

SUMARIO

SUMARIO	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	4
3. TRABAJOS REALIZADOS PARA EL PRESENTE ESTUDIO..	9
4. CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS.....	11
4.1 Geología general	11
4.2 Características litológicas	12
4.2.1 Paleozoico - pizarras	12
4.2.2 Granito	13
4.2.3 Porfidos	13
4.2.4 Suelos cuaternarios	14
4.3 Rasgos estructurales	15
4.4 Características hidrogeológicas	16
5. CONCLUSIONES.....	17
5.1 Caracterización geotécnica de los materiales	17
5.2 Clasificación del macizo rocoso	23
5.3 Tramificación del tramo	31
5.3.1 Túnel 2. P.K. 1+920 - 2+190	32
6. MUESTRAS EXTRAIDAS DE LOS SONDEOS REALIZADOS.	34
7. PLANOS.....	40





ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

1. INTRODUCCIÓN

En este Informe se presentan los resultados del estudio geológico - geotécnico complementario realizado para la caracterización geomecánica del tramo en túnel del "Proyecto Constructivo de metro ligero en Ciudad Meridiana

Se trata de la prolongación de la actual línea 4 del Metro en Barcelona hasta Can Cuyás, en Montcada i Reixac.

En la Lámina 1 se presenta un Plano General con la situación del Proyecto.

Existe un Anejo de Geología y Geotecnia para el proyecto realizado por otra empresa. Con posterioridad se ha modificado el trazado previsto decidiéndose complementar la información disponible.

Así, el objeto y alcance del presente estudio ha sido el de ampliar la campaña de investigación de campo con la perforación de nuevos sondeos y completar o en su caso modificar las conclusiones del Anejo en cuanto a la caracterización geotécnica del nuevo trazado del proyecto.



El tramo que básicamente se ha estudiado en este Informe abarca del P.K. 1+900 hasta el final del proyecto, P.K. 2+150.

En el segundo túnel se proyecta la estación Ciudad Meridiana que incluye un pozo para ascensores que conectará la superficie (cota +99 m.) con la estación (cota +45 m.).

La montera sobre segundo túnel varía entre 50 metros como máximo (P.K. 2+040) y 12 metros como mínimo (P.K. 1+850).

2. ANTECEDENTES

Como se ha comentado existe un Anejo de Geología y Geotecnia para el que se perforaron un total de siete sondeos, denominados SC-2 a SC-8, de 26 a 60 metros de profundidad, tres de los cuales, SC-2, SC-3 y SC-8 se perforaron inclinados unos 20 a 25°. En el Anejo se incluyen los sondeos S-1 a S-4 perforados para el Estudio Informativo, de 25 a 45 metros de profundidad. Nos centraremos en el estudio del sondeo S-1 ya que está en los P.K que nos interesa.



Sobre testigos seleccionados se realizaron los siguientes ensayos:

Densidad: 14
Peso específico: 12
% Sulfatos: 9
Brasileño: 9
Compresión Simple: 6
Compresión Simple con bandas extensométricas: 8

También se realizaron un total de nueve implantaciones de prospección sísmica de refracción.

En base a los datos obtenidos en los sondeos, resultados de los ensayos de laboratorio, etc., clasifican inicialmente la roca matriz en tres tipos diferentes: rocas ígneas, pizarras y cuarcitas con las siguientes propiedades:



ENSAYOS		ROCAS IGNEAS	PIZARRAS	CUARCITAS
σ_c (Kp/cm ²)	Máx.	888	480	60
	Min.	59	21	54
	Media	494	245	57
E (Kp/cm ²)	Máx.	407151	448641	109893
	Min.	246388	18644	18312
	Media	334483	216260	64102
ν	Máx.	0.221	0.467	0.359
	Min.	0.139	0.317	0.231
	Media	0.171	0.396	0.295
σ_t (Mpa)	Máx.	43.77	24.52	
	Min.	15.94	17.5	
	Media	28.59	21.67	37.76
γ (g/cm ³)	Máx.	2.7	2.79	2.65
	Min.	2.51	2.58	2.64
	Media	2.61	2.71	2.645

Donde σ_c : resistencia a compresión simple

E : módulo de Young

ν : coeficiente de Poisson

σ_t : resistencia a tracción

γ : densidad



A continuación se clasifican el macizo rocoso según los criterios de Bieniawski (RMR) y Barton (Q), distinguiendo hasta siete litotipos distintos:

LITOTIPO	RMR	Q
Granito y porfido granítico	64	10.83
Granito moderadamente alterado	48	1.66
Cuarcitas, cuarzo-filitas	41	0.89
Pizarras y filitas	34	0.33
Cuarcitas intens dete y pizar diaclasa	27	0.11
Zonas de fractura	20	0.04
Zonas de transición	27	0.13

A partir de correlaciones con los valores del RMR se estiman los parámetros del modelo de resistencia de Hoek y Brown.

MATERIAL	RMR	Q'	mi	Hoek		Hoek Brown			
						massis poc alteral		massis alteral	
				m	s	m	s	m	s
Roca ignia	64	10.83	25	7.48	0.0218	6.9	0.0183	1.91	0.00247
Quarzites quarzifilias	41	2.22	15	2.84	0.0044	1.82	0.00142	0.22	0.00005
Pizarras quarzites	30	1.66	10	1.6	0.0033	0.82	0.0004	0.06	0.000008
Zonas de fractura	20	0.21	10	0.8	0.0004	0.57	0.0001	0.03	4.8*10 ⁻¹⁴

y la resistencia a la compresión simple del macizo rocoso según Barton a partir del índice Q y la densidad:



	DENSIDAD	Q	RESISTENCIA COMPRES. MACIZO (MPa)
ROCAS IGNEAS	2.61	10.83	40.42
PIZARRAS	2.71	0.33	13.1
CUARCITAS	2.645	0.89	17.8

En cuanto a los parámetros de deformación se proponen unos valores a partir de la correlación de Wilson y con el RMR según Serafín i Pereira y Verman:

LITOTIPO	WILSON	SERAFIN	VERMANN
Granito	146000	224000	113100
Cuarcitas, cuarzo-filitas	9000	59600	30000
Pizarras y filitas	27000	39800	19700
Cuarcitas intens dete y pizar diaclasa	24000	26600	12900
Zonas de fractura	6400	17800	12000

Finalmente, como conclusión, se define una serie de clases geotécnicas que agrupan los diferentes tipos de material que



pueden aparecer a lo largo del tramo donde está situado el pozo.

CLASE	MATERIAL	RMR	Q
1	Granito y granodiorita	60 - 70	10
2	Cuarcitas y cuarzofilita	35 - 45	1
3	Pizarras, filitas, cuarzo-filitas tableadas	20 - 30	0,1 - 1
4	Zonas de fracturas	< 20	< 0,1
5	Zonas de transición a las fracturas	20 - 30	~ 0,1
6	Granitos moderadamente alterados	40 - 50	---
7	Suelos aluviales	---	---

3. TRABAJOS REALIZADOS PARA EL PRESENTE ESTUDIO

Debido a la variación sufrida por el trazado con posterioridad y con objeto de completar la información disponible se han perforado siete nuevos sondeos de



profundidades variables entre unos 20 y 55 metros, concretamente:

Nº SONDEO	SITUACION P.K.	PROFUNDIDAD (m.)	TESTIGOS PARAFINADOS	S.P.T.
S-1	2+060	56	8	2

A lo largo de la perforación en suelos y en roca muy alterada se han realizado ensayos de penetración normal (S.P.T.); en roca sana, se han anotado datos de la recuperación de testigo, grado de meteorización, grado de fracturación y R.Q.D.¹

Los sondeos se han perforado bajo la supervisión directa y continua de un geólogo de JOLSA.

En todos los sondeos se ha instalado tubería ranurada de P.V.C. para la medición del nivel freático.

¹ R.Q.D.: Rock Quality Designation. Índice de calidad de la roca que se obtiene como la relación entre la suma de longitud de trozos de testigo de longitud superior a 10 cm. y la longitud total perforada en una maniobra del sondeo.



En superficie se ha realizado una cartografía geológico - geotécnica, anotando básicamente datos geomecánicos de los afloramientos rocosos, como orientación y buzamiento de las discontinuidades, separación entre ellas, rugosidad, etc., así como litología y grado de meteorización.

Los expedientes del laboratorio con los resultados obtenidos se presentan al final del Informe.

4. CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS

4.1 Geología general

La zona estudiada está constituida principalmente por materiales del Paleozoico intensamente tectonizados por las orogénias hercínica y alpina. Se trata de una potente serie de pizarras de tonos marrinosos o grises que en ocasiones presentan un porcentaje elevado de un veteado milimétrico a centimétrico de cuarzo, (cuarzo-filitas).

En el inicio del proyecto aflora un batolito granítico en contacto con las pizarras.



A través de la red de diaclasas existentes en las pizarras se han producido intrusiones de rocas de estructura porfídica, de composición variada, granodoríticas (roca silícica) y otros no silíceos (sin cuarzo).

Superficialmente, en general, existe un notable nivel de alteración de la roca, más visible en el granito apareciendo frecuentemente meteorizado grado IV y V^I (sábulo), de unos cinco a diez metros de potencia en los sondeos perforados por JOLSA.

En las vaguadas se han depositado sedimentos de origen aluvial, básicamente gravas y arenas con un contenido variable de arcilla, de unos 10 a 15 metros de espesor máximo.

4.2 Características litológicas

4.2.1 Paleozoico - pizarras

En los sondeos perforados para este estudio, desde el punto de vista litológico, se han detectado dos tipos distintos de pizarras, una de tonos marrón, marrón grisáceo y marrón verdoso, en ocasiones con moteado negro típico de este tipo de rocas, en general poco laminada y en ocasiones con vetas



de cuarzo, y una pizarra gris y gris oscuro, mucho más laminada, en ocasiones con un bandeo milimétrico y centimétrico de cuarzo denominándose en estos casos como cuarzo - filita. Estos niveles cuarzo - filíticos tienen un espesor decimétrico a métrico y se encuentran intercalados en ambos tipos de pizarra.

En los afloramientos apenas se han llegado a observar las pizarras grises, únicamente al final de la traza, a partir del P.K. 2+150 aproximadamente.

4.2.2 Granito

Se trata realmente de una grano diorita que presenta un nivel de alteración de espesor más importante a medida que se aleja del relieve montañoso.

A cota del túnel, en la excavación realizada actualmente para el emboquille, se ha observado granito sano.

4.2.3 Porfidos

En las pizarras se han observado y detectado diques de roca de composición variable.



En los sondeos perforados para el proyecto se han atravesado pórfidos de composición granodiorítica, muy similar a la del granito o grano diorita.

En el sondeo S-1, perforado para el presente Informe, se atravesó un dique porfídico de composición básica (sin cuarzo o con un contenido muy bajo) entre 42 y 52 metros de profundidad con un grado de alteración muy bajo.

4.2.4 Suelos cuaternarios

En los fondos de las vaguadas que atraviesa la traza se han depositado sedimentos de origen aluvial. En los sondeos perforados en estas zonas se han detectado hasta 13 metros de suelos fundamentalmente granulares con intercalaciones arcillosas.

La pizarra está recubierta irregularmente por suelos de origen coluvial de muy escaso desarrollo, en general inferior a un metro, aunque localmente puede ser superior.



4.3 Rasgos estructurales

Los materiales del Paleozoico, pizarras y cuarzo-filitas intercalados, presentan una esquistosidad, en general muy marcada. Se trata de una esquistosidad de discontinuidad, es decir, de planos de discontinuidad que confieren a la roca una laminación o exfoliación muy patente, a escala milimétrica y centimétrica.

En ocasiones la roca se presenta muy masiva y, aunque se pueden observar los planos de esquistosidad, no se exfolian con facilidad.

A parte la roca presenta una importante red de diaclasado, muy repetida, con separaciones a escala centimétrica y decimétrica, habiéndose distinguido un mínimo de dos a tres familias de juntas o diaclasas, además de otras menos frecuentes.

El granito y pórfidos asociados también se encuentran afectados por una red de diaclasas bastante importante.

En los afloramientos superficiales se han observado frecuentes fallas o fracturas, caracterizadas por presentar una franja de unos 0,5 a 1,0 metro de roca totalmente fracturada.



Se han efectuado lecturas de las orientaciones de los planos de esquistosidad y diaclasas en los afloramientos existentes a lo largo de la traza.

La esquistosidad se presenta en general con un rumbo E-W, buzando hacia el Norte entre 35 y 65°.

4.4 Características hidrogeológicas

En todos los sondeos perforados para el presente estudio se ha detectado un nivel freático bastante estabilizado en las mediciones que se han realizado hasta la fecha.

En el cuadro siguiente se refleja la profundidad a la que se ha detectado el nivel freático en cada sondeo después de su finalización y un mes más tarde (15/05/01) de finalizado el último sondeo.

SONDEO	PROF. NIVEL FREATICO (m.)	
	FINALIZACION	15/05/01
S-1	18,4	19,0



En los registros de los sondeos se ha reflejado el último valor medido.

La roca es en sí impermeable. La circulación del agua se realiza por la red de fisuración o diaclasado.

Se considera que en general la aportación de agua a la excavación será reducida, pudiendo existir acumulaciones de agua en las zonas de falla o fracturas que se atravesarán.

5. CONCLUSIONES

5.1 Caracterización geotécnica de los materiales

En función de todos los datos disponibles se han clasificado los materiales que aparecen a lo largo de la traza en nueve tipos.

1. Pizarra marrón grisáceo, bastante fracturada, meteorizada grado IV y III - IV. Se trata de la parte más superficial y alterada del macizo rocoso. En casi todos los sondeos perforados para el presente informe este nivel superficial se ha recuperado en seco, es decir, sin empleo de agua ya



que, de lo contrario, por su grado de fracturación y alteración, la recuperación de testigo era muy baja. El espesor detectado de este nivel es de unos cinco a trece metros en los sondeos S-1.

Debido a la inexistencia de testigos de sondeo de calidad suficiente no se han podido realizar ensayos de laboratorio de este material.

2. Pizarra marrón grisáceo, fracturada, meteorizada grado III. Bajo el nivel de alteración aparece la pizarra más sana e imposible de perforar en seco en los sondeos. Presenta un grado de fracturación elevado, con un R.Q.D. bajo, inferior a 10. No se han podido realizar ensayos de laboratorio de este material por falta de testigo de calidad.

3. Pizarra marrón grisáceo o verdoso, fracturada, meteorizada grado II, II - III y III. Se trata realmente de la misma pizarra anteriormente descrita pero que en general se presenta con R.Q.D. más elevado aunque bastante variable, de 0 a 90. Puntualmente en los sondeos y con mayor frecuencia en afloramientos, se observan intercalaciones con un bandeado milimétrico a centimétrico de color muy claro de cuarzo, denominándose entonces estas intercalaciones como cuarzo - filitas. Su espesor es decimétrico a métrico.



Sobre testigos parafinados de este material se han llevado a cabo ensayos de laboratorio de compresión simple, Point Load Test, Brasileño e índice de Schimazek.

Debido a la esquistosidad que presentaban algunos testigos los valores obtenidos no son representativos.



SONDEO	MUESTRA	PROF. (m.)	MATERIAL	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	MODULO DE YOUNG (Kg/cm ²)	COEFICIENTE DE POISSON	POINT LOAD TEST (Mpa)		TRACC. IND. BRASILEÑO (Kg/cm ²)	INDICE DE SCHIMAZEK (Kg/cm)
							Is (50) //	Is (50) + ⊥		
S-1	3	17,1	Pizarra marrón II - III	267						
S-1	4	21,5	Pizarra marrón III						20,98	0,00294

Ig (50) : carga puntual corregida por tamaño.

// : paralelo al plano de debilidad.

⊥ : perpendicular al plano de debilidad.

4. Pizarra gris claro y gris oscuro, laminada, meteorizada grado II - III y III. En la parte final del trazado afloran estas pizarras de color gris, con una laminación por la esquistosidad bastante acusada. También aparecen en los sondeos perforados, generalmente por debajo de las pizarras marrones.

En ocasiones estas pizarras grises presentan un bandeo milimétrico y centimétrico de cuarzo (cuarzo - filitas) y vetas centimétricas de cuarzo.

El R.Q.D. obtenido en los sondeos es muy variable, entre 0 y 30 y algunos tramos entre 0 y 80.

Como en el caso anterior la mayoría de las compresiones simples realizadas han roto por los planos de esquistosidad.

5. Pórfido de composición básica (sin cuarzo), poco fracturado, meteorizado grado II. En el sondeo S-1, entre 42 y 52 metros de profundidad se atravesó este dique de pórfido, relativamente poco fracturado, obteniéndose un R.Q.D. variable entre 0 y 100.



	MUESTRA	PROF. (m.)	MATERIAL	COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm ²)	MODULO DE YOUNG (Kg/cm ²)	COEFICIENTE DE POISSON	POINT LOAD TEST (Mpa)		TRACC. IND. BRASILEÑO (Kg/cm ²)	INDICE DE SCHIMAZEK (Kg/cm)
							Is (50) Diametral	Is (50) Axial		
S-1	5	42,6	Pórfido II						84,6	0,02030
S-1	6	44,2	Pórfido II	781						
S-1	---	45,2	Pórfido II	1.246,4	475944	0,33				
S-1	7	47,0	Pórfido II				11,93	7,27		
S-1	---	50,2	Pórfido II	912,8	488366	0,20				

6. Zonas de falla. En el sondeo S-2B se ha atravesado una zona de falla de pizarra gris, entre los 21,5 y 25 metros de profundidad, muy alterada, con tramos arcillosos con pequeños trozos laminados de roca y de cuarzo.
7. Grano diorita y pórfidos de composición similar. En los sondeos perforados para este estudio no se han detectado. En el Anejo del Proyecto están suficientemente estudiados y caracterizados. En el apartado 2. ANTECEDENTES se han resumido las características de estos materiales descritos en el Anejo del Proyecto.

5.2 Clasificación del macizo rocoso

En este apartado se clasifican los distintos tipos de materiales descritos anteriormente siguiendo los criterios de Bieniawski (RMR) y Barton (Q).

1. Pizarra marrón grisáceo, meteorizada grado III - IV y IV. R.Q.D. < 5.



BIENIAWSKI :

PARAMETROS	VALORACION
1. C.S.	1
2. R.Q.D.	3
3. Separación diaclasas	6
4. Estado diaclasas	15
5. Agua	10
6. Orientación diaclasas	-5 ó -12
RMR	30 ó 23
CLASE	IV ó IV a V

BARTON :

PARAMETRO	VALORACION
RQD	5
J_n	9
J_r	1, 5
J_a	4
J_w	1
SRF	5
Q	0,04 Extremadamente mala.



2. Pizarra marrón grisáceo, meteorizada grado III. RQD = 10.

BIENIAWSKI :

PARAMETROS	VALORACION
1. C.S.	2
2. R.Q.D.	3
3. Separación diaclasas	8
4. Estado diaclasas	20
5. Agua	7
6. Orientación diaclasas	-5 ó -12
RMR	35 ó 28
CLASE	IV

BARTON :

PARAMETRO	VALORACION
RQD	10
J_n	9
J_r	1,5
J_a	2
J_w	1
SRF	5
Q	0,17 Muy mala.



3. Pizarra marrón grisáceo o verdoso, meteorizada grado II a III con intercalaciones de cuarzo - filita. 3a: R.Q.D. = 20; 3b: R.Q.D. = 60.

BIENIAWSKI :

PARAMETROS	VALORACION	
	3a	3b
1. C.S.	3	3
2. R.Q.D.	3	13
3. Separación diaclasa	8	10
4. Estado diaclasas	25	25
5. Agua	7	7
6. Orientación diaclasas	-5 ó -12	-5 ó -12
RMR	41 ó 34	53 ó 46
CLASE	III-IV ó IV	III



BARTON :

PARAMETRO	VALORACION	
	3a	3b
RQD	20	60
J _n	9	9
J _r	1,5	1,5
J _a	2	2
J _w	1	1
SRF	5	5
Q	0,33 Muy mala a mala	1,0 Mala

4. Pizarra gris claro o gris oscuro, laminada, meteorizada grado II - III y III, con intercalaciones de cuarzo-filita. 4a: R.Q.D. = 20; 4b: R.Q.D. = 60.

BIENIAWSKI :

PARAMETROS	VALORACION	
	4a	4b
1. C.S.	4	4
2. R.Q.D.	3	13
3. Separación diaclasa	8	13
4. Estado diaclasas	20	20
5. Agua	7	7
6. Orientación diaclasas	-5	-5
RMR	37	52
CLASE	IV	III



BARTON :

PARAMETRO	VALORACION	
	4a	4b
RQD	20	60
J_n	9	9
J_r	2	2
J_a	2	2
J_w	1	1
SRF	5	5
Q	0,21 Muy mala	0,63 Muy mala

5. Pórfido gris claro (sin cuarzo), meteorizado grado II, poco fracturado. R.Q.D. 5a: R.Q.D. = 30; 5b: R.Q.D. = 70.

BIENIAWSKI :

PARAMETROS	VALORACION	
	5a	5b
1. C.S.	7	7
2. R.Q.D.	5	15
3. Separación diaclasa	9	12
4. Estado diaclasas	25	25
5. Agua	7	7
6. Orientación diaclasas	-5	-5
RMR	48	61
CLASE	III	II a III



BARTON :

PARAMETRO	VALORACION	
	5a	5b
RQD	30	70
J_n	7	7
J_r	2	2
J_a	1	1
J_w	7	7
SRF	4	4
Q	15 Buena	35 Buena

6. Zonas de falla: pizarra triturada con zonas arcillosas.

BIENIAWSKI :

PARAMETROS	VALORACION
1. C.S.	1
2. R.Q.D.	0
3. Separación diaclasas	5
4. Estado diaclasas	5
5. Agua	7
6. Orientación diaclasas	-5
RMR	13
CLASE	V



BARTON :

PARAMETRO	VALORACION
RQD	1
J_n	20
J_r	1
J_a	9
J_w	1
SRF	10
Q	0,001 Excepcionalmente mala.

7. Granodioritas y pórfidos de composición similar.

Se consideran razonables los valores de RMR y Q calculados para el Anejo del Proyecto.

7a: Granito y pórfido (no alterado) **RMR = 64; Q = 10,8**

7b: Granito moderadamente alterado **RMR = 48; Q = 1,6**

A continuación se presenta un cuadro resumen.



MATERIAL	RMR (Bieniaski)		Q (Barton)
	ORIENTACION DIACLASA		
	(-5) MEDIA	(-12) MUY DESFAVORABLE	
1. Pizarra III-IV y IV	30	23	0,04
2. Pizarra III RQD= 10	35	28	0,17
3a. Pizarra II a III RQD= 20	41	34	0,33
3b. Pizarra II a III RQD= 60	53	46	1,0
4a. Pizarra gris RQD= 20	37	---	0,21
4b. Pizarra gris RQD= 60	52	---	0,63
5a. Pórfido sin cuarzo RQD= 30	48	---	15
5b. Pórfido sin cuarzo RQD= 70	61	---	35
6. Zonas falla	13	---	0,001
7a. Granodioritas y pórfidos (no alterado)	*64	---	10,8
7b. Granodioritas y pórfidos (moderadamente alterado)	*48	---	1,6

* Con orientación de las diaclasas: favorable (-2).

5.3 Tramificación del tramo

En este apartado se intenta tramificar razonablemente con la información disponible los diversos tipos de materiales existentes a lo largo del tramo.



5.3.1 Túnel 2. P.K. 1+920 - 2+190

- P.K. 1+920 - 2+190. En este tramo se atraviesa bajo el torrente Ciudad Meridiana y se caracteriza por el pequeño recubrimiento existente sobre clave, por la existencia de edificios en el inicio y final del tramo, y por la existencia de un espesor de suelos aluviales considerable.

El recubrimiento en el eje del torrente es de unos 11 metros y el espesor de suelos deducido de los sondeos perforados en esta zona es de unos diez metros. Bajo los suelos aparece la pizarra meteorizada grado IV y III-IV, muy fracturada, que se ha perforado en seco en el sondeo S-7 perforados para este estudio, con un espesor de unos seis a diez metros. En estas condiciones el túnel se situará en parte al nivel de alteración de las pizarras, y con suelos prácticamente en clave.

Se trata pues de una zona en la que sin duda se deberá acudir a un tipo de sostenimiento pesado.

La orientación de la esquistosidad es además sensiblemente paralela a la traza, clasificándose como muy desfavorable.

Se estima un valor del $RMR = 23$ y $Q = 0,006$.

También se ha hallado pizarra gris y gris oscuro con



intercalaciones de cuarzo-filita, meteorizada grado II-III y III, en general bastante laminada. Los planos de esquistosidad se orientan oblicuos al eje del túnel, es decir, en una situación intermedia entre paralelas y perpendiculares a la traza.

Se estima un valor de RMR= 37 a 52 y $Q= 0,2 - 0,63$.

En las proximidades del P.K. 2+060 se atravesará un dique de pórfido de composición básica (sin cuarzo), poco fracturado y bastante sano. Se ha calculado un valor del RMR de 48 a 61 y de $Q= 15$ a 35.



6. MUESTRAS EXTRAIDAS DE LOS SONDEOS REALIZADOS

En este apartado se muestra las extracciones del sondeo realizado en el pozo de Ciudad Meridiana. Cada extracción de tres metros se colocó en una caja como se puede observar a continuación:



0-3m



3-6m





6-9m



9-12m



12-15m





15-18m



18-21m



21-24m





24-27m



27-30m



30-33m





33-36m



36-39m



39-42m





42-45m



45-48m



48-51m





51-54m

7. PLANOS

