



**ANEXO A-I. Memo IM-M-156 “Cookbook de Perforación y Voladura, periodo Enero a Marzo 2010”,**

Pag. 14. Cuadro referencial de perforación y voladura.

Diseño de perforación y carguío de explosivos en taladros de producción (se usó el diseño para Chaquicocha Very Hard, ya que era la roca más dura en la mina.

INGENIERIA MINA <b>Yanacocha</b>	<u>MEMORANDUM</u> Cook Book; Diseños de Perforación y Voladura periodo Enero a Marzo 2010	CODIGO: IM-M-156 Versión 00/20 de Abril 2009 Página 14 de 11
-------------------------------------	---	--

**CHAQUICOCHA PIT**

**CH Drill and Blast Production Designs March 2010**

Rock Type	CRISTINA							Explosives Product						Delay (ms)		
	Drill Pattern							Type	Density (g/cc)	Air Deck	Length (m.)	kg/hole	kg/dmt	Retainer	Iholes	Irows
	Subdrill (m.)	Hole Length (m.)	Stemming (m.)	Hole Dia. (inch.)	Spacing (m.)	Burden (m.)	dmt / hole (tonnes)									
Soft	1.5	11.5	6.0	10 5/8	7.50	8.50	1,396	HA-37	0.99	0.0	5.5	311.65	0.223	NO	12	200
Medium	1.5	11.5	6.0	10 5/8	6.50	7.50	1,121	HA-37	0.99	0.0	5.5	311.65	0.278	NO	17	67
Hard	1.5	11.5	6.0	10 5/8	6.50	7.50	1,170	HA-46	1.15	0.0	5.5	362.01	0.309	SI	17	67
Very Hard	1.5	11.5	2.0 / 3.5 double deck	10 5/8	6.5	7.5	1,219	HA-46	1.15	0	3.5 / 2.5	394.93	0.324	SI	9	200

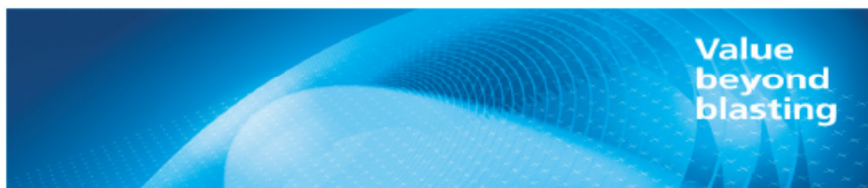
**CH Drill and Blast Wall Procedure Design March 2010**

Rock Type	Row #	Too Offset (m)	Drill Pattern							Explosives Product						Delay (ms)			
			Pen Ratio	Subdrill (m.)	Hole Length (m.)	Stemming (m.)	Hole Dia. (inch.)	Spacing (m.)	Burden (m.)	dmt / hole (tonnes)	Type	Density (g/cc)	Air Deck	Length (m.)	kg/hole	kg/dmt	Retainer	Iholes	Irows
Medium	ADYACEN	1.0	FIRST BENCH OF DOUBLE	1.0	11	4.0	9/8	3.0	1.0	69	HA-37	0.99	3.0	4.0	195.78	2.837	NO	17	109
	1° PROD	-		0.0	10	6.0	9/8	7.0	6.0	966	HA-37	0.99	0.0	4.0	195.78	0.203	NO	17	109
Medium	ADYACEN	1.44	SECOND BENCH OF DOUBLE	1.0	11	4.0	9/8	3.0	1.44	99	HA-37	0.99	3.0	4.0	195.78	1.970	NO	17	109
	1° PROD	-		-1.0	9	6.0	9/8	6.0	5.0	690	HA-37	0.99	0.0	3.0	146.84	0.213	NO	17	67
HARD VERY HARD	ADYACEN	1.0	FIRST BENCH OF DOUBLE	1.0	11	4.0	9/8	3.0	1.0	72	HA-46	1.15	3.0	4.0	227.43	3.159	NO	9	300
	1° PROD	-		0.0	10	6.0	9/8	7.0	6.0	1,008	HA-46	1.15	0.0	4.0	227.43	0.226	NO	9	200
HARD VERY HARD	ADYACEN	1.44	SECOND BENCH OF DOUBLE	1.0	11	4.0	9/8	3.0	1.44	104	HA-46	1.15	3.0	4.0	227.43	2.194	NO	9	300
	1° PROD	-		-1.0	9	6.0	9/8	6.0	5.0	720	HA-46	1.15	0.0	3.0	170.57	0.237	NO	9	200
HARD VERY HARD	ADYACEN	1.44	SECOND BENCH OF DOUBLE	1.0	11	4.0	9/8	3.0	1.44	104	HA-46	1.15	3.0	4.0	227.43	2.194	NO	9	300
	2° PROD	-		-1.0	9	6.0	9/8	6.0	5.0	720	HA-46	1.15	0.0	3.0	170.57	0.237	NO	9	200

Este documento no es controlado en formato impreso

## ANEXO A-II. Informe de Vibraciones, Resumen

Orica Marzo 2011, pag. 2.



### Resumen

Orica y Mina Yanacocha, empezaron conjuntamente desde el mes de enero 2011 a realizar trabajos de monitoreo de vibraciones en el Tajo La Quinua, en zonas cercanas a la falla del talud norte, con el objetivo de minimizar el nivel de vibraciones y aumentar las frecuencias altas.

Para esto, se han empotrado geófonos cercanos a la falla del talud norte, que nos sirva de puntos de monitoreo, para registrar las vibraciones producidas por las voladuras.

Geotecnia nos proporcionó un valor de aceleración máxima de 0.13 g, que nos permitió calcular la frecuencia límite de las estructuras, este valor nos dió 10 Hz. El objetivo es aumentar las frecuencias de las voladuras por encima de este valor de tal forma de que no entren en resonancia.

Se realizó simulación de onda elemental, para determinar los tiempos entre taladros adecuados que te permitan aumentar las frecuencias, este tiempo nos dió 51 ms. También se realizó simulación de onda elemental, para determinar los tiempos entre taladros adecuados que te permitan disminuir los ppv, este tiempo nos dió 47 ms.

Se realizaron las voladuras de pruebas, con tiempo entre taladros de 51 ms, obteniendo valores de frecuencias de 25, 26 hasta 41 Hz, por encima de la frecuencia de 10 Hz calculada como límite y mejorando las que se obtenían con los diseños habituales 3-8 Hz.

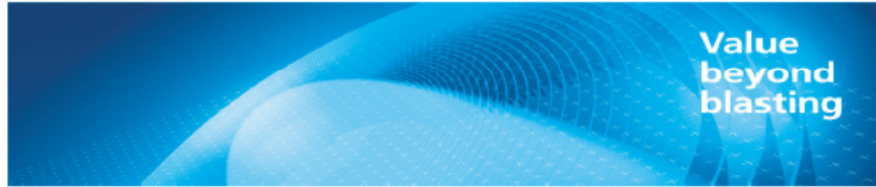
Se ha tomado los dig rate en los disparos de prueba, incluso no ha afectado los rendimientos de equipos, que de repente podría existir por el tiempo entre taladros de 51 ms. Se han obtenido rendimientos de 5027 ton/hr, por encima del target de 4800 ton/hr.



[www.oricaminingservices.com](http://www.oricaminingservices.com)

**ANEXO A-II. Informe de Vibraciones, Trabajos realizados**

Orica Marzo 2011, pag. 10. .



**7. Trabajos Realizados**

En Tajo La Quinua; los diseños de amarre con detonadores electrónicos se realizan principalmente con 03, 04, 09 ms entre taladros y 180 ms entre filas; con detonadores pirotécnicos se realizan con 17 ms entre taladros y 65 ms entre filas.

Estos tiempos empleados, han originado en las zonas cercanas a la falla norte, valores de PPV del orden de 2 y 3 mm/s, esto principalmente por las grandes distancias > a 500 m. Sin embargo las frecuencias también han sido bajas en el rango de 3 a 8 Hz, menor a la frecuencia calculada de 10 Hz para estructuras.

Se han realizado cambios en el diseño de amarre, con el objetivo de aumentar las frecuencias para no entrar en resonancia con las frecuencias de las estructuras.

De algunos trabajos similares, se empezó a probar un tiempo de 11, 22 ms; obteniendo frecuencias del orden de 4 a 9 Hz. Con 33 ms la frecuencia subió a 14 a 25 Hz.

De la simulación de la onda elemental, se determinó un tiempo de 51 ms entre taladros, obteniendo frecuencias que alcanzaron valores de 41 Hz. Ver Tabla N° 1

**Tabla N° 1**

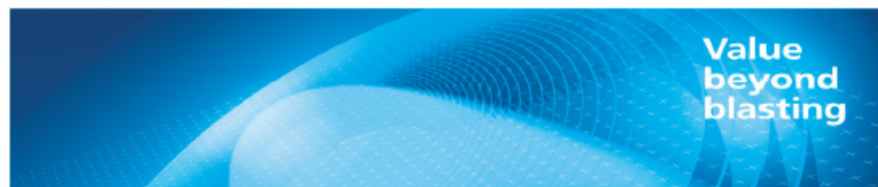
Fecha	Voladura		Tiempo (ms)		Distancia al Punto de Monitoreo (m)	PPV (mm/s)				Frecuencia (Hz)		
	Tajo	Banco	Taladros	Clase		Tran	Vert	Long	Vector Suma	Tran	Vert	Long
15-Dic	LQ	3488	9	180	130	7.82	15.24	8.75	17.94	8.41	6.66	9.98
15-Dic	LQ	3456	9	180	471	3.62	5.67	5.00	6.43	6.50	4.75	5.75
15-Dic	LQ	3468	9	180	734	0.75	0.87	1.37	1.49	2.50	2.38	2.63
28-Dic	LQ	3552	17	65	1068	0.83	1.00	1.00	1.26	3.75	4.00	4.50
03-Ene	LQ	3456	4	180	650	2.13	2.63	2.59	3.65	3.75	4.00	3.60
03-Ene	LQ	3456	4	180	750	2.54	2.29	2.92	3.32	6.38	7.00	6.90
05-Ene	LQ	3552	17	65	1115	1.13	1.36	1.00	1.51	3.00	2.50	2.75
07-Ene	LQ	3456	3	180	790	2.13	2.63	2.38	3.03	5.38	5.44	5.25
07-Ene	LQ	3456	3	180	40	147.00	254.00	187.00	309.00	6.25	6.60	6.63
09-Ene	LQ	3444	3	180	810	4.25	2.36	3.13	5.11	6.68	7.13	6.63
09-Ene	LQ	3444	3	180	183	105.00	250.00	135.00	299.00	14.00	14.25	11.00
27-Dic	LQ	3456	11	180	655	2.83	3.38	2.88	3.61	4.00	5.13	4.13
01-Ene	LQ	3456	11	180	521	1.25	1.25	1.13	2.25	6.38	6.75	6.38
03-Ene	LQ	3456	11	180	890	1.14	1.02	1.59	2.18	7.13	7.00	6.63
07-Ene	LQ	3456	22	180	790	1.75	1.00	1.75	1.89	6.00	5.63	6.38
07-Ene	LQ	3456	22	180	40	105.00	104.00	114.00	141.00	9.00	8.75	6.25
04-Feb	LQ	3456	33	158	990	2.92	2.41	2.29	3.43	14.50	20.00	25.00
10-Feb	LQ	3444	33	158	332	5.46	4.83	5.50	8.03	13.46	15.64	14.33
24-Feb	LQ	3432	51	75	420	5.21	2.79	4.57	6.20	20.79	14.64	9.72
24-Feb	LQ	3432	51	75	363	5.46	7.62	5.21	8.21	25.77	19.31	9.68
25-Feb	LQ	3444	51	75	225	9.52	10.20	7.75	11.95	17.01	38.31	9.36
27-Feb	LQ	3444	51	150	87	38.61	72.00	49.25	79.20	8.87	17.95	23.25
27-Feb	LQ	3432	51	150	138	5.71	6.86	5.59	8.30	11.10	40.88	12.01



www.oricaminingsservices.com

## ANEXO A-II. Informe de Vibraciones, Conclusiones

Orica Marzo 2011, pag. 27.



### 12. Conclusiones

1. Con la aceleración máxima 0.13 g, proporcionado por el Área de Geotecnia, se ha calculado una Frecuencia de 10 Hz para las estructuras.
2. Se ha determinado la onda elemental, para realizar las simulaciones que nos permitan calcular los mejores tiempos tanto para disminuir las vibraciones como para aumentar las frecuencias.
3. De la simulación de la onda elemental, se determinó un tiempo de 51 ms entre taladros, para aumentar las frecuencias.
4. De la simulación de la onda elemental, se determinó un tiempo de 47 ms entre taladros, para disminuir los PPV.
5. Existe un aumento en las frecuencias en la Onda Transversal, cuando se ha cambiado el tiempo entre taladros a 33 y 51 ms. Las frecuencias alcanzan valores de 26 Hz, superando la frecuencia de las estructuras de 10 Hz.
6. Existe una mejora en las frecuencias en la Onda Vertical, cuando se ha cambiado el tiempo entre taladros a 33 y 51 ms. Las frecuencias alcanzan valores de 41 Hz, superando la frecuencia de 10 Hz de las estructuras.
7. Existe una mejora en las frecuencias en la Onda Longitudinal, cuando se ha cambiado el tiempo entre taladros a 33 y 51 ms. Las frecuencias alcanzan valores de 25 Hz, superando la frecuencia de 10 Hz de las estructuras.
8. En el disparo del 24 de febrero, banco 3432, se diseñó con un tiempo entre taladros de 51 ms y tiempo ente filas de 75 ms; los resultados en fragmentación y dig rate no han sido afectados, el disparo fue minado con cargador obteniendo un dig rate de 3022 ton/hr, siendo el target para este equipo de 2600 ton/hr
9. En el disparo del 25 de febrero, banco 3444, se diseñó con un tiempo entre taladros de 51 ms y tiempo entre filas de 75 ms, los resultados en fragmentación y dig rate no han sido afectados, el disparo fue minado con pala, obteniendo un digrate de 4937 ton/hr, siendo el target para este equipo de 4800 ton/hr



[www.oricaminingservices.com](http://www.oricaminingservices.com)



### ANEXO A-III. Estimación de costos unitarios perforación y voladura Test 1 y 2

Estimación y comparación de Costos Unitarios en perforación y voladura para los Test 1 y Test 2 vs Línea Base (Normal Production).

Entre Test 1 y Test 2 solo hay variación entre el tiempo de detonación.

DATOS GENERALES					
Diametro (pulg)	10 5/8"	10 5/8"	Diametro (pulg)	10 5/8"	10 5/8"
Diametro (mm)	270	270	Diametro (mm)	270	270
<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 1</b>	<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 1</b>
Area Total (m2)	34,722	34,722	Iniciacion	Electronico	Electronico
Densidad Roca (gr/cm3)	2.4	2.4	Tipo de Explosivo Fondo	HA 46	HA 46
Altura Banco (m.)	12	12	Densidad del explosivo (gr/cc)	1.15	1.15
Tonelaje	1,000,000	1,000,000	Total Kg. Explosivo / m.	66	66
			Tipo de Explosivo Columna	None	HA 46
			Densidad del explosivo (gr/cc)	0	1.15
			Total Kg. Explosivo / m.	0	66

COSTO PERFORACION			
PERFORACION	<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 1</b>
	Area Perforada (m2)	34,722	34,722
	Burden (m.)	6.5	6.5
	Espaciamiento (m.)	7.5	7.5
	Subdrilling (m.)	1.5	1.5
	Taladros Perforados	712	712
	Total Metros Perforados	9615	9615
	Toneladas / Taladro	1404	1404
	Costo Unit (\$/m. perf)	5.77	5.77
	<b>Costo Total Perforacion</b>	<b>55,481</b>	<b>55,481</b>
<b>Costo Unit Perforacion (\$/Tn)</b>	<b>0.055</b>	<b>0.055</b>	
<b>COSTO EXPLOSIVOS</b>			
<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 1</b>	
<b>Explosivo</b>			
Numero Cargas	1	2	
Tipo Carga Fondo	HA 46	HA 46	
Carga Fondo (m.)	7	5	
Tipo Columna Carga	None	HA 46	
Carga Columna (m.)	0	2.5	
Aire Total (m.)	1	0	
Taco Total (m.)	5.5	6	
Costo Carga Fondo	260.88	186.34	
Costo Carga Columna	0.00	93.17	
<b>Costo Explosivos / Tal.</b>	<b>260.88</b>	<b>279.51</b>	
<b>COSTO ACCESORIOS</b>			
Cant. Booster	1	2	
Cant. NONEL Fondo	1	2	
Cant. i-kon	1	2	
Cant. Accesorios Aire	1	0	
Cant. Retenedor Taco	1	1	
Costo Booster	4.04	8.08	
Costo NoNEL Fondo	2.00	4.00	
Costo i-kon	31.20	62.40	
Costo Retardo Superficie	0	0	
Costo Cable conexión	1.875	1.875	
Tipo Accesorio Aire	Taponex	None	
Costo Accesorio Aire	5.11	0	
Tipo Retenedor Taco	RT Coviaci	RT Coviaci	
Costo Retenedor Taco	5.94	5.94	
<b>Costo Accesorios / Tal.</b>	<b>50.163</b>	<b>82.292</b>	
<b>Costo Total Voladura</b>	<b>221,540.10</b>	<b>257,695.81</b>	
<b>Costo Unit. Voladura (\$/Tn)</b>	<b>0.222</b>	<b>0.258</b>	
<b>COSTO TOTAL / TALADRO</b>	<b>311.04</b>	<b>361.80</b>	
<b>NUMERO TALADROS</b>	<b>712</b>	<b>712</b>	
<b>COSTO UNITARIO P&amp;V (\$/TN)</b>	<b>0.277</b>	<b>0.313</b>	

### ANEXO A-III. Estimación de costos unitarios perforación y voladura Test 3

Estimación y comparación de Costos Unitarios en perforación y voladura para los Test 3 vs Línea Base (Normal Production).

DATOS GENERALES					
Diametro (pulg)	10 5/8"	10 5/8"	Diametro (pulg)	10 5/8"	10 5/8"
Diametro (mm)	270	270	Diametro (mm)	270	270
<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 3</b>	<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 3</b>
Area Total (m2)	34,722	34,722	Iniciación	<b>Electronico</b>	<b>Electronico</b>
Densidad Roca (gr/cm3)	2.4	2.4	Tipo de Explosivo Fondo	<b>HA 46</b>	<b>HA 55</b>
Altura Banco (m.)	12	12	Densidad del explosivo (gr/cc)	1.15	1.27
Tonelaje	1,000,000	1,000,000	Total Kg. Explosivo / m.	66	73
			Tipo de Explosivo Columna	<b>None</b>	<b>None</b>
			Densidad del explosivo (gr/cc)	0	0.00
			Total Kg. Explosivo / m.	0	0

COSTO PERFORACION			
PERFORACION	<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 3</b>
	Area Perforada (m2)	34,722	34,722
	Burden (m.)	6.5	6.0
	Espaciamiento (m.)	7.5	7.0
	Subdrilling (m.)	1.5	1.5
	Taladros Perforados	712	827
	Total Metros Perforados	9615	11161
	Toneladas / Taladro	1404	1209.6
	Costo Unit (\$/m. perf)	5.77	5.77
	<b>Costo Total Perforacion</b>	<b>55,481</b>	<b>64,397</b>
	<b>Costo Unit Perforacion (\$/Tn)</b>	<b>0.055</b>	<b>0.064</b>

COSTO EXPLOSIVOS			
VOLADURA	<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 3</b>
	<b>Explosivo</b>		
	Numero Cargas	1	1
	Tipo Carga Fondo	<b>HA 46</b>	<b>HA 55</b>
	Carga Fondo (m.)	7	7
	Tipo Columna Carga	<b>None</b>	<b>None</b>
	Carga Columna (m.)	0	0
	Aire Total (m.)	1	1
	Taco Total (m.)	5.5	5.5
	Costo Carga Fondo	260.88	285.85
	Costo Carga Columna	0.00	0.00
	<b>Costo Explosivos / Tal.</b>	<b>260.88</b>	<b>285.85</b>

COSTO ACCESORIOS			
VOLADURA	Cant. Booster	1	1
	Cant. NONEL Fondo	1	1
	Cant. i-kon	1	1
	Cant. Accesorios Aire	1	1
	Cant. Retenedor Taco	1	1
	Costo Booster	4.04	4.04
	Costo NoNEL Fondo	2.00	2.00
	Costo i-kon	31.20	31.20
	Costo Retardo Superficie	0	0
	Costo Cable conexión	1.875	1.875
	Tipo Accesorio Aire	<b>Taponex</b>	<b>Taponex</b>
	Costo Accesorio Aire	5.11	5.11
	Tipo Retenedor Taco	<b>RT Coviaci</b>	<b>RT Coviaci</b>
	Costo Retenedor Taco	5.94	5.94
	<b>Costo Accesorios / Tal.</b>	<b>50.163</b>	<b>50.163</b>
<b>Costo Total Voladura</b>	<b>221,540.10</b>	<b>277,790.55</b>	
<b>Costo Unit. Voladura (\$/Tn)</b>	<b>0.222</b>	<b>0.278</b>	

<b>COSTO TOTAL / TALADRO</b>	<b>311.04</b>	<b>336.02</b>
<b>NUMERO TALADROS</b>	<b>712</b>	<b>827</b>
<b>COSTO UNITARIO P&amp;V (\$/TN)</b>	<b>0.277</b>	<b>0.342</b>

### ANEXO A-III. Estimación de costos unitarios perforación y voladura Test 4

Estimación y comparación de Costos Unitarios en perforación y voladura para los Test 4 vs Línea Base (Normal Production).

DATOS GENERALES					
Diametro (pulg)	10 5/8"	10 5/8"	Diametro (pulg)	10 5/8"	10 5/8"
Diametro (mm)	270	270	Diametro (mm)	270	270
<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 4</b>	<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 4</b>
Area Total (m2)	34,722	34,722	Iniciacion	Electronico	Electronico
Densidad Roca (gr/cm3)	2.4	2.4	Tipo de Explosivo Fondo	HA 46	HA 55
Altura Banco (m.)	12	12	Densidad del explosivo (gr/cc)	1.15	1.27
Tonelaje	1,000,000	1,000,000	Total Kg. Explosivo / m.	66	73
			Tipo de Explosivo Columna	None	None
			Densidad del explosivo (gr/cc)	0	0.00
			Total Kg. Explosivo / m.	0	0

COSTO PERFORACION		
<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 4</b>
Area Perforada (m2)	34,722	34,722
Burden (m.)	6.5	6.0
Espaciamiento (m.)	7.5	7.0
Subdrilling (m.)	1.5	1.5
Taladros Perforados	712	827
Total Metros Perforados	9615	11161
Toneladas / Taladro	1404	1209.6
Costo Unit (\$/m. perf)	5.77	5.77
<b>Costo Total Perforacion</b>	<b>55,481</b>	<b>64,397</b>
<b>Costo Unit Perforacion (\$/Tn)</b>	<b>0.055</b>	<b>0.064</b>

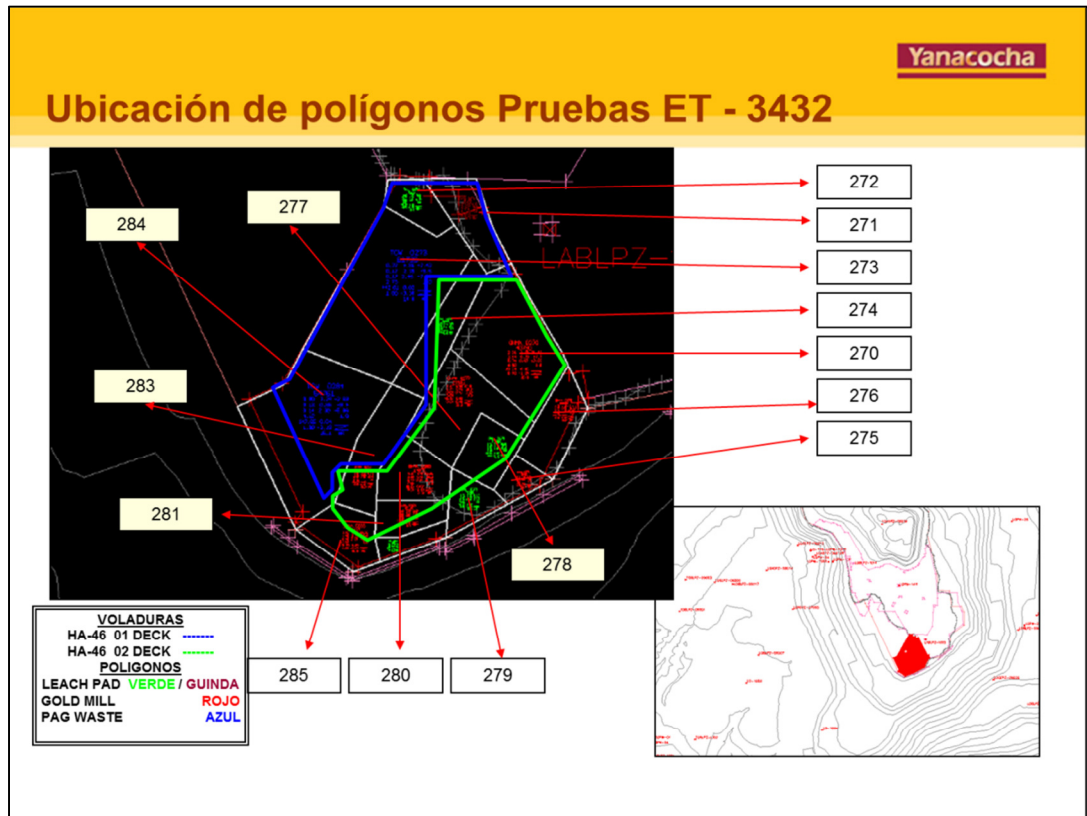
COSTO EXPLOSIVOS		
<b>ESCENARIO</b>	<b>NORMAL PROD.</b>	<b>TEST 4</b>
<b>Explosivo</b>		
Numero Cargas	1	1
Tipo Carga Fondo	HA 46	HA 55
Carga Fondo (m.)	7	7.5
Tipo Columna Carga	None	None
Carga Columna (m.)	0	0
Aire Total (m.)	1	0
Taco Total (m.)	5.5	6
Costo Carga Fondo	260.88	306.27
Costo Carga Columna	0.00	0.00
<b>Costo Explosivos / Tal.</b>	<b>260.88</b>	<b>306.27</b>

COSTO ACCESORIOS		
Cant. Booster	1	1
Cant. NONEL Fondo	1	1
Cant. i-kon	1	1
Cant. Accesorios Aire	1	0
Cant. Retenedor Taco	1	1
Costo Booster	4.04	4.04
Costo NoNEL Fondo	2.00	2.00
Costo i-kon	31.20	31.20
Costo Retardo Superficie	0	0
Costo Cable conexión	1.875	1.875
Tipo Accesorio Aire	Taponex	None
Costo Accesorio Aire	5.11	0
Tipo Retenedor Taco	RT Coviaci	RT Coviaci
Costo Retenedor Taco	5.94	5.94
<b>Costo Accesorios / Tal.</b>	<b>50.163</b>	<b>45.053</b>
<b>Costo Total Voladura</b>	<b>221,540.10</b>	<b>290,445.98</b>
<b>Costo Unit. Voladura (\$/Tn)</b>	<b>0.222</b>	<b>0.290</b>

<b>COSTO TOTAL / TALADRO</b>	<b>311.04</b>	<b>351.32</b>
<b>NUMERO TALADROS</b>	<b>712</b>	<b>827</b>
<b>COSTO UNITARIO P&amp;V (\$/TN)</b>	<b>0.277</b>	<b>0.355</b>



ANEXO A-IV. Ubicación de voladuras de prueba en banco ET 3432 (TEST 1 y 2)



ANEXO A-IV. Ubicación de voladuras de prueba en banco ET 3420 (TEST 3 y 4)

