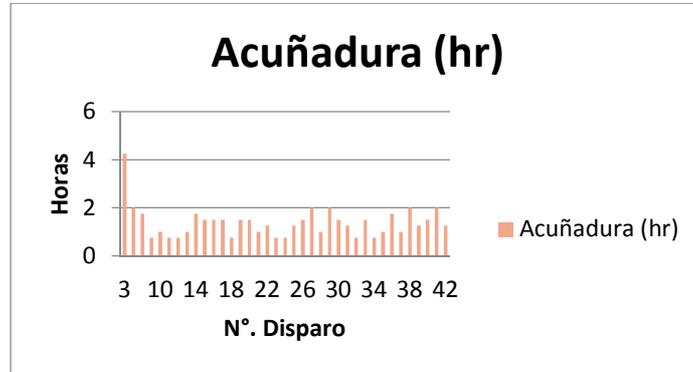


Figura 17. Tiempos por Disparo en la Acuñadura

En general los valores se encuentran entre un poco menos de 1 hora y 2 horas, en esta labor se consideran tanto la acuñadora manual y la mecanizada, el tiempo depende mucho de cómo se visualizan el terreno al momento de realizarla, por lo que muchas veces se tiene q demorar un poco más, pero los datos no muestran que se haya tenido dificultades al realizar esta labor (salvo por el primer dato que se le considera un error dentro de las variables).

Cuadro 9. Parámetros Estadísticos Acuñadura

Acuñadura	
Media (hr)	1.4
Error típico	0.1
Mediana (hr)	1.3
Moda (hr)	1.5
Desviación estándar (hr)	0.6
Varianza de la muestra (hr ²)	0.4
Curtosis	10.2
Coefficiente de asimetría	2.5
Rango (hr)	3.5
Mínimo (hr)	0.8
Máximo (hr)	4.3
Cuenta	37.0

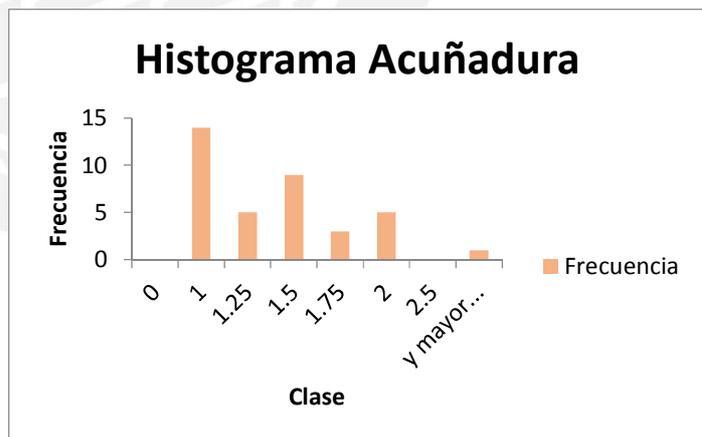


Figura 18. Tiempos por Disparo en la Acuñadura

El promedio para cuñar es de 1.4 horas durante el ciclo, una variabilidad grande para el valor de los datos, una asimetría positiva, los datos se encuentran ubicados en la mayoría en los de menor

valor, estando el 76 % de ellos entre 1 y 1.5 horas. La distribución de los datos tiene un levantamiento en la parte izquierda para luego ir bajando cuando el tiempo es mayor.

La tarea con la maquinaria mecánica consiste en realizar labores de perfilamiento y muchas veces también limpieza de las patas y excavaciones de piso. El gráfico 19 muestra la distribución de sus datos por disparo. Donde se observa que los datos no tienen un orden teniendo picos altos por momentos y luego bajar drásticamente, se tienen datos desde 1 hora hasta casi 2.5 horas.

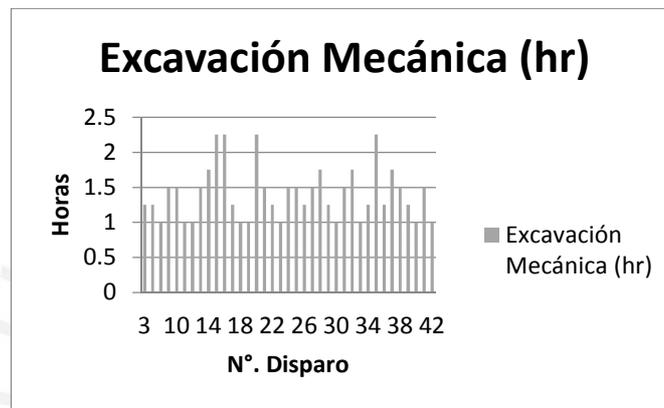


Figura 19. Tiempos por Disparo en Excavación Mecánica

Cuadro 10. Parámetros Estadísticos Excavación Mecánica

Excavación Mecánica	
Media (hr)	1.4
Error típico	0.1
Mediana (hr)	1.3
Moda (hr)	1.0
Desviación estándar (hr)	0.4
Varianza de la muestra (hr ²)	0.1
Curtosis	0.3
Coefficiente de asimetría	0.9
Rango (hr)	1.3
Mínimo (hr)	1.0
Máximo (hr)	2.3
Cuenta	37.0

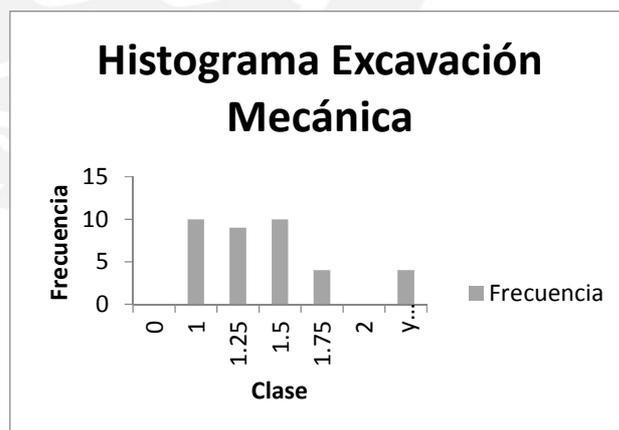


Figura 20. Tiempos por Disparo en Excavación Mecánica

En promedio la tarea demora 1.4 horas en ser realizada, aunque tiene picos muy altos de casi 2.5 horas. La desviación para tratarse de datos pequeños es relativamente grande, los datos se levantan ligeramente en el rango donde se encuentran distribuidos la mayoría de datos que es entre 1 y 1.5 horas, teniendo el 78 % de estos. Los valores que son mayores a 2 horas son muy poco frecuentes.

Pérdidas en el Ciclo

En el siguiente gráfico se muestran las pérdidas totales por disparo, de esta forma tenemos una idea de cómo se han venido realizando y podemos ver que se tiene una distribución muy variada con picos muy altos en determinados momentos. El tiempo se encuentra entre 10 horas y 20 horas, a excepción de unos cuantos tiros que han pasado las 20 horas que podrían considerarse como casos aislados (y por lo tanto no fueron considerados en el análisis de más adelante).

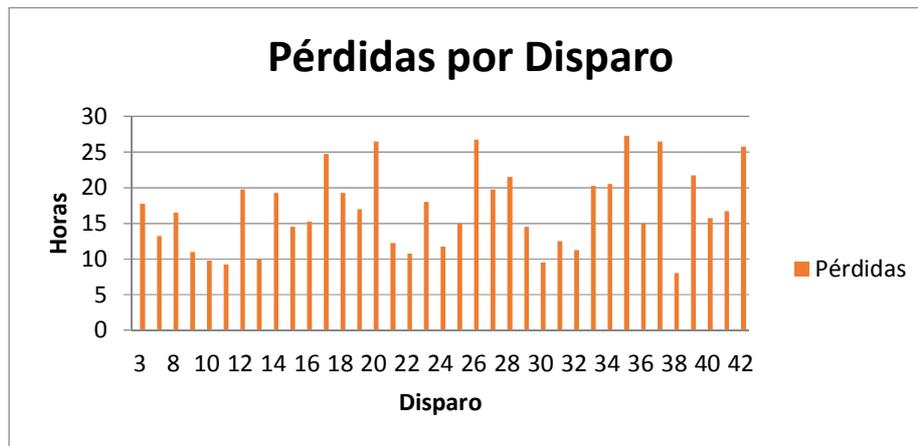


Figura 21. Tiempos por Disparo de las Pérdidas

Estas pérdidas necesitan ser analizadas con importancia, debido a que estas constituyen el 38 % del total del ciclo. Para comenzar se procederá a dividir este 38% en las partes que lo conforman y cuanto porcentaje es cada parte de este total, así se conocerá que actividad es la que está generando mayores tiempos muertos. En el siguiente cuadro 11 se pueden ver las actividades junto con el tiempo promedio que ocupan.

Cuadro 11. Distribución Pérdidas Reales

Pérdidas		
Charla de Seguridad & Inicio Turno	hr	2.1
Averías	hr	0.6
Espera por Shotcrete	hr	0.5
Colación	hr	3.4
Limpieza Área de Trabajo	hr	0.5
Traslado hacia Frente de Trabajo	hr	5.6
Servicios	hr	1.3
Soplado de tiros	hr	0.4
Otras Pérdidas	hr	0.7
Total	hr	15.1

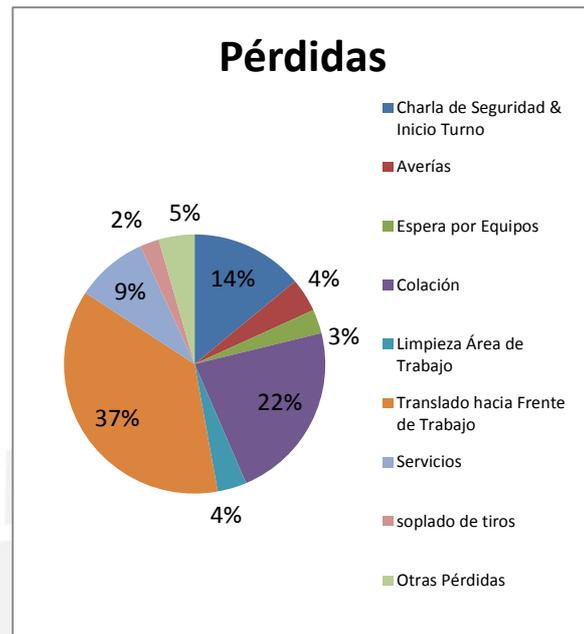


Figura 22. Distribución de las Pérdidas Reales

En el cuadro y en la imagen se puede observar que en un ciclo promedio las pérdidas se dan mayormente por el traslado hacia la frente, la charla de seguridad que se da antes de comenzar las labores, el descanso para la comida y servicios tales como drenaje, instalaciones eléctricas, instalaciones agua, etc. Después otras pérdidas que quitan menos tiempo son las averías, espera por equipos, limpieza del área de trabajo y limpieza de patas, también hay otras pérdidas pequeñas pero no son considerables.

La empresa colaboradora tenía considerado trabajar con tiempos muertos como se puede ver a continuación en el cuadro 12.

Cuadro 12. Distribución Pérdidas Teóricas

DETERMINACION TIEMPOS MUERTOS	
Tiempos Muertos por Turno	Tiempo (min.)
Nombrada y Charlas Seguridad	15
Traslado de Inst. Faena / Frente de trabajo	30
Traslado Frente de trabajo / Comedor	20
Colación	60
Traslado Comedor / Frente de trabajo	20
Traslado Frente / Inst. Faena	30
Total Minutos	175
Horas	2.92

Se había propuesto un turno con aproximadamente 9 horas efectivas de trabajo, claro que en este escenario el ciclo duraba un poco más de un turno y en el segundo escenario el ciclo duraba dos turnos por lo que estos valores de tiempos muertos se duplicaban, pero al final como también el tiempo total se duplicaba aproximadamente el porcentaje de pérdidas por ciclo seguía siendo el mismo.

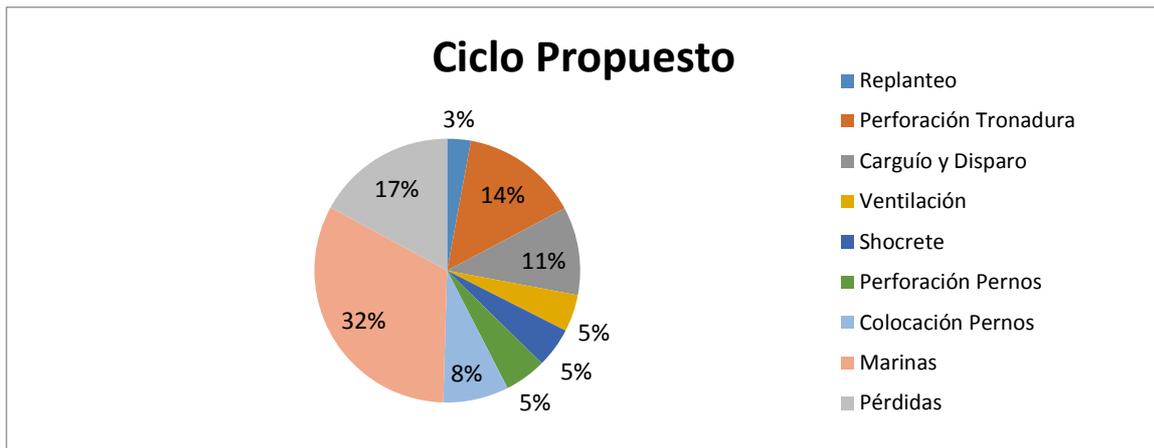


Figura 23. Distribución de las Pérdidas Teóricas

En total las perdidas han aumentado hasta 38 % en el ciclo actual, es decir se está teniendo un 21% más de tiempos muertos que atrasan el ciclo. Analizando las partes de forma individual comenzando por la que ocupa mayor tiempo tenemos el tiempo de traslado desde las oficinas, la comida y la charla de seguridad e inicio de turno, además de ser todas estas pérdidas que se dan en cada turno debido a que son necesarias; No obstante, en la actualidad en cada una de ellas se está demorando mucho más de lo que se estimaba.

En promedio ahora 1 ciclo dura aproximadamente unas 39 horas en promedio, esto quiere decir que según lo estimado el ciclo debería tener en pérdidas por este tipo entre 2.5 a 3 horas, teniendo en cuenta que cada ciclo si dura 39 horas contiene 3 turnos completos aproximadamente, y como en cada turno se pierde 1 hora por traslado se tiene esta estimación. En la realidad se están demorando en llegar al lugar de trabajo 4.7 horas por ciclo, es decir por turno saldría 1.6 horas, siendo cada viaje de unos 50 minutos, es decir, 20 minutos más por viaje de lo esperado.

Analizando la distancia que se tiene desde donde se encuentran las instalaciones de faena hasta la frente de trabajo, el tiempo de viaje a la velocidad promedio permitida en las instalaciones no supera los 20 minutos si sumamos 10 minutos para que se organicen en las instalaciones antes de salir deja un tiempo muerto de 20 minutos por viaje que no se justifica (40 minutos por turno).

El tiempo real desde que se comienza con la charla hasta que se inician las labores son de 1.8 horas en promedio por ciclo, teniendo el mismo pequeño cálculo que se realizó anteriormente, por turno se tendría 40 minutos para esta parte por cada turno, según el tiempo propuesto la charla debería durar 15 minutos y es tiempo suficiente, si después le agregamos 10 minutos para trasladarse hasta sus respectivas posiciones se tienen 25 minutos, teniendo unos 15 minutos por turno que son retrasos.

El descanso para la comida junto al traslado, sale por turno 1.4 horas aproximadamente, habiéndose estimado 1.6 horas, por lo que en esta parte se está cumpliendo con lo estipulado. Las demás pérdidas se podrían evitar todas o por lo menos reducirlas para poder acortar el tiempo de ciclo pudiendo hasta reducirlo en 3 horas.





ANEXO 13
Características de los Explosivos

CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPLOSIVOS

	Producto	Densidad (Kg/m3)	VOD (m/s)	Presión de detonación (Kbar)	Energía (Kcal/Kg)	Resistencia al agua (hr)	Volumen de gases (l/Kg)	Potencia Relativa Al ANFO en Peso
DINAMITA	Dinaprimer	1170	4070	49	767	0	835	0.83
	Dinatron	1190	4070	66	1070	12	968	1.13
	Permcarb	1330	2260	17	526	4	561	0.57
	Samsonita	1250	4720	69	791	8	818	0.85
	Tronex Plus	1180	5100	77	1173	12	942	1.22
	Amongelatina 60%	1500	3030	35	986	72	718	1.02
	Softron	1190	3324	33	1070	12	968	1.13
sismogelatina	1450	5700	118	1500	15	673	1.48	
EMULSIONES	Emulex	1150	4600	61	941	72	930	1.01
	Emulex H	1150	4400	56	1015	72	904	1.07
	Emulex CN	1150	4600	61	930	72	920	1
	Enaline	1110	5000	69	805	72	997	0.89
	Blastex	1220	5000	76	805	72	997	0.89
	Emultex E-1	1280	5300	90	691	72	977	0.79
Emultex E-2	1200	5000	74	688	72	972	0.78	
APD	Iniciador cilindrico	1620	7300	216	1338	8	692	1.5
	Cono rompedor	1620	7300	216	1338	8	692	1.5
	Minibooster, Miniblaster	1620	7300	216	1338	8	692	1.5
ANFO	ANFO	780	4000	32	912	0	1050	1
	AL-2	780	4680	43	960	0	1032	1.04
	AL-4	780	4700	43	1029	0	1004	1.1
	AL-6	800	4720	45	1098	0	976	1.16
	AL-8	800	4660	43	1179	0	941	1.23
	AL-10	830	4600	44	1278	0	895	1.31
	ANFO liviano	500	3000	13	821	0	1086	0.92
ANFO PESADO	Blendex 930	1000	3920	40	630	0	1075	0.93
	Blendex 940	1200	3950	47	803	4	1085	0.91
	Blendex 945	1300	4200	57	789	4	1089	0.89
	Blendex 950	1300	4150	56	776	8	1094	0.88
	Blendex 930-AL	1000	4110	42	885	0	1055	0.98
	Blendex 940-AL	1200	4080	50	859	4	1064	0.95
	Blendex 950-AL	1280	3510	41	832	8	1072	0.93
Blendex S	1320	3630	101	704	4	1060	0.87	
EMULSIÓN GRANEL	Emultex PDBG	1150	3800	42	687	16	1044	0.79
	Emultex RS100D	1150	4500	60	680	16	1000	0.78
	Emultex N	1320	3940	51	721	16	1111	0.84
	Emultex S2	1300	5500	109	694	16	1093	0.81
	Emultex G	1300	4480	65	702	16	1130	0.82

CARACTERÍSTICAS DE LOS EXPLOSIVOS

	Producto	Potencia Relativa Al ANFO en Volumen	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro del explosivo (mm)	Longitud del explosivo (m)	Unidades por caja	Peso unidad (g)	Peso caja (Kg)
DINAMITA	Dinaprimer	1.25	----	22	0.152	330	69	22.8
	Dinatron	1.72	----	29/25/32	0.203	157	153	24
	Pemicarb	0.97	----	32	0.203	120	208	25
	Samsonita	1.36	----	25/32	0.203	200	125	25
	Tronex Plus	1.85	----	25/29/32/51/64	0.203	130	185	24
	Amongelatina 60%	1.96	----	22/25/29/32/38	0.203	200	120	24
	Softron	1.72	----	17	0.508	142	141	20
	sismogelatina	2.75	----	57	0.203	50	454	22.7
EMULSIONES	Emulex	1.49	----	25	0.203	210	119	25
	Emulex H	1.58	----	29/32/38	0.203	166	151	25
	Emulex CN	1.47	----	29/32	0.406	83	301	25
	Enaline	1.27	----	32	0.203	3	7170	21.5
	Blastex	1.39	----	76/89/140	0.406	10	2300	23
	Emultex E-1	1.3	----	140	0.203	3	8000	24
	Emultex E-2	1.2	----	89	0.406	6	4000	24
	Iniciador cilindrico	3.12	----	34/44/57/76	0.110	150	150	22.5
APD	Cono rompedor	3.12	----	73/96/121/152/170/186/205	0.042	120	100	12
	Minibooster, Miniblafter	3.12	----	15/20	0.080	100	15	1.5
ANFO	ANFO	1	38	----	----	1	25000	----
	AL-2	1.04	38	----	----	1	25000	----
	AL-4	1.1	38	----	----	1	25000	----
	AL-6	1.15	38	----	----	1	25000	----
	AL-8	1.26	38	----	----	1	25000	----
	AL-10	1.39	38	----	----	1	25000	----
	ANFO liviano	0.59	38	----	----	1	25000	----
ANFO PESADO	Blendex 930	0.93	101	----	----	1	25000	----
	Blendex 940	1.4	127	----	----	1	25000	----
	Blendex 945	1.48	127	----	----	1	25000	----
	Blendex 950	1.47	152	----	----	1	25000	----
	Blendex 930-AL	0.98	101	----	----	1	25000	----
	Blendex 940-AL	1.46	127	----	----	1	25000	----
	Blendex 950-AL	1.57	152	----	----	1	25000	----
	Blendex S	1.39	101	----	----	1	25000	----
EMULSIÓN GRANEL	Emultex PDBG	1.17	38	----	----	1	25000	----
	Emultex RS100D	1.12	38	----	----	1	25000	----
	Emultex N	1.39	152	----	----	1	25000	----
	Emultex S2	1.25	127	----	----	1	25000	----
	Emultex G	1.26	101	----	----	1	25000	----

PROPIEDADES EXPLOSIVOS

Según características ambientales

La sensibilidad: Es La característica de un explosivo de propagar La reacción a todo lo largo de La carga. Una forma de determinar la sensibilidad es definiendo el diámetro crítico de un explosivo, este es el diámetro mínimo en la que un compuesto detonada confiablemente, depende del diámetro de perforación. Asumiendo que el diámetro es mayor al crítico, la sensibilidad mide la capacidad del explosivo de propagar la reacción de cartucho a cartucho.

Resistencia a la temperatura: Las temperaturas extremas de almacenamiento pueden afectar el desempeño de los productos explosivos. A altas temperaturas de almacenamiento, a más de 32.2°C muchos compuestos se descomponen lentamente o cambian sus propiedades.

Resistencia al agua: Es fundamental conocer la resistencia que un explosivo le tenga al agua, esta es la habilidad que tiene de soportar el contacto con el agua sin sufrir deterioro en su desempeño.

Según características de desempeño

Flamabilidad: Es muy importante desde el punto de vista del almacenamiento, transporte y uso, ya que hay materiales que explotan con una chispa mientras que otros pueden llegar a ser quemados sin explotar.

Sensitividad: Los explosivos requieren poca energía para detonar, un fulminante puede detonar fácilmente a los altos explosivos, pero se necesita de cebos para iniciar a los agentes de voladura como el ANFO.

Velocidad de detonación: es la velocidad a la que ocurre la reacción química entre el combustible y el oxidante, y se genera a lo largo de la columna del explosivo. Puede utilizarse como una herramienta que determina la eficiencia de una reacción explosiva.

Presión de detonación: Es un resultado casi instantáneo del movimiento de La onda de choque a través del explosivo. Está relacionada con la densidad y la Velocidad de detonación.

Densidad: Es muy importante debido a que los explosivos se compran, almacenan y utilizan en base al peso. Se usa como herramienta para calcular la presión de detonación y los parámetros de diseño de voladura como el Burden y espaciamiento.

Potencia: se refiere al contenido de energía de un explosivo que, a su vez, es la medida de la fuerza que puede desarrollar y su habilidad para fragmentar la roca.

Cohesividad: Es la habilidad que tiene el explosivo para mantener su forma original. Hay casos cuando el explosivo debe mantener su forma original y otra en que debe fluir libremente. Como ejemplo, si hay grietas se debe utilizar un explosivo que no fluya hacia las grietas. Por el contrario, muchas veces se necesita que fluyan libremente para evitar atascamiento y que se pueda llenar toda la columna explosiva sin dejar huecos.

HALOS DE INFLUENCIA DE LOS TALADROS

Taladros de Arranque 1

dexplosivo (mm)	32	Volumen explosivo (m3)	2726.40
dtaladro (mm)	51	Volumen taladro (m3)	7967.00

POD (Kg/cm ²)	78540
Factor de Carga	34.221
Acoplamiento (%)	62.745
Factor Seguridad	5
UCS (Kg/cm ²)	1100
RQD (%)	90

Bn	0.225
----	-------

Taladros de Arranque 2

dexplosivo (mm)	32	Volumen explosivo (m3)	2726.40
dtaladro (mm)	51	Volumen taladro (m3)	7967.00

POD (Kg/cm ²)	78540
Factor de Carga	34.221
Acoplamiento (%)	62.745
Factor Seguridad	4
UCS (Kg/cm ²)	1100
RQD (%)	90

Bn	0.270
----	-------

Taladros de Arranque 3

dexplosivo (mm)	32	Volumen explosivo (m3)	2726.40
dtaladro (mm)	51	Volumen taladro (m3)	7967.00

POD (Kg/cm ²)	78540
Factor de Carga	34.221
Acoplamiento (%)	62.745
Factor Seguridad	3
UCS (Kg/cm ²)	1100
RQD (%)	90

Bn	0.340
----	-------

HALOS DE INFLUENCIA DE LOS TALADROS

Taladros de Arranque 4

dexplosivo (mm)	32	Volumen explosivo (m3)	2726.40
dtaladro (mm)	51	Volumen taladro (m3)	7967.00

POD (Kg/cm2)	78540
Factor de Carga	34.221
Acoplamiento (%)	62.745
Factor Seguridad	2
UCS (Kg/cm2)	1100
RQD (%)	90

Bn	0.490
----	-------

Taladros de Ayudas

dexplosivo (mm)	32	Volumen explosivo (m3)	2726.40
dtaladro (mm)	51	Volumen taladro (m3)	7967.00

POD (Kg/cm2)	78540
Factor de Carga	34.221
Acoplamiento (%)	62.745
Factor Seguridad	1.5
UCS (Kg/cm2)	1100
RQD (%)	90

Bn	0.630
----	-------

Taladros de Contorno

dexplosivo (mm)	17	Volumen explosivo (m3)	769.46
dtaladro (mm)	51	Volumen taladro (m3)	7967.00

POD (Kg/cm2)	78540
Factor de Carga	9.650
Acoplamiento (%)	33.330
Factor Seguridad	1
UCS (Kg/cm2)	1100
RQD (%)	90

Bn	0.180
----	-------



ESTIMACIÓN DE LA FORTIFICACIÓN A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA ROCA

De acuerdo la caracterización geotécnica representada por el Índice Q de Barton, la dimensión de la sección del túnel y de la funcionalidad de este, es posible definir el tipo de sostenimiento.

El parámetro que define la funcionalidad o tipo de excavación se denomina ESR, pudiendo ser calculado, según lo indicado en **Tabla 1** a continuación.

Tabla 1. Valores de ESR para distintos tipos de Excavación

Clasificación	Tipo de Excavación	ESR
A	Minas Abiertas Temporalmente	3-5
B	Pozos Verticales Sección, Circular Pozos Verticales Sección, Cuadrada	2 2,5
C	Minas Abiertas Permanentemente, túneles hidroeléctricos, túneles piloto y	1,6
D	Cavernas de Almacenamiento, plantas de tratamiento de aguas, túneles	1,3
E	Centrales hidroeléctricas subterráneas, túneles grandes de carretera y	1
F	Centrales nucleares subterráneas, estaciones de ferrocarril, puentes	0,8

De acuerdo a la funcionalidad de los túneles correa, se utilizará para el diseño un ESR de 1,0 considerando que debe permanecer funcional por toda la vida útil del proyecto NNM.

El diseño de la fortificación se define a partir de un parámetro denominado “diámetro equivalente” o D_e , según la siguiente expresión:

$$D_e = \frac{B}{ESR} \quad \text{Ec. 1}$$

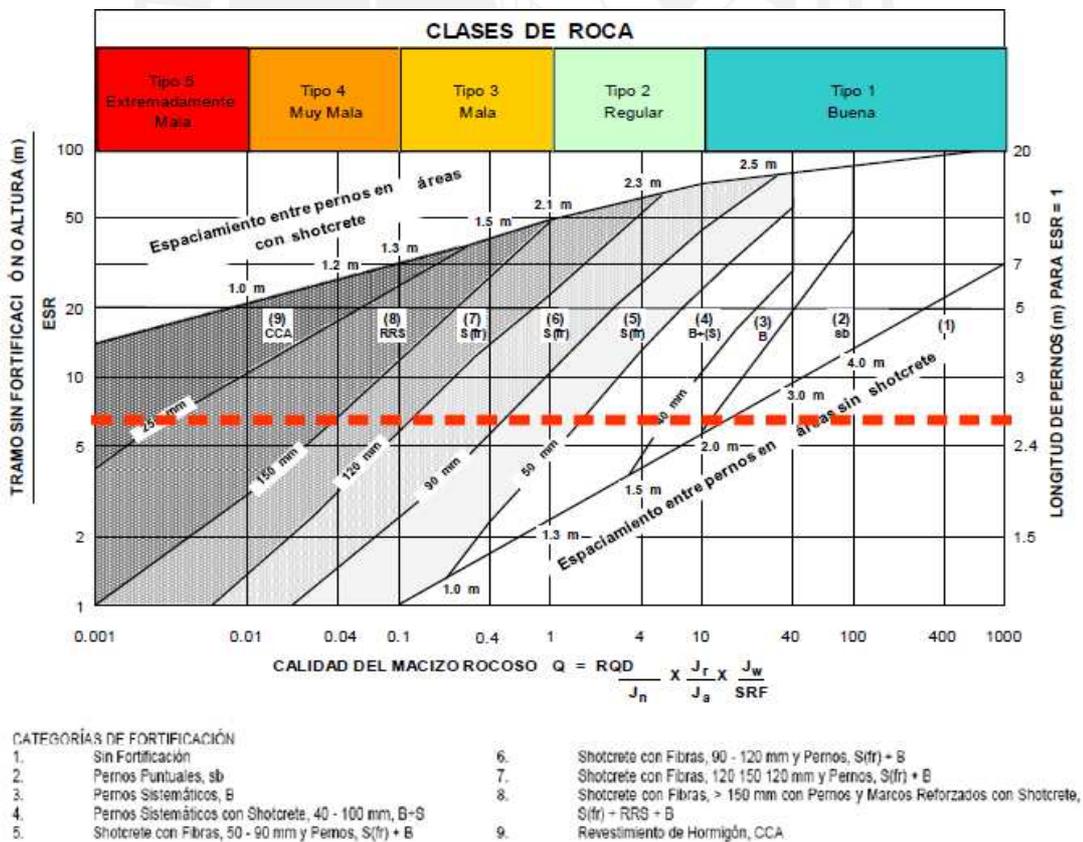
Donde:

B: Máximo entre el ancho o el alto de la sección

La sección libre mayor de los túneles correas es de 6,5m x 6,5 m, por lo que el diámetro equivalente D_e corresponde a:

$$D_e = 6,5/1,0 = 6,5 \text{ m}$$

De acuerdo al diámetro equivalente, se traza una línea horizontal desde el valor $D_e=6,5$ en el eje vertical izquierdo, como se observa en la **Figura 1** de la página siguiente, para cada tipo de roca corresponden dos o más tipos de fortificación, razón por la cual se utilizará para efectos de diseño, de manera conservadora, el peor de ellos.



Categorías de Soporte basadas en el Índice de Calidad Tunelera Q (después de Grimstad y Barton, 1993)

Figura 1: Ábaco de Barton para Cálculo de Fortificación

La longitud de los pernos, es posible calcularla de acuerdo a la fórmula propuesta por Laubscher (1990), debido a que esta relación considera de forma explícita la calidad del macizo rocoso.

$$L_P = 1.0 + 0.33 B \cdot f \quad \text{Ec.2}$$

Donde

L_P : Largo del perno, en metros

B : Span de la labor, en metros

f : Factor de corrección por calidad geotécnica de la roca (ver **Tabla 2** de la página siguiente).

Tabla 2. Factor de Corrección f en función de Q

Tipo de Roca (Índice Q)	Factor de Corrección, f
R1 (Buena)	1
R2 (Regular)	1,06
R3 (Mala)	1,15
R4 (Muy Mala)	1,26
R5 (Extremadamente Mala)	1,3

Por la tanto, de acuerdo a estos valores se calcula el largo de los pernos en función del Índice Q , distinguiéndose entre el valor teórico obtenido con la fórmula y el valor real recomendado, ambos indicados en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Largo del Perno

Tipo de Roca (Índice Q)	Largo del Perno Teórico (m)	Largo del Perno OP (m)
R1 (Buena)	3,14	3,5
R2 (Regular)	3,27	3,5
R3 (Mala)	3,46	3,5
R4 (Muy Mala)	3,70	4,0
R5 (Extremadamente Mala)	3,78	4,0

Para el caso de roca de calidad mala y muy mala, la fortificación contempla la instalación de marcos o bóvedas de hormigón o en su reemplazo, cables. Para dicho efecto se requiere estimar la carga de roca que actuará sobre el revestimiento, utilizando la metodología que define Barton et al (1974, 1975) plotearon la capacidades del soporte en 200 túneles v/s la calidad del macizo rocoso (Q), encontrando una correlación empírica entre ambas para la capacidad última del soporte, dada por la siguiente expresión:

$$P_r = \frac{0,2}{J_r} Q^{\frac{1}{3}}$$

Ec.3

Donde J_r : es el coeficiente de rugosidad de las estructuras

De acuerdo a esto último, se considera el valor medio del índice Q, ponderado por los tramos donde existe roca tipo 4 según la caracterización geotécnica, obteniéndose los siguientes valores de Q y de P para la roca tipo 4, indicada en **Tabla 4** a continuación.

Tabla 4. Carga Vertical Roca Mala

Tipo de Roca	Q promedio	P (ton/m ²)
Tipo 4 (Mala)	0,02	7

En la siguiente figura, se muestra las presiones verticales a lo largo del trazado del túnel correa 2.

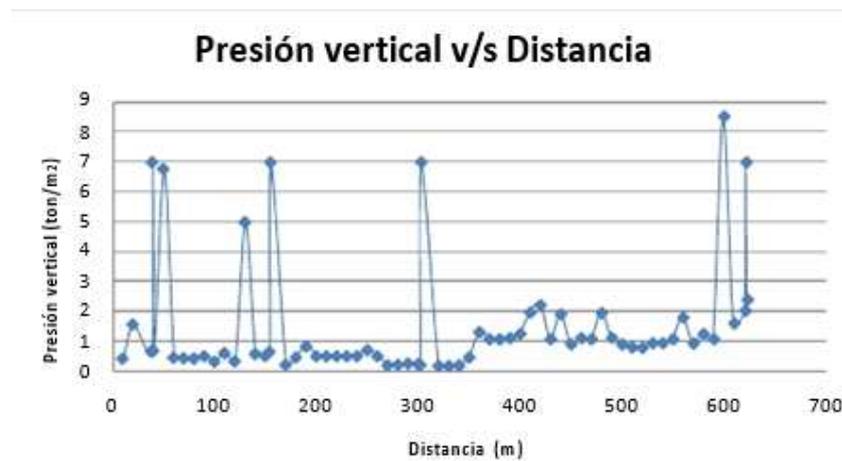


Figura 2. Presión Vertical sobre el Soporte, a lo largo del túnel correa 2, según Barton (1974)

Cabe señalar que las presiones verticales máximas, que se aprecian en la figura anterior, corresponden a las discontinuidades estimadas en el trazado.

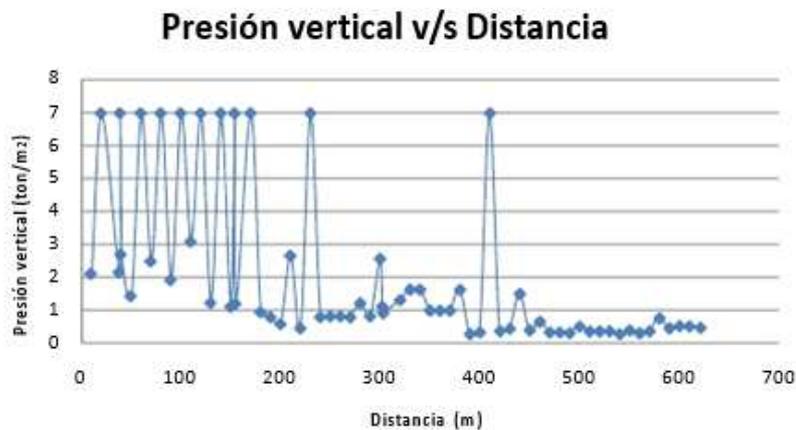


Figura 3. Presión Vertical sobre el Soporte, a lo largo del túnel correa 3, según Barton (1974)

De la figura anterior se desprende que las cargas verticales máximas, corresponden a discontinuidades estimadas en el trazado del túnel correa 3, con un espesor de aproximada de 1 metro, sin embargo se recomienda considerar un halo de influencia de a lo menos 1 metro.

Estimación de la Fortificación para Túneles para roca tipo IV

El diseño de la fortificación para los tramos excavados de los túneles correa 2 y correa 3, para tipo de roca IV, consistirá en un revestimiento de marcos reticulados, shotcrete normal y malla acma o similar, para lo cual se debe conocer las deformaciones que experimentará el material al ser excavado.

Las propiedades geotécnicas del material han sido estimadas por geología en base a lo observado en terreno y al mapeo geotécnico en el sector. Dichas propiedades se indican en **Tabla 5**.

Tabla 5. Propiedades Geotécnicas de la Unidad

Formación	GSI	UCS (Mpa)	m_i	E_m (MPa)
Farellones	40	21	9,7	5498

La deformación que experimenta la excavación antes ser instalado el soporte se estima a partir de un modelo de elementos finitos en 2D de tipo plástico, realizado con el software Phase 2. El modelo se ha realizado con elementos triangulares de seis nodos, rótulas con desplazamiento vertical en los extremos, fijas en la parte inferior y libre en la superficie, además se considera un campo de esfuerzos hidrostáticos estimados para una cobertura de 60m (peor condición). En la **Figura 4** se muestra un esquema del modelo realizado.

Para calcular la deformación del túnel en la frente antes de ser instalado en soporte se utilizará la metodología empírica desarrollada por Vlachopoulos & Diederichs. Previo a usar el método se requiere obtener dos datos de los resultados del modelo:

- La deformación máxima del túnel lejos de la frente
- El radio plástico lejos de la frente del túnel

Se calcula los desplazamientos totales para una condición con cero presión interna, correspondiente a la condición de máxima relajación, lejos del frente. En la **Figura 4** se muestra los resultados del modelo.

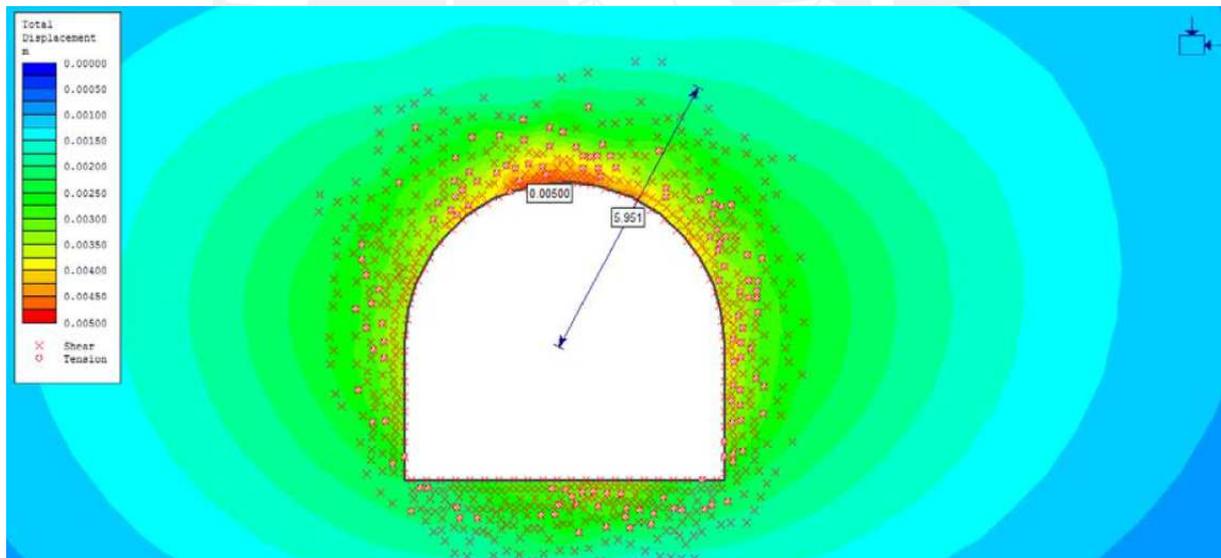


Figura 4. Isocontornos de desplazamientos totales y elementos plastificados

Los valores buscados son los siguientes:

- Deformación Máxima: $\delta_{\max} = 0,0050$ m
- Radio Plástico: 5,9 m

A partir de estos valores se debe ingresar al ábaco de Vlachopoulos & Diederichs a partir del cual se podrá estimar la convergencia del túnel.

Los valores son:

- $R_p = 5.9$ m
- $R_t = 3.25$ m
- $u_{\max} = 0,0034$ m

- $X = 1.5$ m (distancia entre el frente y la zona fortificada)

$$X/R_t = 1.5/3.25 = 0.46$$

$$R_p/R_t = 5.9/3.25 = 1.81$$

Estos valores se ingresan en el ábaco y se obtiene en valor de la convergencia, como se aprecia en la **Figura 5**.

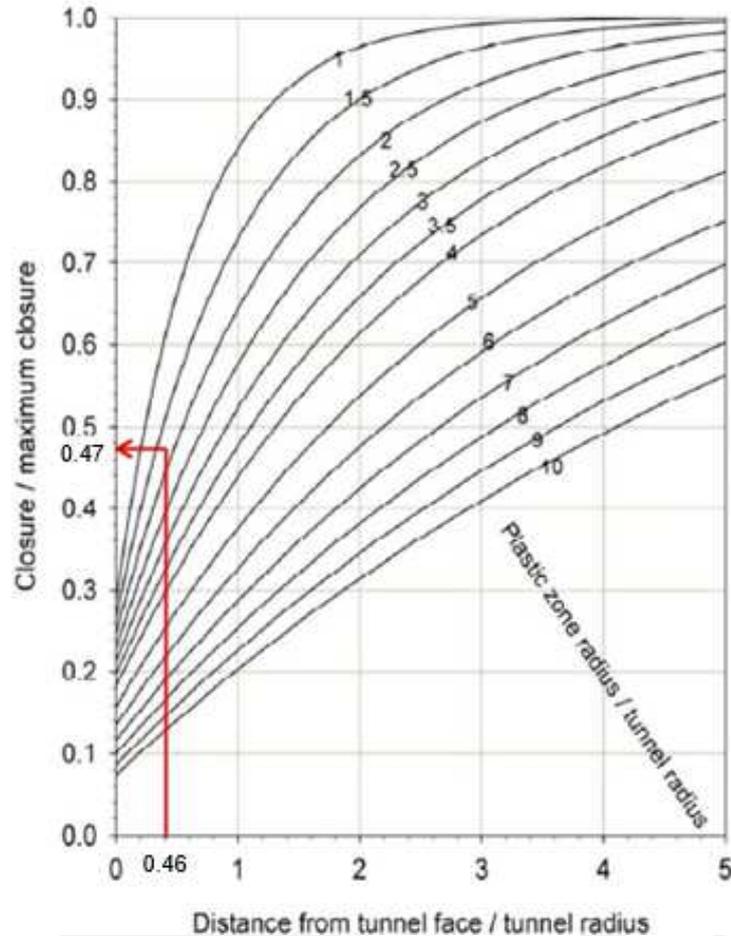


Figura 5. Abaco de Vlachopoulos & Diederichs

Por lo tanto, la convergencia antes de ser instalado el soporte corresponde a:

$$\delta = 0,0050 \times 0,47 = 0,00235 \text{ m}$$

El siguiente paso es la determinación de la presión interna “pi” que genera una deformación de 0,00235 m en el túnel, lo cual se genera a partir de una reducción paulatina de la presión máxima (in situ), pero aplicada en sentido inverso, hasta llegar a cero, para lo cual se modela en 10 etapas sucesivas. Luego se calcula el desplazamiento máximo en un punto, en este caso un punto del techo del túnel, para las 10 etapas. Con esto se construye la curva de reacción del macizo rocoso para la excavación del túnel.

En la **Figura 6** se muestra la curva y la presión interna correspondiente a una convergencia de 0,00235 m, el que equivale a $p_i = 0,03$ MPa, el que corresponde a la octava etapa de descarga.



Figura 6. Curva de Reacción

Por lo tanto, la siguiente etapa consiste en ingresar al modelo el soporte a instalar, el que consiste en marcos reticulados, malla electrosoldada Acma o similar y shotcrete. El modelo consta de tres etapas:

1. Etapa Inicial ($P_i = P_{i\max}$)
2. Relajación del Túnel ($P_i = 0,03$ MPa)
3. Instalación del Soporte

Las características de los materiales se indican a continuación:

Shotcrete

- ☐ Calidad: H25
- ☐ Espesor Primera Capa: 5 cm
- ☐ Espesor Segunda Capa 10 cm

Shotcrete Fibra (solo para estabilizar las cajas y el techo, antes de colocar los marcos)

- ☐ Fibra sintética estructural de 50 mm
- ☐ Densidad del shotcrete 7 a 9 kg de fibra/m³
- ☐ Espesor de 5 cm

Malla Electrosoldada 100x100x4,6mm

- ☐ Diámetro alambre 4,6 mm
- ☐ Separación alambres: 10 cm

Marcos Reticulados

- ☐ Número de barras: 3
- ☐ Diámetro de Barras: 18mm
- ☐ Alto sección: 114mm
- ☐ Momento de Inercia: 2,23x10⁶ mm⁴
- ☐ Separación entre marcos cada 1m

El análisis realizado entrega las curvas de interacción Momento-Esfuerzo Normal y Momento – Esfuerzo de Corte, tanto en los marcos como en el shotcrete. Dichos puntos se comparan con las curvas características del sistema de soporte, en función de un FS establecido (isocontorno de FS). Los resultados se muestran en la **Figura 7**.

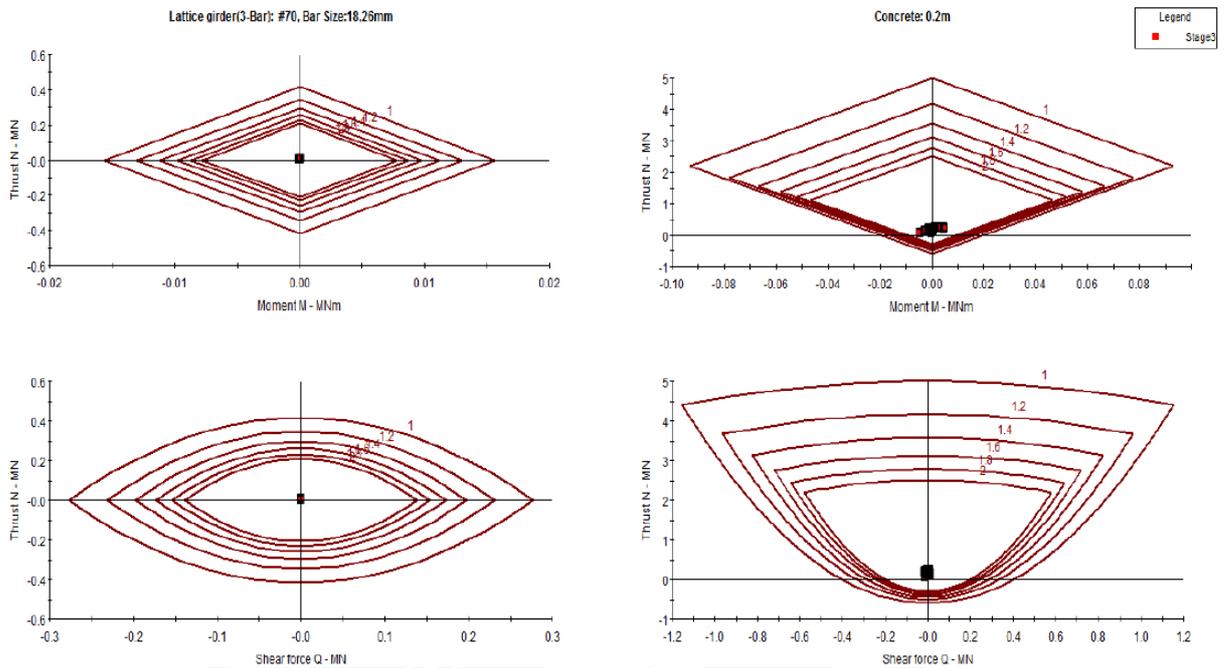


Figura 7. curvas de interacción FS shotcrete, malla y marco reticulado

Como se observa en las figuras anteriores, todos los puntos se encuentran contenidos en la curva $FS > 2.0$, por lo que se considera que el diseño es aceptable.

Finalmente la recomendación de fortificación para los túneles correa 2 y 3, corresponden según el tipo de roca según Q de Barton, los cuales engloban los tipos, I, II, III y IV

A continuación, en la **Tabla 6** siguiente se presenta un resumen de la fortificación recomendada.

Tabla 6. Resumen de Fortificación Túneles Correa

Tipo según Q de Barton	Pernos acero A44-28H 22mm de diámetro		Tipo de Malla (*)	Espesor Shotcrete con Fibra sintética (cm) (**)	Marcos de Acero reticulados
	Largo (m)	Pattern			
I	3,5	2,4m x 2,4m	-	-	-
II	3,5	2,1 m x 2,1 m	Tejida 10006	7,5	
III	3,5	1,3m x 1,3m		13	
IV	4,0	1m x 1m	Electrosoldada ACMA C-166	20****	H1-50x10.2 ***

(*) Eventualmente podrá reemplazarse el shotcrete con fibra por shotcrete convencional con malla tejida 10006

(**) Especificaciones de la Fibra en plano T09E205-F1-VCPNNM-24000-205MI04-2500-001-Q

(***) El marco reticulado calculado corresponde a sistema PANTEX, debe ser confirmado de acuerdo a cálculo estructural

(****) Para este caso, se considera shotcrete normal 15 cm, y solo una capa de 5 cm de shotcrete con fibra, para estabilizar el techo y las cajas antes de instalar los marcos.



Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,0 M X 6,2 M; Tipo 1		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	1.927687	57,630	111,093
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.684035	61,385	103,374
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.284799	62,266	79,999
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.263271	48,168	60,849
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.842507	61,385	51,717
1-PO-EMUL-A	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.842507	57,630	48,554
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.642791	71,079	45,689
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.642791	57,861	37,193
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.468418	61,385	28,754
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.421253	61,388	25,860
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	0.341210	61,388	20,946
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.361269		614,028
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	0.978521	150,701	147,464
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	GI	1.086061	75,509	82,007
2-EMUL	Emulsion	Kg	65.570723	581	38,097
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.196145	3,024	27,809
2-DETON	Detenadores	Ud	19.967709	1,108	22,124
2-TRON	Tronex	Kg	6.082489	2,100	12,773
2-VARIOS-EX	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	GI	0.990264	7,133	7,064
SUB-TOTAL DE MATERIALES					337,338

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,0 M X 6,2 M; Tipo 1		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	3.753608	43,953	164,982
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	5.630412	27,225	153,288
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	1.868976	37,665	70,395
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	1.043104	57,361	59,833
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	1.868976	24,256	45,334
3-EXC-200-C.	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	1.060717	29,700	31,503
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.431577	17,595	25,189
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	2.863154	3,304	9,460
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.950046	4,780	4,541
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.431577	1,833	2,624
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			21.902147		567,149
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	322.533350	539	173,845
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	44.051764	480	21,145
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			366.585114		194,990
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,713,505

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,2 M X 6,3 M; Tipo 2		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	1.927687	57,630	111,093
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.684035	61,385	103,374
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.284799	62,266	79,999
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.263271	48,168	60,849
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.842507	61,385	51,717
1-PO-EMUL-A	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.842507	57,630	48,554
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.642791	71,079	45,689
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.642791	57,861	37,193
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.468418	61,385	28,754
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.421253	61,388	25,860
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	0.341210	61,388	20,946
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.361269		614,028
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	0.978521	150,701	147,464
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	GI	1.086061	75,509	82,007
2-EMUL	Emulsion	Kg	65.570723	581	38,097
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.196145	3,024	27,809
2-DETON	Detenadores	Ud	19.967709	1,108	22,124
2-TRON	Tronex	Kg	6.082489	2,100	12,773
2-VARIOS-EX	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	GI	0.990264	7,133	7,064
SUB-TOTAL DE MATERIALES					337,338

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,2 M X 6,3 M; Tipo 2		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	3.753608	43,953	164,982
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	5.630412	27,225	153,288
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	1.868976	37,665	70,395
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	1.043104	57,361	59,833
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	1.868976	24,256	45,334
3-EXC-200-C.	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	1.060717	29,700	31,503
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.431577	17,595	25,189
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	2.863154	3,304	9,460
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.950046	4,780	4,541
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.431577	1,833	2,624
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			21.902147		567,149
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	322.533350	539	173,845
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	44.051764	480	21,145
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			366.585114		194,990
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,713,505

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,3 M X 6,35 M; Tipo 3		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	2.403000	61,388	147,515
1-MIN2	Minero 2º	Hd	2.054000	57,630	118,372
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.795000	61,385	110,186
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.369000	62,266	85,242
1-OPE-TOLV	Operador Tolva	Hd	1.346000	48,168	64,834
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.684800	71,079	48,675
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.448800	61,388	27,551
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.089800	61,385	5,512
1-PO-EMUL-A	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.089800	57,630	5,175
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.068500	57,861	3,963
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.049900	61,385	3,063
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.398600		620,088
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	1.000000	150,701	150,701
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.874000	3,024	29,859
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	Gl	0.101000	75,509	7,626
2-VARIOS-EX	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	Gl	1.000000	7,133	7,133
2-EMUL	Emulsion	Kg	7.039000	581	4,090
2-DETON	Detenadores	Ud	2.143000	1,108	2,374
2-TRON	Tronex	Kg	0.653100	2,100	1,372
SUB-TOTAL DE MATERIALES					203,155

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,3 M X 6,35 M; Tipo 3		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-EXC-200-C.	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	7.572000	29,700	224,888
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	4.039000	43,953	177,526
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	6.058000	27,225	164,929
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	2.019000	37,665	76,046
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.540000	17,595	27,096
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	3.081000	3,304	10,180
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.112300	57,361	6,442
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	0.202000	24,256	4,900
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	1.022000	4,780	4,885
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.540000	1,833	2,823
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			27.185300		699,715
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	381.845713	539	205,815
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	47.587830	480	22,842
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			429.433543		228,657
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,751,615

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,4 M X 6,4 M; Tipo 4		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	2.403000	61,388	147,515
1-MIN2	Minero 2º	Hd	2.054000	57,630	118,372
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.795000	61,385	110,186
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.369000	62,266	85,242
1-OPE-TOLV/	Operador Tolva	Hd	1.346000	48,168	64,834
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.684800	71,079	48,675
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.448800	61,388	27,551
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.089800	61,385	5,512
1-PO-EMUL-A	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.089800	57,630	5,175
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.068500	57,861	3,963
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.049900	61,385	3,063
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.398600		620,088
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	1.000000	150,701	150,701
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.874000	3,024	29,859
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	Gl	0.101000	75,509	7,626
2-VARIOS-EX	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	Gl	1.000000	7,133	7,133
2-EMUL	Emulsion	Kg	7.039000	581	4,090
2-DETON	Detenadores	Ud	2.143000	1,108	2,374
2-TRON	Tronex	Kg	0.653100	2,100	1,372
SUB-TOTAL DE MATERIALES					203,155

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,4 M X 6,4 M; Tipo 4		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-EXC-200-C.	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	7.572000	29,700	224,888
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	4.039000	43,953	177,526
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	6.058000	27,225	164,929
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	2.019000	37,665	76,046
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.540000	17,595	27,096
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	3.081000	3,304	10,180
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.112300	57,361	6,442
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	0.202000	24,256	4,900
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	1.022000	4,780	4,885
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.540000	1,833	2,823
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			27.185300		699,715
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	381.845713	539	205,815
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	47.587830	480	22,842
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			429.433543		228,657
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,751,615

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,6 M X 6,5 M; Portal		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	2.229339	61,388	136,855
1-MIN2	Minero 2º	Hd	1.972070	57,630	113,650
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.723605	61,385	105,803
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.314713	62,266	81,862
1-OPE-TOLV	Operador Tolva	Hd	1.292215	48,168	62,243
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.657650	71,079	46,745
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.657650	57,861	38,052
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.430999	61,388	26,458
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.086180	61,385	5,290
1-PO-EMUL-A	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.086180	57,630	4,967
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.051747	61,385	3,176
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.502348		625,101
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	0.978209	150,701	147,417
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	8.484988	3,024	25,659
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	Gl	0.097821	75,509	7,386
2-EMUL	Emulsion	Kg	6.049247	581	3,515
2-DETON	Detenadores	Ud	1.841968	1,108	2,041
2-TRON	Tronex	Kg	0.561297	2,100	1,179
2-VARIOS-EX	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	Gl	0.097821	7,133	698
SUB-TOTAL DE MATERIALES					187,895

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,6 M X 6,5 M; Portal		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-EXC-200-C.	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	7.024522	29,700	208,628
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	3.878600	43,953	170,476
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	5.817411	27,225	158,379
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	1.938811	37,665	73,025
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	1.077987	57,361	61,834
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.479053	17,595	26,024
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	2.959083	3,304	9,777
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	0.193881	24,256	4,703
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.981144	4,780	4,690
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.479053	1,833	2,711
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			26.829545		720,247
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	335.379735	539	180,770
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	45.697776	480	21,935
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			381.077511		202,705
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,735,948

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Pernos L = 3,5 M		Un			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.165300	57,861	9,564
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.073400	61,385	4,506
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.064000	57,630	3,688
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.042600	62,266	2,653
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.021300	71,079	1,514
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.021300	57,861	1,232
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.387900		23,157
2 : MATERIALES					
2-PERNO-3.5	Perno L= 3,5 Mt	Un	1.000000	6,582	6,582
2-LECH-INY	Lechada De Inyeccion	MI	3.500000	507	1,775
SUB-TOTAL DE MATERIALES					8,357
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.165200	57,361	9,476
3-PLAT-NOR	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.372000	17,804	6,623
3-LECHADO	Lechadora	Hm	0.372000	3,360	1,250
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.048000	17,595	845
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.095900	3,304	317
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.031800	4,780	152
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.048000	1,833	88
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			1.132900		18,751
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	7.210346	539	3,886
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			7.210346		3,886
TOTAL COSTO DIRECTO		€/Un			54,151

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Pernos L = 4,0 M		Un			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.189000	57,861	10,936
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.083900	61,385	5,150
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.073100	57,630	4,213
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.048700	62,266	3,032
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.024400	71,079	1,734
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.024400	57,861	1,412
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.443500		26,477
2 : MATERIALES					
2-PERNO-4	Perno L= 4 Mt	Un	1.000000	7,285	7,285
2-LECH-INY	Lechada De Inyeccion	MI	4.000000	507	2,028
SUB-TOTAL DE MATERIALES					9,313
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.188800	57,361	10,830
3-PLAT-NOR	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.425100	17,804	7,568
3-LECHADO	Lechadora	Hm	0.425100	3,360	1,428
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.054800	17,595	964
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.109600	3,304	362
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.036400	4,780	174
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.054800	1,833	100
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			1.294600		21,426
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	8.240907	539	4,442
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			8.240907		4,442
TOTAL COSTO DIRECTO		€/Un			61,658

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Con Malla Bizcocho 10006		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.083300	57,630	4,801
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.055500	62,266	3,456
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.027760	71,079	1,973
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.027760	57,861	1,606
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.027760	57,861	1,606
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.222080		13,442
2 : MATERIALES					
2-MALLA-BIS	Malla Bizcocho 1006 (Con Perdidas)	M2	1.199000	2,225	2,668
SUB-TOTAL DE MATERIALES			1.199000		2,668
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-PLAT-NOR	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.062500	17,804	1,113
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.062500	17,595	1,100
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.124900	3,304	413
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.041400	4,780	198
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.062500	1,833	115
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.353800		2,939
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	4.384847	539	2,363
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			4.384847		2,363
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			21,412

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 7,5 Cm (C/Fibra); Tipo 2		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.068288	61,385	4,192
1-OP-CMA-B/	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.068288	61,385	4,192
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.015045	57,630	867
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.010020	62,266	624
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.005010	71,079	356
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.004996	57,861	289
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.171647		10,520
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C	Shotcrete H-25 Con Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.153374	129,388	19,845
SUB-TOTAL DE MATERIALES			0.153374		19,845
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PU	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.153666	25,509	3,920
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.153666	25,333	3,893
3-COMPRES-R	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.153666	6,075	934
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.011247	17,595	198
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.022495	3,304	74
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.007450	4,780	36
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.011247	1,833	21
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.513437		9,076
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	2.062861	539	1,112
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			2.062861		1,112
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			40,553

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 13,0 Cm (C/Fibra); Tipo 3		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.118333	61,385	7,264
1-OP-CMA-B/	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.118333	61,385	7,264
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.026004	57,630	1,499
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.017385	62,266	1,082
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.008619	71,079	613
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.008619	57,861	499
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.297293		18,221
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C	Shotcrete H-25 Con Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.265885	129,388	34,402
SUB-TOTAL DE MATERIALES			0.265885		34,402
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PU	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.266323	25,509	6,794
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.266323	25,333	6,747
3-COMPRES-R	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.266323	6,075	1,618
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.019576	17,595	344
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.039006	3,304	129
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.013002	4,780	62
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.019576	1,833	36
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.890129		15,730
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	3.576351	539	1,928
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			3.576351		1,928
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			70,281

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 5,0 Cm; Tipo 4 y Portal		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.073910	61,385	4,537
1-OP-CMA-B/	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.073910	61,385	4,537
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.010563	57,630	609
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.010563	62,266	658
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.006021	71,079	428
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.006021	57,861	348
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.180988		11,117
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C	Shotcrete H-25 Con P.P. Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.100000	104,279	10,428
SUB-TOTAL DE MATERIALES					10,428
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PU	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.073910	25,509	1,885
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.073910	25,333	1,872
3-COMPRES-R	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.073910	6,075	449
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.010594	17,595	186
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.016750	3,304	55
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.007450	4,780	36
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.010594	1,833	19
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.267118		4,502
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	1.823600	539	983
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			1.823600		983
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			27,030

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 15,0 Cm; Tipo 4		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.165230	61,385	10,143
1-OP-CMA-B/	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.165230	61,385	10,143
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.039824	57,630	2,295
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.028954	62,266	1,803
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.011423	71,079	812
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.011423	57,861	661
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.422084		25,857
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C	Shotcrete H-25 Con P.P. Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.287200	104,279	29,949
2-MALLA-ACM	Malla Acma Cd-166	M2	1.356900	3,840	5,210
SUB-TOTAL DE MATERIALES					35,159
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PU	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.284623	25,509	7,260
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.284623	25,333	7,210
3-COMPRES-R	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.284623	6,075	1,729
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.022436	17,595	395
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.051200	3,304	169
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.020616	4,780	99
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.031227	1,833	57
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.979348		16,919
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	4.823000	539	2,600
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			4.823000		2,600
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			80,535

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-30 Espesor 25,0 Cm; Portal		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.222430	61,385	13,654
1-OP-CMA-B/	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.222430	61,385	13,654
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.060780	57,630	3,503
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.040540	62,266	2,524
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.020270	71,079	1,441
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.020270	57,861	1,173
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.586720		35,949
2 : MATERIALES					
2-SOT-H30-C	Shotcrete H-30 Con Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.542800	133,825	72,640
2-MALLA-COI	Malla De Colocacion De Clavos	M2	1.479553	2,670	3,950
SUB-TOTAL DE MATERIALES					76,590
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PU	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.423600	25,509	10,806
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.423600	25,333	10,731
3-COMPRES-R	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.423600	6,075	2,573
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.045718	17,595	804
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.091288	3,304	302
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.030331	4,780	145
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.045718	1,833	84
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			1.483855		25,445
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	8.360114	539	4,506
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			8.360114		4,506
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			142,490

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 2

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Marco Reticulados; Tipo 4 y Portal		Un			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.968300	57,630	55,803
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.645500	62,266	40,193
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.322800	71,079	22,944
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.322800	57,861	18,678
1-OP-TODO-T	Operador Todo Terreno	Hd	0.322800	57,861	18,678
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			2.582200		156,296
2 : MATERIALES					
2-SERCHA	Ud Cercha Seccion Libre 6,5*6,2	Un	1.000000	238,535	238,535
SUB-TOTAL DE MATERIALES			1.000000		238,535
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-PLAT-NORI	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.726200	17,804	12,929
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.726200	17,595	12,777
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	1.452400	3,304	4,799
3-TODO-TER	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.481800	4,780	2,303
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.726200	1,833	1,331
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			4.112800		34,139
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	78.348946	539	42,230
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			78.348946		42,230
TOTAL COSTO DIRECTO		€/Un			471,200

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,0 M X 6,2 M; Tipo 1		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	1.927687	57,630	111,093
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.684035	61,385	103,374
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.284799	62,266	79,999
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.263271	48,168	60,849
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.842507	61,385	51,717
1-PO-EMUL-AYU	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.842507	57,630	48,554
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.642791	71,079	45,689
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.642791	57,861	37,193
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.468418	61,385	28,754
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.421253	61,388	25,860
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	0.341210	61,388	20,946
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.361269		614,028
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	0.978521	150,701	147,464
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	GI	1.086061	75,509	82,007
2-EMUL	Emulsion	Kg	65.570723	581	38,097
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.196145	3,024	27,809
2-DETON	Detenadores	Ud	19.967709	1,108	22,124
2-TRON	Tronex	Kg	6.082489	2,100	12,773
2-VARIOS-EXPLO	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	GI	0.990264	7,133	7,064
SUB-TOTAL DE MATERIALES					337,338

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,0 M X 6,2 M; Tipo 1		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	3.753608	43,953	164,982
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	5.630412	27,225	153,288
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	1.868976	37,665	70,395
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	1.043104	57,361	59,833
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	1.868976	24,256	45,334
3-EXC-200-C.MART	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	1.060717	29,700	31,503
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.431577	17,595	25,189
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	2.863154	3,304	9,460
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.950046	4,780	4,541
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.431577	1,833	2,624
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			21.902147		567,149
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	322.533350	539	173,845
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	44.051764	480	21,145
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			366.585114		194,990
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,713,505

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,2 M X 6,3 M; Tipo 2		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	1.927687	57,630	111,093
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.684035	61,385	103,374
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.284799	62,266	79,999
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.263271	48,168	60,849
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.842507	61,385	51,717
1-PO-EMUL-AYU	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.842507	57,630	48,554
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.642791	71,079	45,689
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.642791	57,861	37,193
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.468418	61,385	28,754
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.421253	61,388	25,860
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	0.341210	61,388	20,946
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.361269		614,028
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	0.978521	150,701	147,464
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	GI	1.086061	75,509	82,007
2-EMUL	Emulsion	Kg	65.570723	581	38,097
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.196145	3,024	27,809
2-DETON	Detenadores	Ud	19.967709	1,108	22,124
2-TRON	Tronex	Kg	6.082489	2,100	12,773
2-VARIOS-EXPLO	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	GI	0.990264	7,133	7,064
SUB-TOTAL DE MATERIALES					337,338

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,2 M X 6,3 M; Tipo 2		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	3.753608	43,953	164,982
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	5.630412	27,225	153,288
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	1.868976	37,665	70,395
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	1.043104	57,361	59,833
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	1.868976	24,256	45,334
3-EXC-200-C.MART	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	1.060717	29,700	31,503
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.431577	17,595	25,189
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	2.863154	3,304	9,460
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.950046	4,780	4,541
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.431577	1,833	2,624
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			21.902147		567,149
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	322.533350	539	173,845
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	44.051764	480	21,145
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			366.585114		194,990
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,713,505

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,3 M X 6,35 M; Tipo 3		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	2.403000	61,388	147,515
1-MIN2	Minero 2º	Hd	2.054000	57,630	118,372
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.795000	61,385	110,186
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.369000	62,266	85,242
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.346000	48,168	64,834
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.684800	71,079	48,675
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.448800	61,388	27,551
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.089800	61,385	5,512
1-PO-EMUL-AYU	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.089800	57,630	5,175
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.068500	57,861	3,963
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.049900	61,385	3,063
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.398600		620,088
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	1.000000	150,701	150,701
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.874000	3,024	29,859
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	Gl	0.101000	75,509	7,626
2-VARIOS-EXPLO	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	Gl	1.000000	7,133	7,133
2-EMUL	Emulsion	Kg	7.039000	581	4,090
2-DETON	Detenadores	Ud	2.143000	1,108	2,374
2-TRON	Tronex	Kg	0.653100	2,100	1,372
SUB-TOTAL DE MATERIALES					203,155

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,3 M X 6,35 M; Tipo 3		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-EXC-200-C.MAR1	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	7.572000	29,700	224,888
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	4.039000	43,953	177,526
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	6.058000	27,225	164,929
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	2.019000	37,665	76,046
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.540000	17,595	27,096
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	3.081000	3,304	10,180
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.112300	57,361	6,442
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	0.202000	24,256	4,900
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	1.022000	4,780	4,885
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.540000	1,833	2,823
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			27.185300		699,715
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	381.845713	539	205,815
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	47.587830	480	22,842
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			429.433543		228,657
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,751,615

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,4 M X 6,4 M; Tipo 4		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	2.403000	61,388	147,515
1-MIN2	Minero 2º	Hd	2.054000	57,630	118,372
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.795000	61,385	110,186
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.369000	62,266	85,242
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.346000	48,168	64,834
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.684800	71,079	48,675
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.448800	61,388	27,551
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.089800	61,385	5,512
1-PO-EMUL-AYU	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.089800	57,630	5,175
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.068500	57,861	3,963
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.049900	61,385	3,063
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.398600		620,088
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	1.000000	150,701	150,701
2-PER.SPLIT	Pernos Split En Ascendente Correa 2	Ud	9.874000	3,024	29,859
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	Gl	0.101000	75,509	7,626
2-VARIOS-EXPLO	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	Gl	1.000000	7,133	7,133
2-EMUL	Emulsion	Kg	7.039000	581	4,090
2-DETON	Detenadores	Ud	2.143000	1,108	2,374
2-TRON	Tronex	Kg	0.653100	2,100	1,372
SUB-TOTAL DE MATERIALES					203,155

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,4 M X 6,4 M; Tipo 4		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-EXC-200-C.MAR1	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	7.572000	29,700	224,888
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	4.039000	43,953	177,526
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	6.058000	27,225	164,929
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	2.019000	37,665	76,046
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.540000	17,595	27,096
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	3.081000	3,304	10,180
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.112300	57,361	6,442
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	0.202000	24,256	4,900
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	1.022000	4,780	4,885
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.540000	1,833	2,823
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			27.185300		699,715
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	381.845713	539	205,815
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	47.587830	480	22,842
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			429.433543		228,657
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,751,615

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,6 M X 6,5 M; Portal		MI			
1 : MANO DE OBRA					
1-OPE-EX	Operador Excavadora	Hd	2.263607	61,388	138,958
1-MIN2	Minero 2º	Hd	2.002384	57,630	115,397
1-SCOOP	Operador Scoop	Hd	1.750099	61,385	107,430
1-MIN	Minero 1º	Hd	1.334923	62,266	83,120
1-OPE-TOLVA	Operador Tolva	Hd	1.312078	48,168	63,200
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.667759	71,079	47,464
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.667759	57,861	38,637
1-OPE-CARG	Operador Cargador	Hd	0.437624	61,388	26,865
1-PO-EMUL	Operador Camion Emulsion	Ud	0.087505	61,385	5,371
1-PO-EMUL-AYU	Ayudante Camion Emulsion	Hd	0.087505	57,630	5,043
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.052543	61,385	3,225
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			10.663786		634,710
2 : MATERIALES					
2-PP-AUX	Pp Instalaciones Auxiliares	MI	0.993246	150,701	149,683
2-AC-PERF	Acero Perforacion (Barras, Etc)	GI	0.098331	75,509	7,425
2-EMUL	Emulsion	Kg	6.142233	581	3,569
2-DETON	Detenadores	Ud	1.870282	1,108	2,072
2-TRON	Tronex	Kg	0.569925	2,100	1,197
2-VARIOS-EXPLO	Cordon Detonante, Mechas Y Varios	GI	0.109257	7,133	779
SUB-TOTAL DE MATERIALES					164,725

Costos Directos Unitarios Tünel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Excavación Túnel 6,6 M X 6,5 M; Portal		MI			
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-EXC-200-C.MAR1	Excavadora Pc-200 Con Martillo	Hm	7.132499	29,700	211,835
3-SCCOP	Scooptram Bajo	Hm	3.938220	43,953	173,097
3-TOLVA-22	Camión Tolva 22 M3	Hm	5.906834	27,225	160,814
3-CARG-FR	Cargador Frontal Komatsu Wa 500	Hm	1.968613	37,665	74,148
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	1.094557	57,361	62,785
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	1.501788	17,595	26,424
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	3.004569	3,304	9,927
3-CAM-EMUL	Camion Emulsion	Hm	0.196861	24,256	4,775
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.996226	4,780	4,762
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	1.501788	1,833	2,753
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			27.241955		731,320
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	340.535016	539	183,548
4PESE	Petroleo Sin Especifico	Lt	46.400219	480	22,272
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			386.935235		205,820
TOTAL COSTO DIRECTO		€/MI			1,736,575

Costos Directos Unitarios Tunnel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Pernos L = 3,5 M		Un			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.165300	57,861	9,564
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.073400	61,385	4,506
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.064000	57,630	3,688
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.042600	62,266	2,653
1-CAPA-T	Capataz Tunnel	Hd	0.021300	71,079	1,514
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.021300	57,861	1,232
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.387900		23,157
2 : MATERIALES					
2-PERNO-3.5	Perno L= 3,5 Mt	Un	1.000000	6,582	6,582
2-LECH-INY	Lechada De Inyeccion	MI	3.500000	507	1,775
SUB-TOTAL DE MATERIALES					8,357
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.165200	57,361	9,476
3-PLAT-NORMET	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.372000	17,804	6,623
3-LECHADO	Lechadora	Hm	0.372000	3,360	1,250
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.048000	17,595	845
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.095900	3,304	317
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.031800	4,780	152
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.048000	1,833	88
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			1.132900		18,751
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	7.210346	539	3,886
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			7.210346		3,886
TOTAL COSTO DIRECTO		€/Un			54,151

Costos Directos Unitarios Tunnel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Pernos L = 4,0 M		Un			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.189000	57,861	10,936
1OP-JUMBO	Operador Jumbo	Hd	0.083900	61,385	5,150
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.073100	57,630	4,213
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.048700	62,266	3,032
1-CAPA-T	Capataz Tunnel	Hd	0.024400	71,079	1,734
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.024400	57,861	1,412
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.443500		26,477
2 : MATERIALES					
2-PERNO-4	Perno L= 4 Mt	Un	1.000000	7,285	7,285
2-LECH-INY	Lechada De Inyeccion	MI	4.000000	507	2,028
SUB-TOTAL DE MATERIALES					9,313
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-JUMBO-2B	Jumbo 2 Brazos	Hm	0.188800	57,361	10,830
3-PLAT-NORMET	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.425100	17,804	7,568
3-LECHADO	Lechadora	Hm	0.425100	3,360	1,428
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.054800	17,595	964
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.109600	3,304	362
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.036400	4,780	174
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.054800	1,833	100
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			1.294600		21,426
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	8.240107	539	4,441
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			8.240107		4,441
TOTAL COSTO DIRECTO		€/Un			61,657

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Con Malla Bizcocho 10006		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.083300	57,630	4,801
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.055500	62,266	3,456
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.027760	71,079	1,973
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.027760	57,861	1,606
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.027760	57,861	1,606
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.222080		13,442
2 : MATERIALES					
2-MALLA-BISCO	Malla Bizcocho 1006 (Con Perdidas)	M2	1.199000	2,225	2,668
SUB-TOTAL DE MATERIALES			1.199000		2,668
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-PLAT-NORMET	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.062500	17,804	1,113
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.062500	17,595	1,100
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.124900	3,304	413
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.041400	4,780	198
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.062500	1,833	115
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.353800		2,939
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	4.384847	539	2,363
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			4.384847		2,363
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			21,412

Costos Directos Unitarios Tunnel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 7,5 Cm (C/Fibra); Tipo 2		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.068280	61,385	4,191
1-OP-CMA-BAJO	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.068280	61,385	4,191
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.015044	57,630	867
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.010019	62,266	624
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.005010	71,079	356
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.004995	57,861	289
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.171628		10,518
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C-F	Shotcrete H-25 Con Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.153357	129,388	19,843
SUB-TOTAL DE MATERIALES			0.153357		19,843
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PUT	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.153649	25,509	3,919
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.153649	25,333	3,892
3-COMPRES-RAND	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.153649	6,075	933
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.011246	17,595	198
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.022492	3,304	74
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.007449	4,780	36
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.011246	1,833	21
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.513380		9,073
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	2.062623	539	1,112
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			2.062623		1,112
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			40,546

Costos Directos Unitarios Tunnel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 13,0 Cm (C/Fibra); Tipo 3		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.118333	61,385	7,264
1-OP-CMA-BAJO	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.118333	61,385	7,264
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.026004	57,630	1,499
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.017385	62,266	1,082
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.008619	71,079	613
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.008619	57,861	499
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.297293		18,221
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C-F	Shotcrete H-25 Con Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.265885	129,388	34,402
SUB-TOTAL DE MATERIALES			0.265885		34,402
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PUT	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.266323	25,509	6,794
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.266323	25,333	6,747
3-COMPRES-RAND	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.266323	6,075	1,618
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.019576	17,595	344
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.039006	3,304	129
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.013002	4,780	62
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.019576	1,833	36
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.890129		15,730
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	3.576351	539	1,928
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			3.576351		1,928
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			70,281

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 5,0 Cm; Tipo 4 y Portal		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.073910	61,385	4,537
1-OP-CMA-BAJO	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.073910	61,385	4,537
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.010563	57,630	609
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.010563	62,266	658
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.006021	71,079	428
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.006021	57,861	348
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.180988		11,117
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C-PP-F	Shotcrete H-25 Con P.P. Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.100000	104,279	10,428
SUB-TOTAL DE MATERIALES					10,428
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PUT	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.073910	25,509	1,885
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.073910	25,333	1,872
3-COMPRES-RAND	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.073910	6,075	449
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.010594	17,595	186
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.016750	3,304	55
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.007450	4,780	36
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.010594	1,833	19
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.267118		4,502
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	1.823600	539	983
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			1.823600		983
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			27,030

Costos Directos Unitarios Tunnel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-25 Espesor 15,0 Cm; Tipo 4		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.165230	61,385	10,143
1-OP-CMA-BAJO	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.165230	61,385	10,143
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.039824	57,630	2,295
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.028954	62,266	1,803
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.011423	71,079	812
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.011423	57,861	661
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.422084		25,857
2 : MATERIALES					
2-SOT-H25-C-PP-F	Shotcrete H-25 Con P.P. Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.287200	104,279	29,949
2-MALLA-ACMA	Malla Acma Cd-166	M2	1.356900	3,840	5,210
SUB-TOTAL DE MATERIALES					35,159
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PUT	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.284623	25,509	7,260
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.284623	25,333	7,210
3-COMPRES-RAND	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.284623	6,075	1,729
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.022436	17,595	395
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.051200	3,304	169
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.020616	4,780	99
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.031227	1,833	57
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			0.979348		16,919
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	4.823000	539	2,600
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			4.823000		2,600
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			80,535

Costos Directos Unitarios Tunnel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Shotcrete H-30 Espesor 25,0 Cm; Portal		M2			
1 : MANO DE OBRA					
1-OP-ROBO	Operador Roboshot	Hd	0.222430	61,385	13,654
1-OP-CMA-BAJO	Operador Camion Horm. Bajo Perfil	Hd	0.222430	61,385	13,654
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.060780	57,630	3,503
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.040540	62,266	2,524
1-CAPA-T	Capataz Tunnel	Hd	0.020270	71,079	1,441
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.020270	57,861	1,173
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			0.586720		35,949
2 : MATERIALES					
2-SOT-H30-C-F	Shotcrete H-30 Con Fibra (Incluso Rebotes)	M3	0.542800	133,825	72,640
2-MALLA-COLOCA	Malla De Colocacion De Clavos	M2	1.479553	2,670	3,950
SUB-TOTAL DE MATERIALES					76,590
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-ROBOT-PUT	Roboshot Putzmeister Sika Pm 500 (Base)	Hm	0.423600	25,509	10,806
3-CAM-HOR	Camion Hormigonera De Perfil Bajo(Base)	Hm	0.423600	25,333	10,731
3-COMPRES-RAND	Compresor I. Rand 21 M3/Min (Base)	Hm	0.423600	6,075	2,573
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.045718	17,595	804
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	0.091288	3,304	302
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.030331	4,780	145
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.045718	1,833	84
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			1.483855		25,445
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	8.360114	539	4,506
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			8.360114		4,506
TOTAL COSTO DIRECTO		€/M2			142,490

Costos Directos Unitarios Tunel Correa 3

CÓDIGO	NOMBRE	UNI	CANT	P.U.	TOTAL
Fortificación Túnel Marco Reticulados; Tipo 4 y Portal		Un			
1 : MANO DE OBRA					
1-MIN2	Minero 2º	Hd	0.968300	57,630	55,803
1-MIN	Minero 1º	Hd	0.645500	62,266	40,193
1-CAPA-T	Capataz Tunel	Hd	0.322800	71,079	22,944
1-OP-PLAT	Operador Plataforma	Hd	0.322800	57,861	18,678
1-OP-TODO-TERR	Operador Todo Terreno	Hd	0.322800	57,861	18,678
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA			2.582200		156,296
2 : MATERIALES					
2-SERCHA	Ud Cercha Seccion Libre 6,5*6,2	Un	1.000000	238,535	238,535
SUB-TOTAL DE MATERIALES			1.000000		238,535
3 : MAQUINARIA Y EQUIPOS					
3-PLAT-NORMET	Plataforma Elevadora Normet Himec 9910	Hm	0.726200	17,804	12,929
3-GEN-600	Generador 600kva	Hm	0.726200	17,595	12,777
3-BOM-SUM	Bomba Sumergible 58 Kw	Hm	1.452400	3,304	4,799
3-TODO-TERR	Todo Terreno Con Combustible	Hm	0.481800	4,780	2,303
3-VENT	Ventilador 80 Kw	Hm	0.726200	1,833	1,331
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPOS			4.112800		34,139
4 : COMBUSTIBLES Y ENERGÍA					
4PECE	Petroleo Con Especifico	Lt	78.348946	539	42,230
SUB-TOTAL DE COMBUSTIBLES Y ENERGÍA			78.348946		42,230
TOTAL COSTO DIRECTO		€/Un			471,200



RECOPIACIÓN DE FOTOS



TUNEL CORREA 3
ACUÑAMIENTO DE LA FRENTE



TUNEL CORREA 3
FRENTE PREVIO A LA CARGA



TUNEL CORREA 3
RETIRO DE MARINA



TUNEL CORREA 3
EXCAVACIÓN MECÁNICA

REGISTRO FOTOGRÁFICO



TUNEL CORREA 3
LIMPIEZA Y REPARACION DE LA CAJA



TÚNEL TC 3
PERFORACIÓN DE LA FRENTE



TÚNEL TC 3
CARGA DE LA FRENTE.



TUNEL TC3
COLOCACIÓN DE SCHOCRETTE EN LA
FRENTE

REGISTRO FOTOGRÁFICO



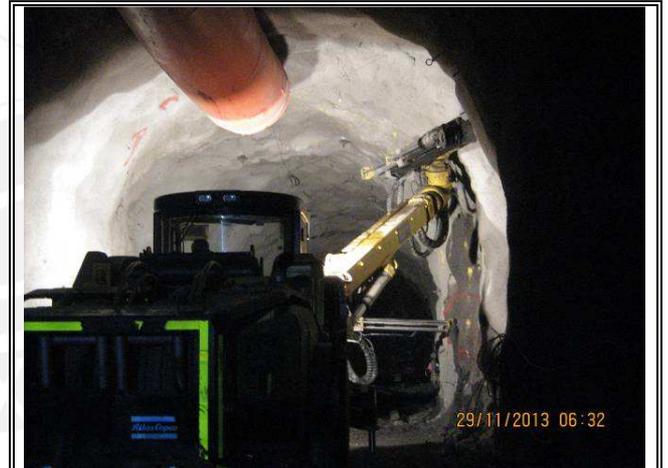
TUNEL TC3
CARGA DE LA FRENTE



TUNEL TC3
Chequeo topográfico desviación de túnel



TUNEL TC3
Chequeo topográfico desviación de túnel

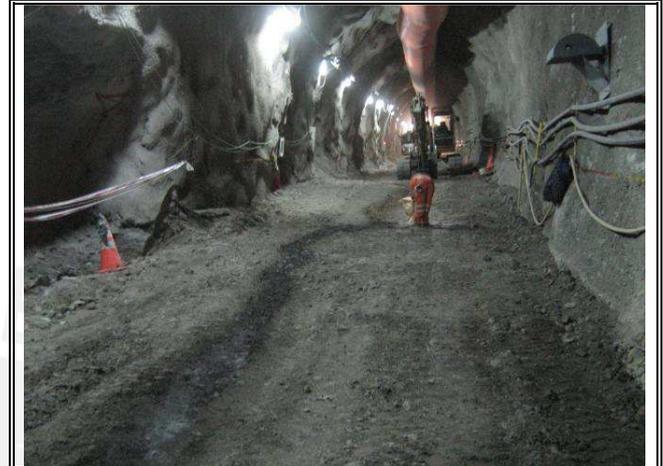


TUNEL TC3
PERFORACIÓN FROTÓN PK 1.344,40

REGISTRO FOTOGRÁFICO



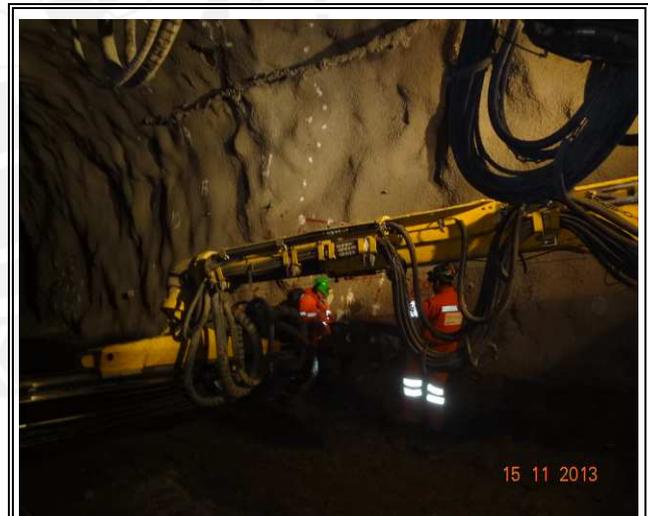
TUNEL TC3
RETIRO DE MARINAS DESDE LA FRENTE
AL PORTAL.



TUNEL TC3
EXCAVADORA EN PARTE INTERIOR
TUNEL.



TUNEL TC3
FRENTE DE TRABAJO.



TUNEL CORREA 3
PERFORACIÓN DE PERNOS.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



TUNEL CORREA N° 3
COLOCACIÓN DE SCHOCRETTE EN LA
FRENTE



TUNEL CORREA N° 3
VISTA DESDE AFUERA DE LA LABOR



TUNEL CORREA N° 3
POST VOLADURA



TUNEL CORREA N° 3
CAMIÓN DE EXPLOSIVOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO



TUNEL CORREA N° 3
CHEQUEO DE GASES



TUNEL CORREA N° 3
SEGURIDAD MINERA



TUNEL CORREA N° 3
PERFORACIÓN



TUNEL CORREA N° 3
VENTILACIÓN