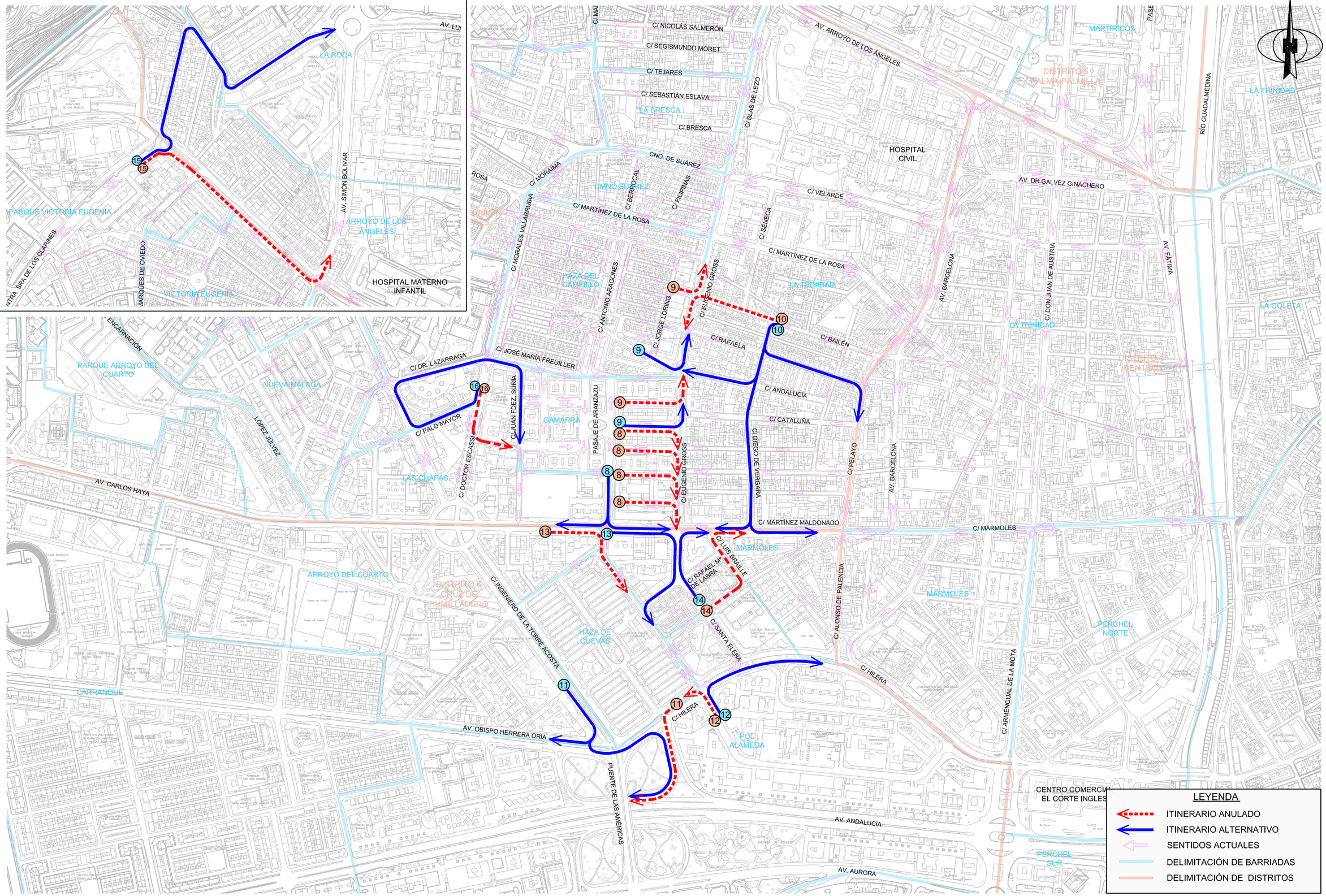


Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA	AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA Marzo - 2016 EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	ESCALA S/E FORMATO ORIGINAL UNE A-3	PLANO ITINERARIOS ANULADOS Y ALTERNATIVOS NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 14 (2 de 2).-Itinerarios eliminados y alternativos.dwg	NÚMERO DE PLANO 14 HOJA 2 DE 2

SUPRESIÓN DE: 34 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO,
6 PLAZAS DE MOTOS
REUBICACIÓN: 5 PLAZAS DE C Y D, 4 PLAZAS DE PMR

CAMBIO DE BATERÍA A LÍNEA:
15 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO ELIMINADAS
8 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO CREADAS
1 PLAZA PMR CREADA
DIFERENCIA: 6 PLAZAS ELIMINADAS

SUPRESION DE:
11 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO
REUBICACIÓN: 1 PLAZAS DE PMR

SUPRESION DE:
65 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO
REUBICACIÓN: 3 PLAZAS DE PMR

SUPRESION DE:
20 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO

CAMBIO DE BATERÍA A LÍNEA:
5 PLAZAS DE C Y D OBLICUOS ELIMINADAS
3 PLAZAS DE C Y D LÍNEA CREADAS
DIFERENCIA: 2 PLAZAS DE C Y D ELIMINADAS

SUPRESIÓN DE:9 PLAZAS DE
ESTACIONAMIENTO
REUBICACIÓN: 2 PLAZAS DE PMR

CAMBIO DE BATERÍA A LÍNEA:
13 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO ELIMINADAS
7 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO CREADAS
DIFERENCIA: 6 PLAZAS ELIMINADAS

SUPRESION DE: 53 PLAZAS DE
ESTACIONAMIENTO
REUBICACIÓN : 12 PLAZAS DE C Y D
2 PLAZAS DE PMR

SUPRESION DE:
68 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO
REUBICACIÓN: 4 PLAZAS DE PMR

SUPRESION DE:
17 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO

SUPRESIÓN DE: 33 PLAZAS DE
ESTACIONAMIENTO
REUBICACIÓN: 5 PLAZAS DE C Y D

SUPRESION DE:
18 PLAZAS DE ESTACIONAMIENTO

SUPRESION DE:
10 PLAZAS DE MOTOS

HOSPITAL MATERNO INFANTIL
AV. ARROYO DE LOS ÁNGELES
AV. DOCTOR MARAÑÓN
PASEO DE MARTIRICOS
HOSPITAL CIVIL
C/ VELARDE
AV. DR. GALVEZ GINACHERO
C/ MARTÍNEZ DE LA ROSA
C/ BLAS DE LEZO
CNO. DE SUÁREZ
C/ MORAIMA
C/ MORALES VILLARRUBIA
C/ SONDALEZAS
C/ EUGENIO GROSS
AV. BARCELONA
C/ DON JUAN DE AUSTRIA
RÍO GUADALMEDINA
C/ PELAYO
C/ DOCTOR ESCÁSSI
LÓPEZ JULVEZ
AV. CARLOS HAYA
C/ MARTÍNEZ MALDONADO
C/ MÁRMOLES
C/ INGENIERO DE LA TORRE ACOSTA
C/ ALONSO DE P
C/ SANTA ELENA
C/ HILERA
C/ ARMENGUAL DE LA MOTA
AV. OBISPO HERRERA ORIA

LEYENDA

- RESERVA DE CARGA Y DESCARGA
- RESERVA DE PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA
- RESERVA DE MOTOS
- RESERVA DE TAXIS
- RESERVA ESPECIAL
- ESTACIONAMIENTO EN VÍA PÚBLICA (LÍNEA)
- ESTACIONAMIENTO EN VÍA PÚBLICA (OBLICUO)
- REUBICACIÓN DE RESERVAS
- VADOS

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA.
TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Marzo - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

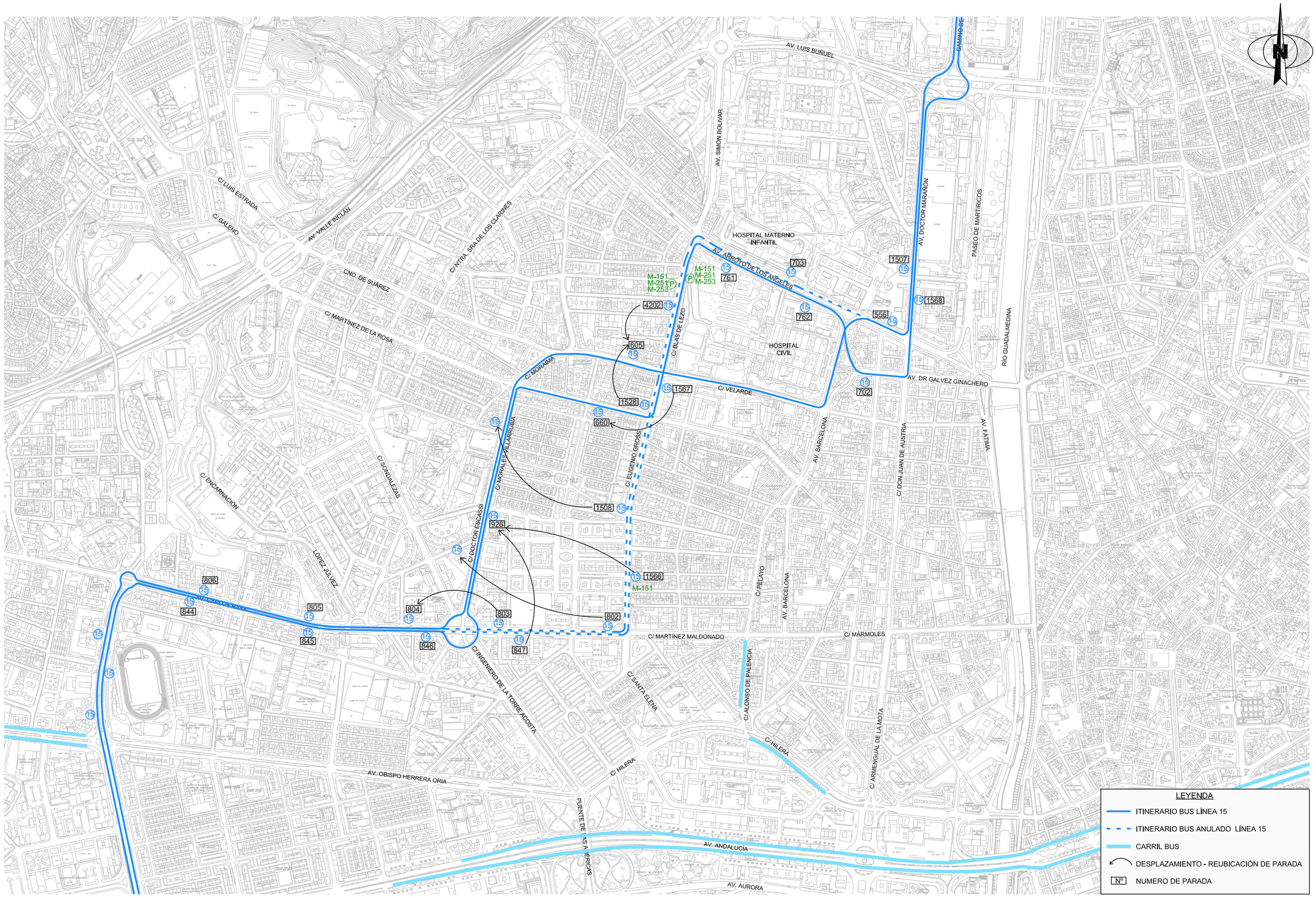
ESCALA: 1/5.000
0 50 100 m.
FORMATO ORIGINAL UNE A-3

PLANO
ORDENACIÓN PROPUESTA.
AFECCIÓN AL ESTACIONAMIENTO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 15.-Ord propuesta. Infra Estacionamiento.dwg

NÚMERO DE PLANO: 15

HOJA 1 DE 1



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA.
TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Marzo - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

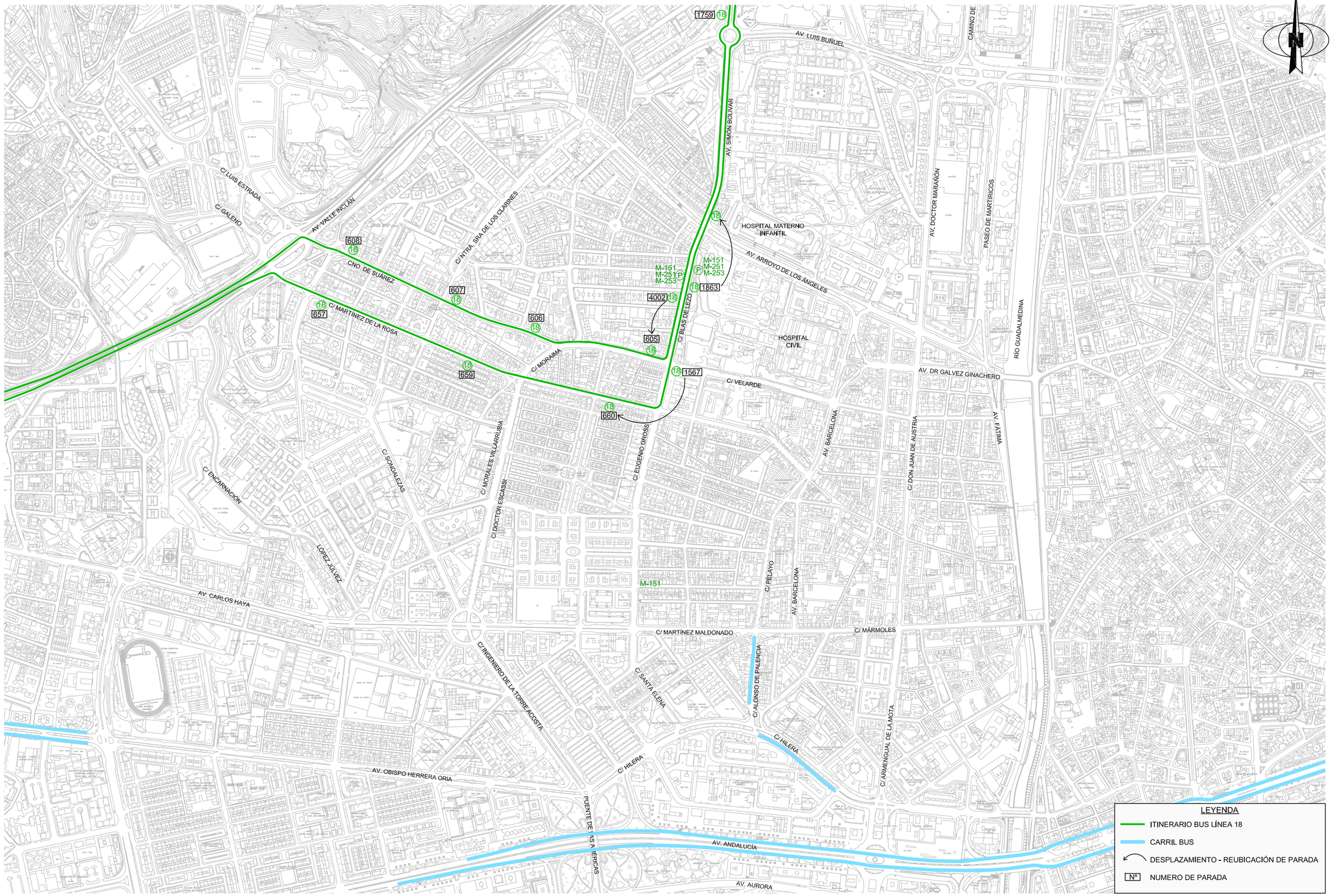
ESCALA: 1/8.000
0 80 160 m.
FORMATO ORIGINAL UNE A-3

PLANO
ORDENACIÓN PROPUESTA. AFECCIÓN AL TRANSPORTE PÚBLICO. LÍNEA 15

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 16.1.-Ord propuesta. Infra Trans.PGbli.dwg

NÚMERO DE PLANO: 16.1

HOJA 1 DE 1



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Marzo - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: 1/8.000 (0 – 80 – 160 m.)

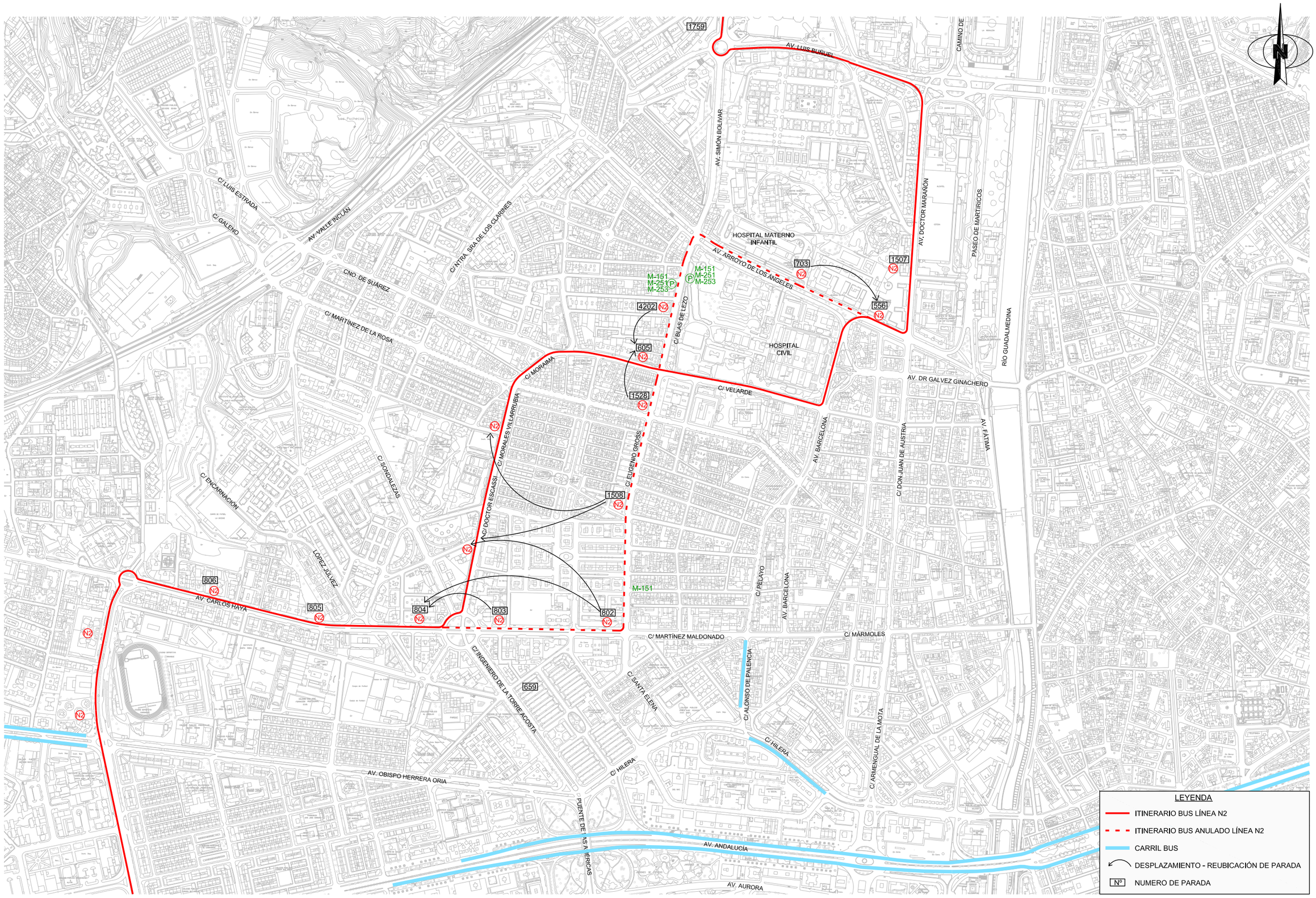
FORMATO ORIGINAL UNE A-3

PLANO: ORDENACIÓN PROPUESTA. AFECCIÓN AL TRANSPORTE PÚBLICO. LÍNEA 18

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 16.2.-Ord propuesta. Infra Trans.Públi.dwg

NÚMERO DE PLANO: 16.2

HOJA: 1 DE 1



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA.
TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Marzo - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: 1/8.000 (0 – 80 – 160 m.)

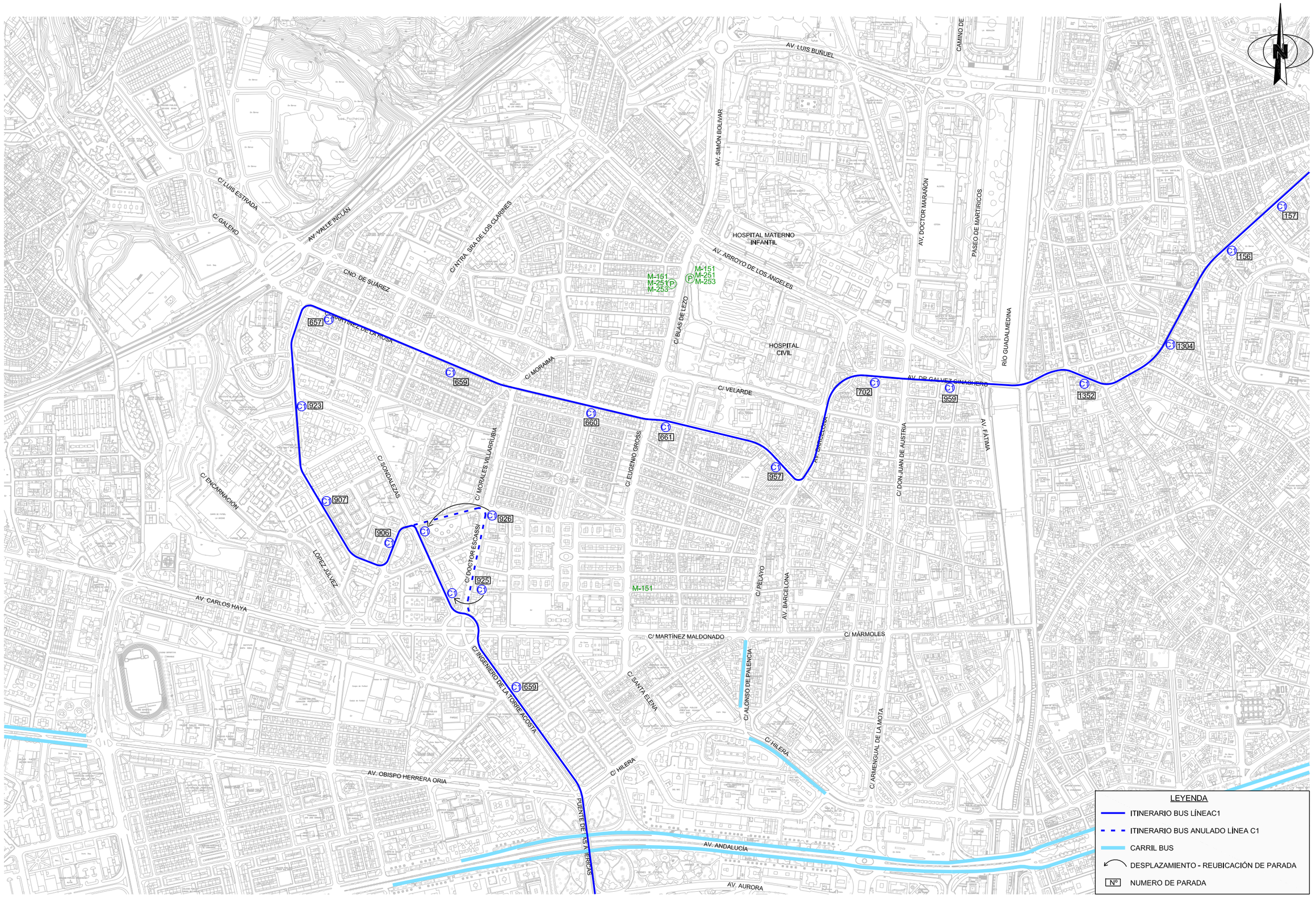
FORMATO ORIGINAL UNE A-3

PLANO
ORDENACIÓN PROPUESTA. AFECCIÓN AL TRANSPORTE PÚBLICO. LÍNEA N2

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 16.3.-Ord propuesta. Infra Trans.Públi.dwg

NÚMERO DE PLANO: 16.3

HOJA 1 DE 1



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA.
TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Marzo - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: 1/8.000
0 80 160 m.
FORMATO ORIGINAL UNE A-3

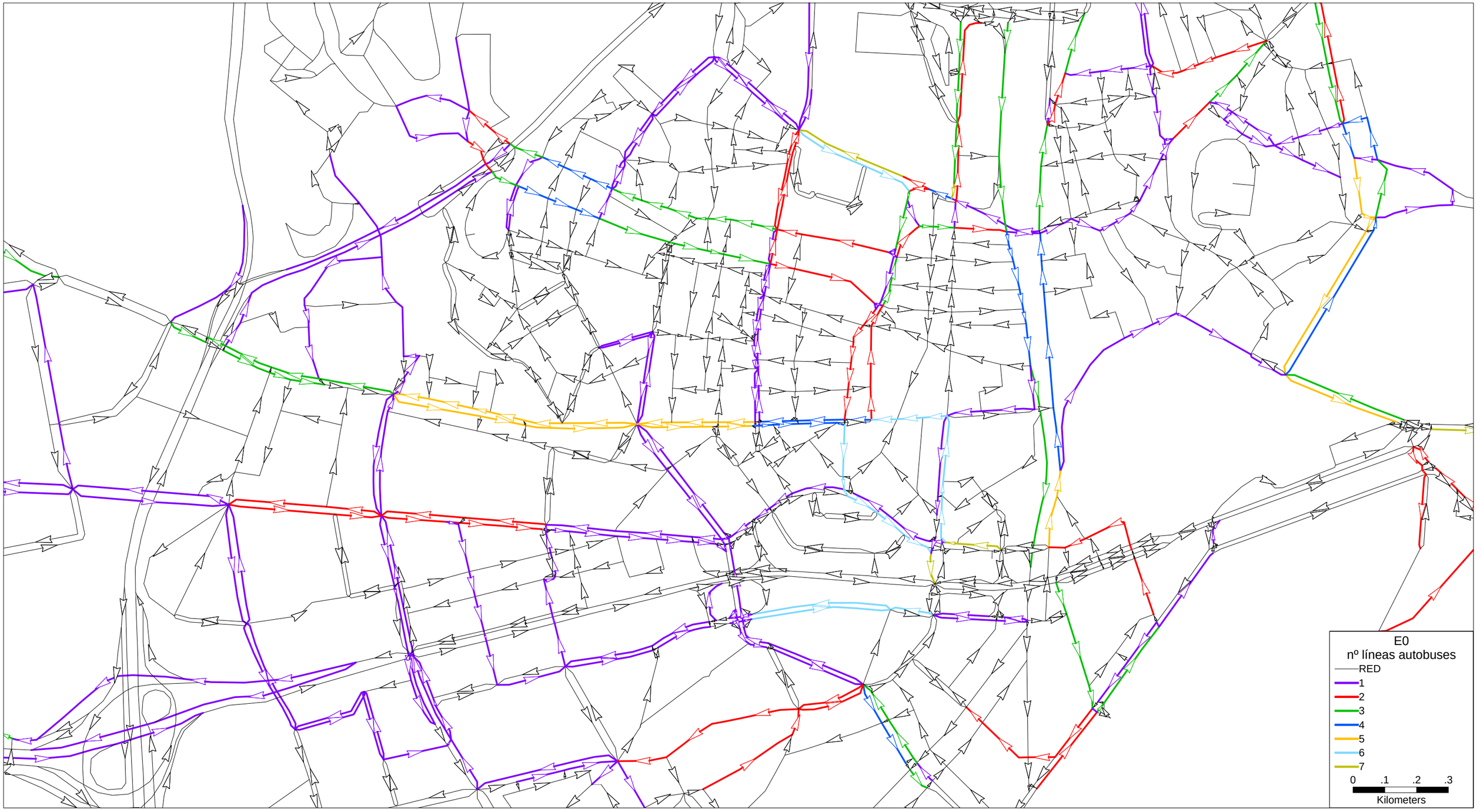
PLANO
ORDENACIÓN PROPUESTA. AFECCIÓN AL TRANSPORTE PÚBLICO. LÍNEA C1

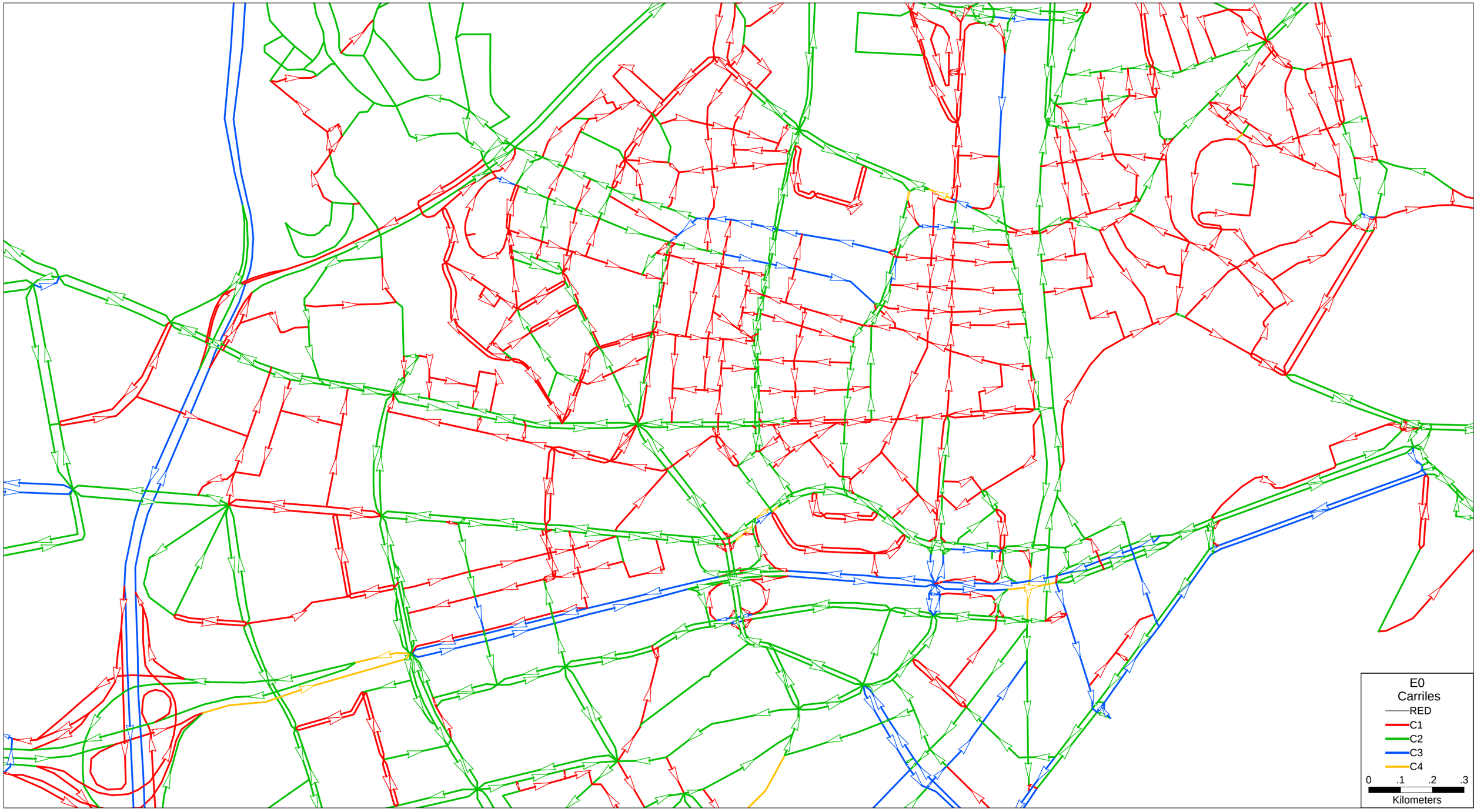
NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL: 16.4.-Ord propuesta. Infra Trans.PGbli.dwg

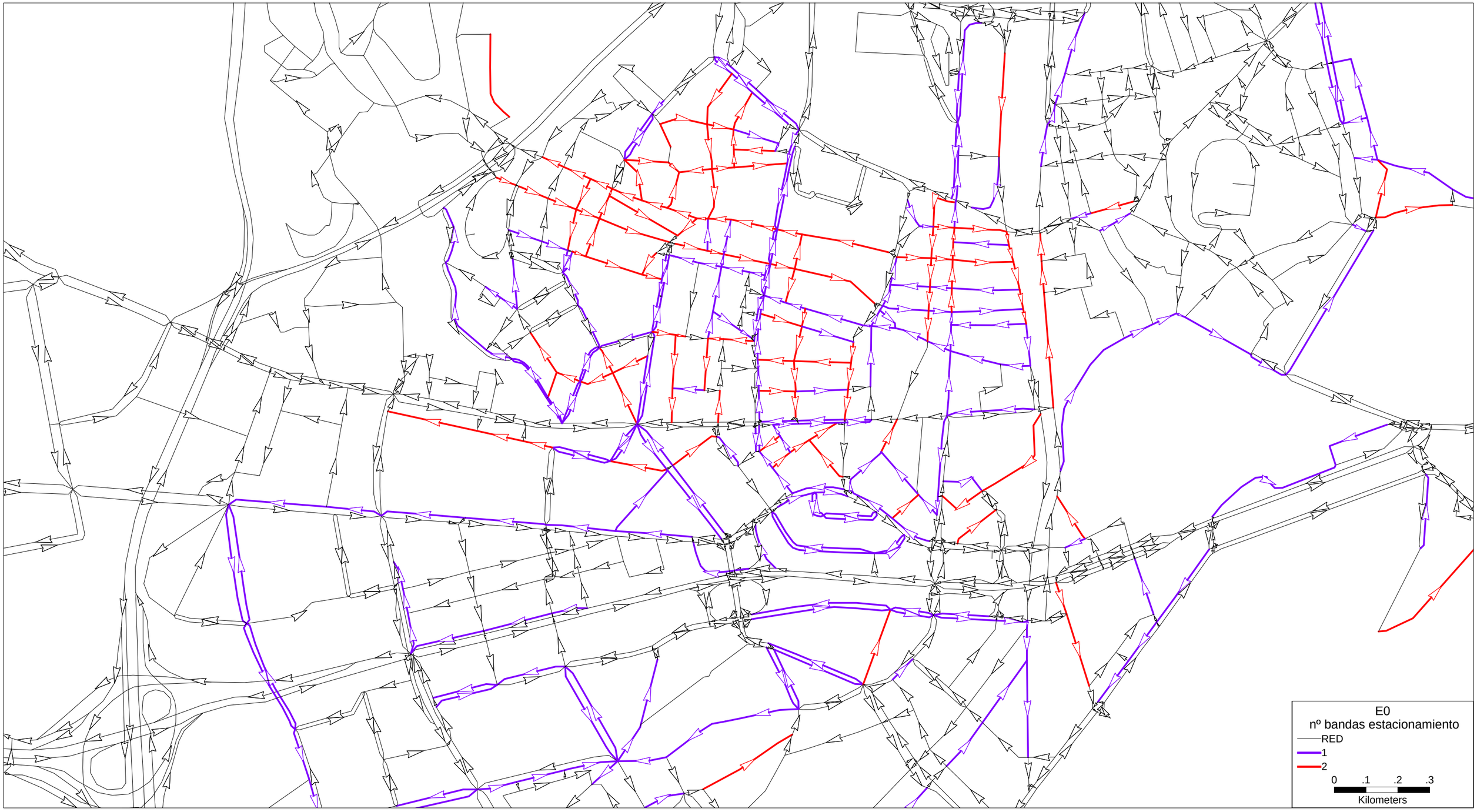
NÚMERO DE PLANO: 16.4

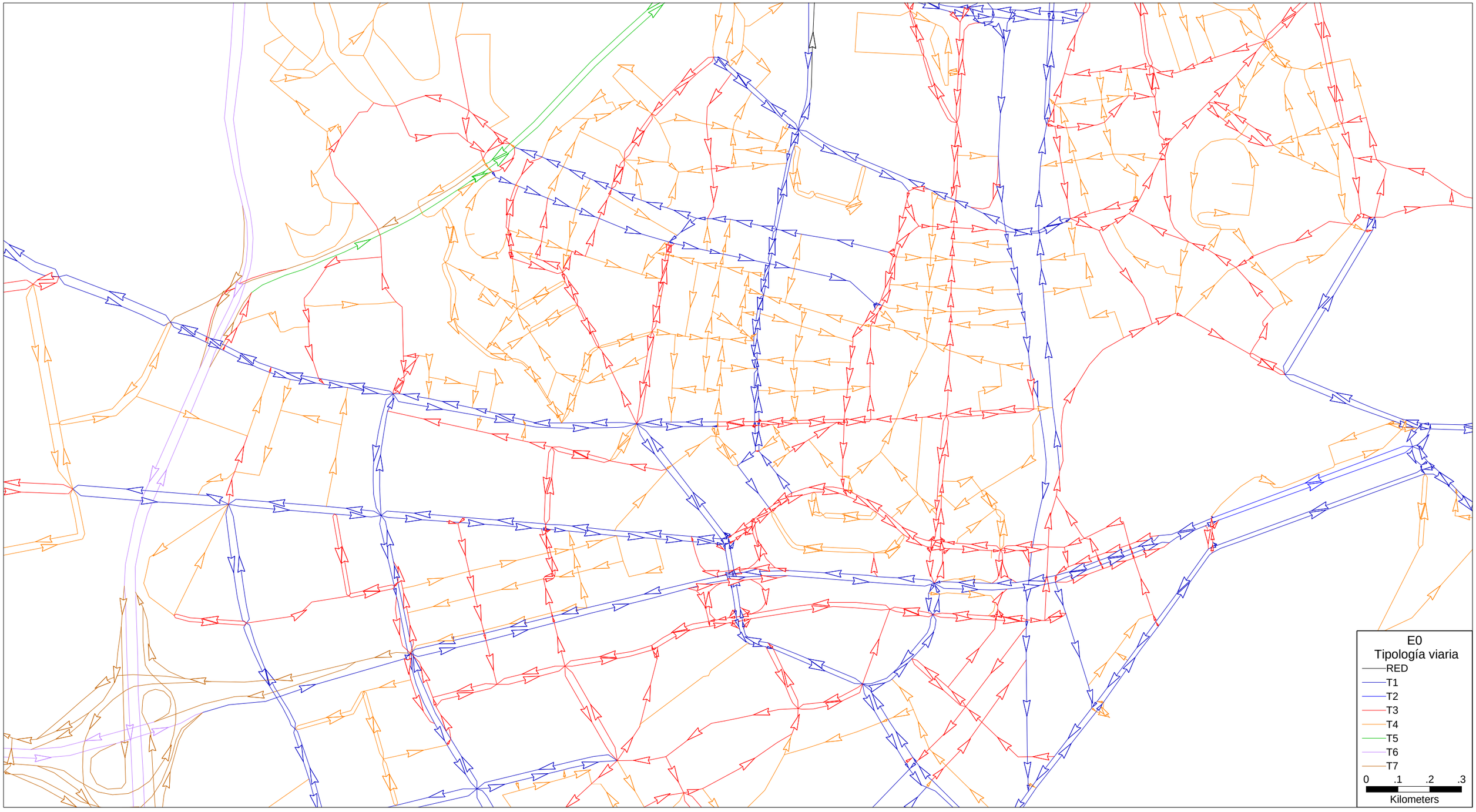
HOJA 1 DE 1

Apéndice 2.- Resultados del análisis macro


E0
nº líneas autobuses
RED
1
2
3
4
5
6
7
0
.1
.2
.3
Kilometers


E0
Carriles
RED
C1
C2
C3
C4
0
.1
.2
.3
Kilometers

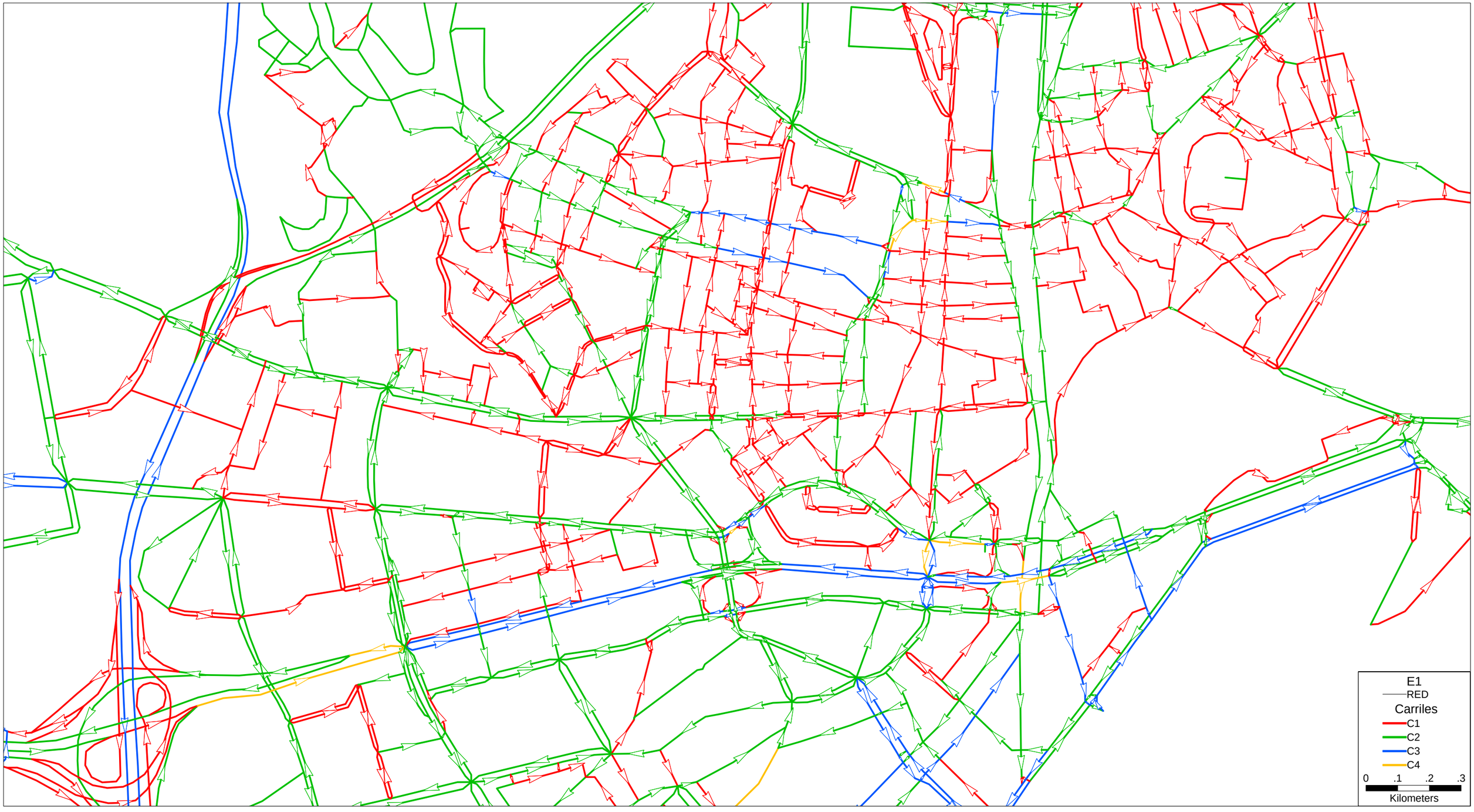

E0
nº bandas estacionamiento
RED
1
2
0
.1
.2
.3
Kilometers

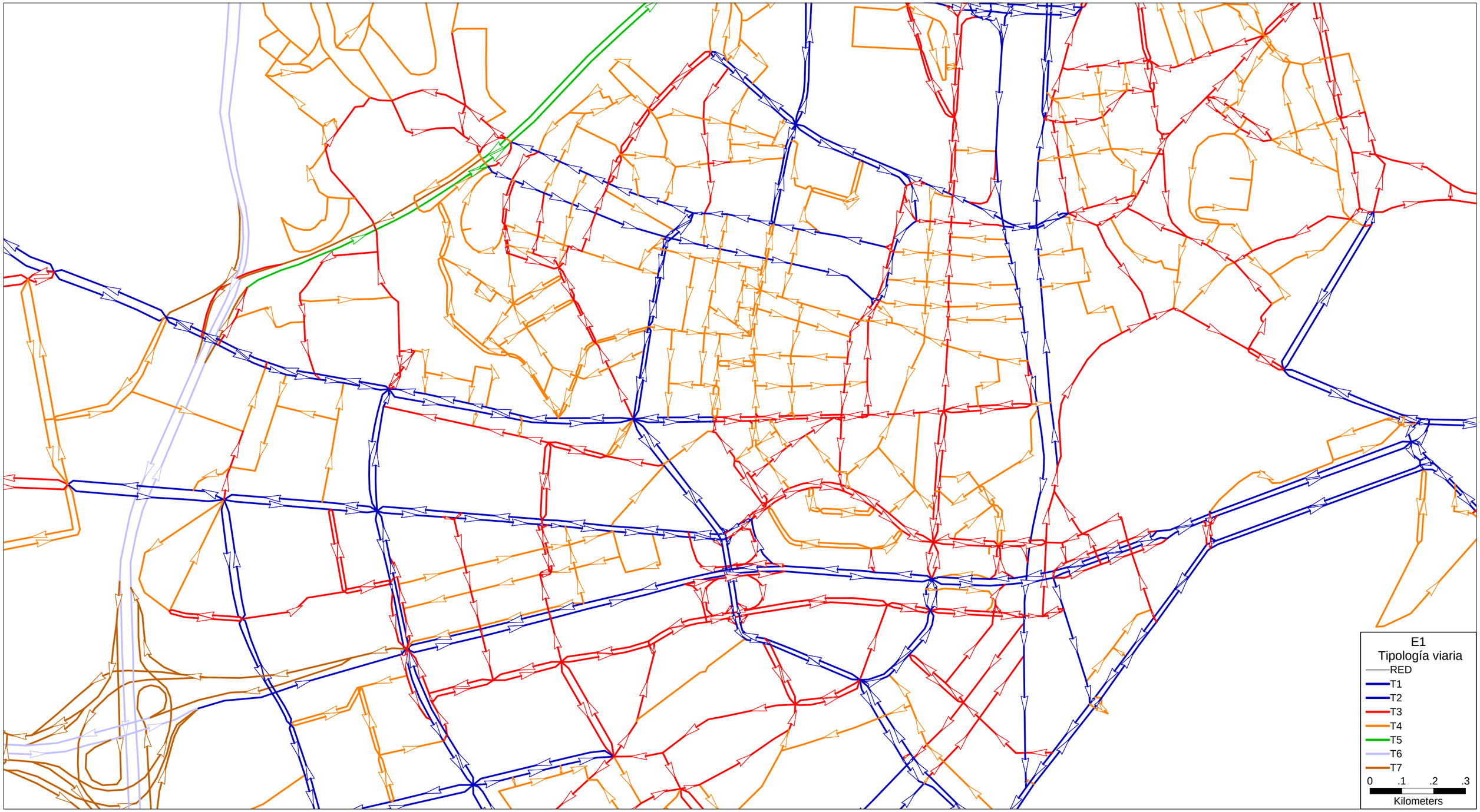

E0
Tipología viaria
RED
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
0
.1
.2
.3
Kilometers

E0 8:00-9:00
I/c
0.0000 to 0.1500
0.1500 to 0.3500
0.3500 to 0.5500
0.5500 to 0.7500
0.7500 to 0.9000
0.9000 to 1.5000
0 .1 .2 .3
Kilometers

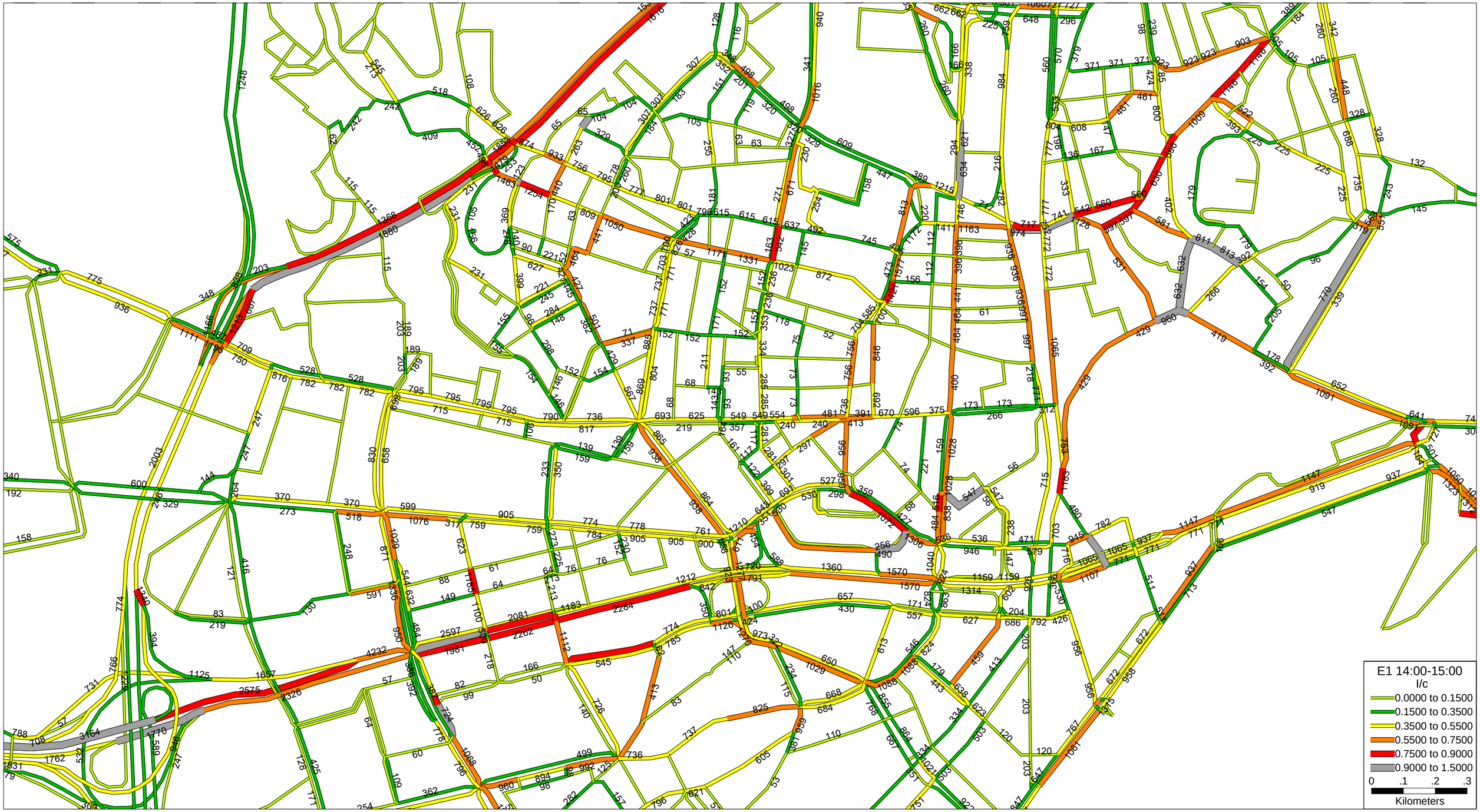
E0 14:00-15:00
I/c
0.0000 to 0.1500
0.1500 to 0.3500
0.3500 to 0.5500
0.5500 to 0.7500
0.7500 to 0.9000
0.9000 to 1.5000
0 .1 .2 .3
Kilometers

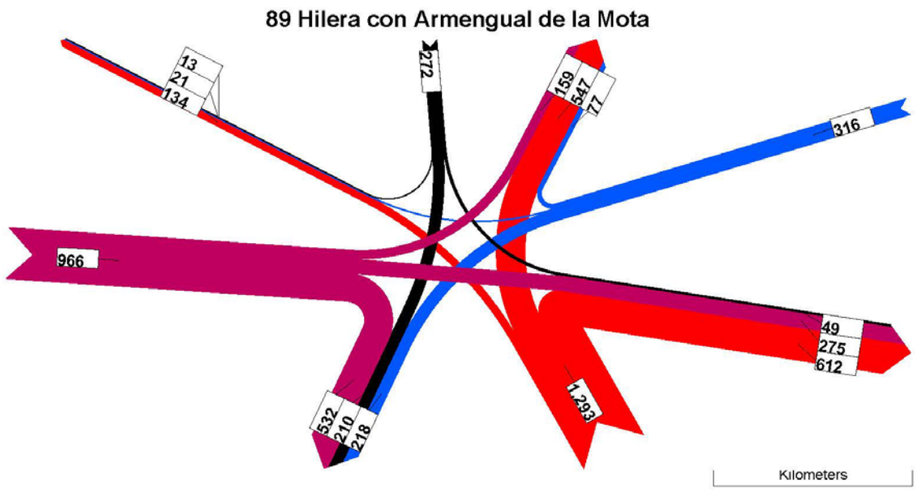
E1
RED
0
.1
.2
.3
Kilometers

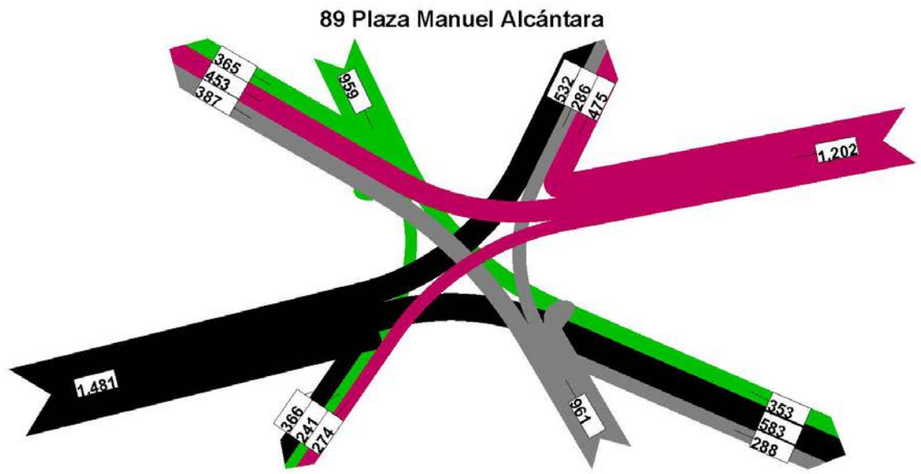

E1
RED
Carriles
C1
C2
C3
C4
0
.1
.2
.3
Kilometers

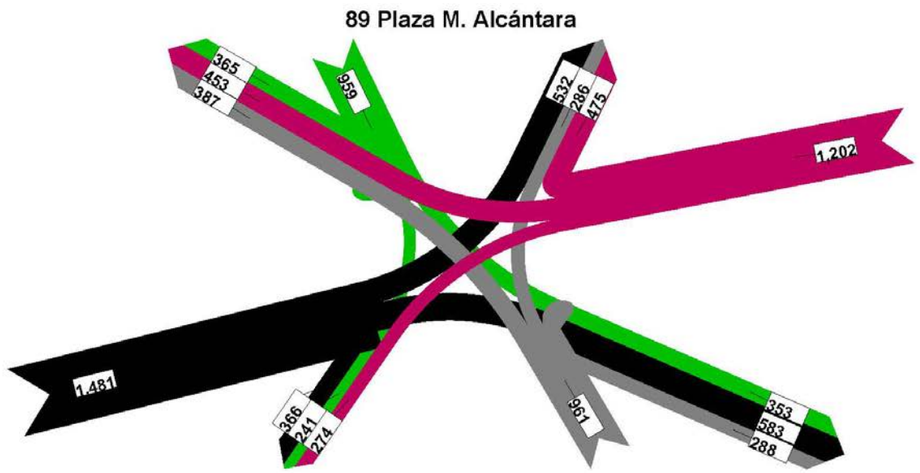

E1
Tipología viaria
RED
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
0
.1
.2
.3
Kilometers

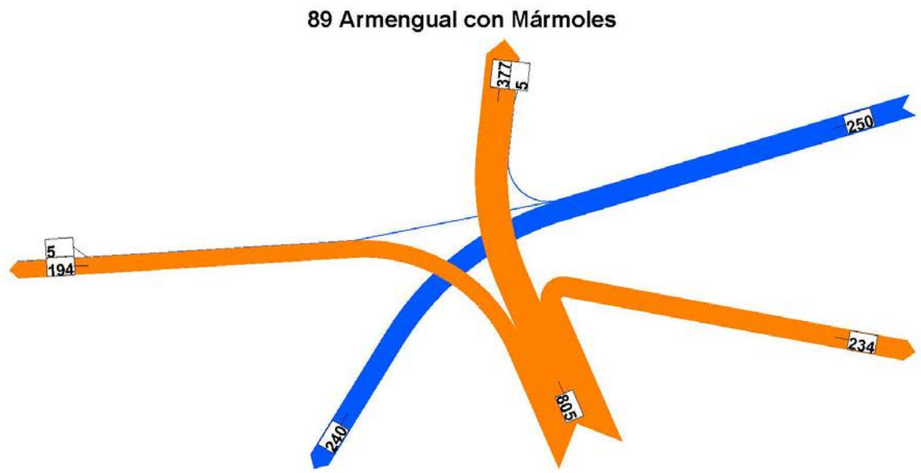
E1 8:00-9:00
I/c
0.0000 to 0.1500
0.1500 to 0.3500
0.3500 to 0.5500
0.5500 to 0.7500
0.7500 to 0.9000
0.9000 to 1.5000
0 .1 .2 .3
Kilometers


E1 14:00-15:00
I/c
0.0000 to 0.1500
0.1500 to 0.3500
0.3500 to 0.5500
0.5500 to 0.7500
0.7500 to 0.9000
0.9000 to 1.5000
0 .1 .2 .3
Kilometers

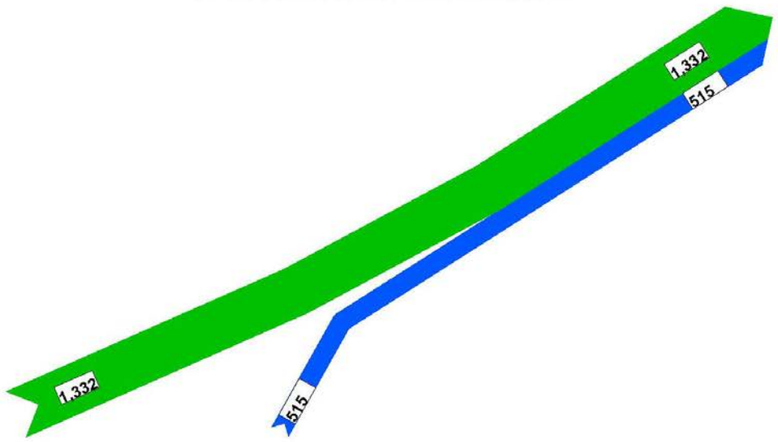

89 Hilera con Armengual de la Mota
13
21
134
272
159
547
77
316
966
49
275
612
1.293
532
210
218
Kilometers


89 Plaza Manuel Alcántara
365
453
387
959
532
286
475
1.202
1.481
366
241
274
961
353
583
288

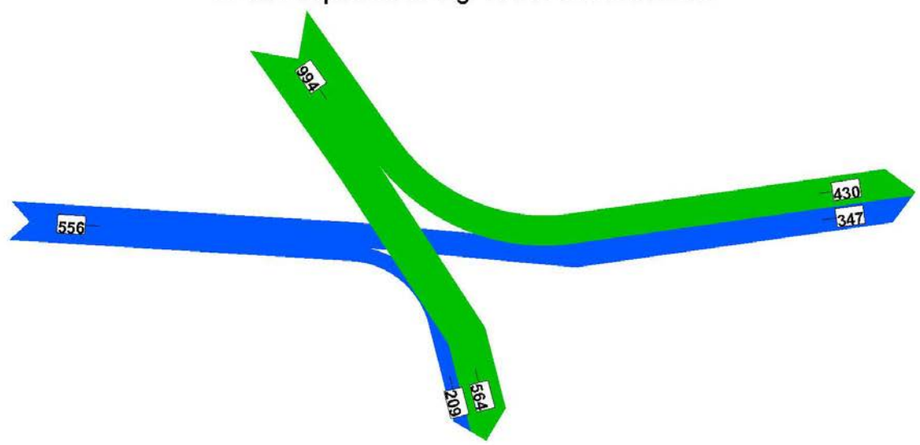

89 Plaza M. Alcántara
365
453
387
959
532
286
475
1.202
1.481
366
241
274
961
353
583
288


89 Armengual con Mármoles
377
5
250
5
194
234
805
240

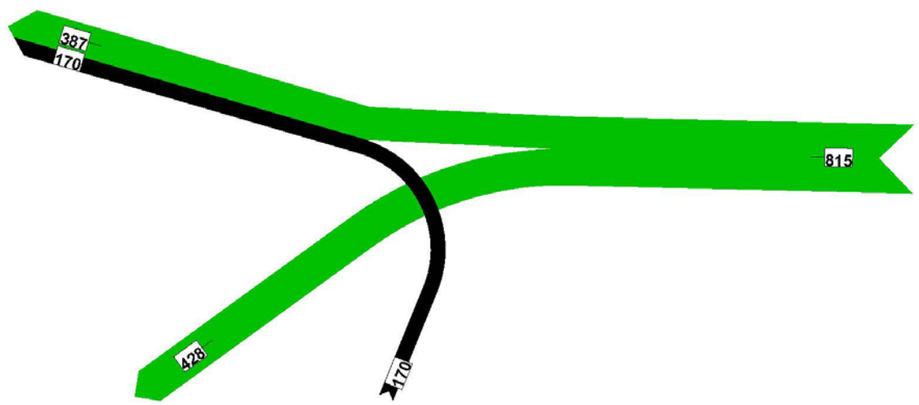
89 Giro a derecha Puente Américas



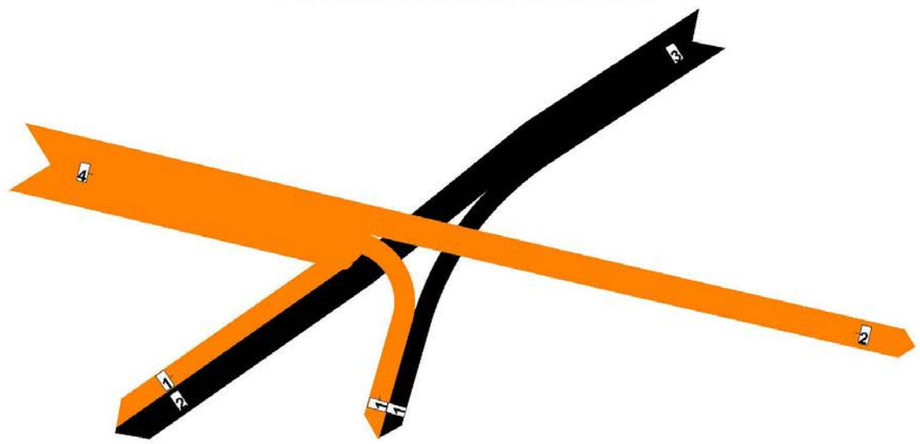
89 Giro izquierda de Ing. Torre Acosta a Hilera

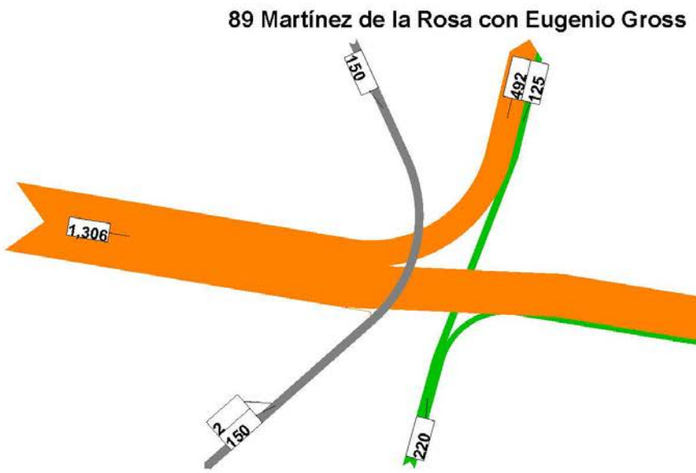


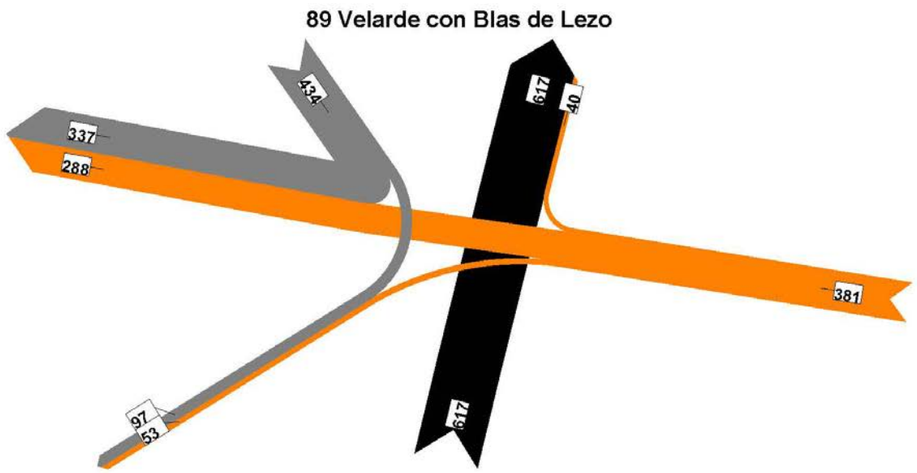
89 Camino de Suárez con Moraima



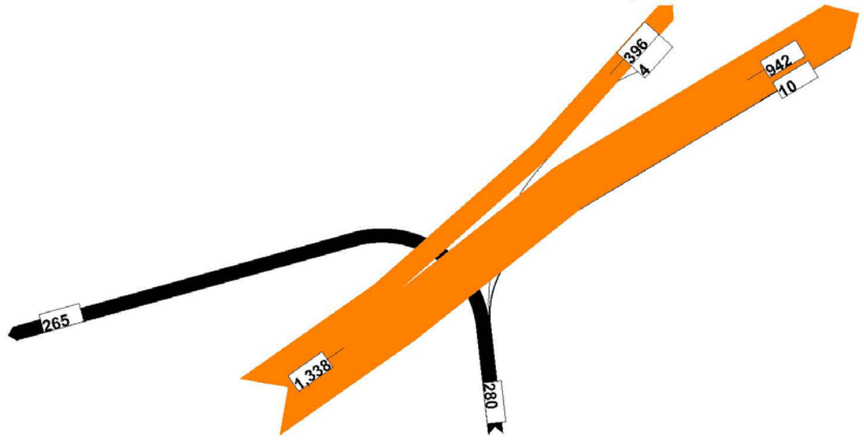
89 Martínez de la Rosa con Moraima



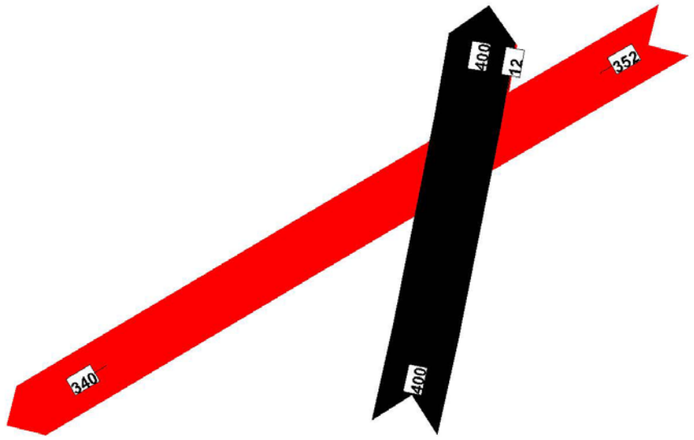

89 Martínez de la Rosa con Eugenio Gross
150
492
125
1,306
812
95
2
150
220


89 Velarde con Blas de Lezo
434
617
40
337
288
381
97
53
617

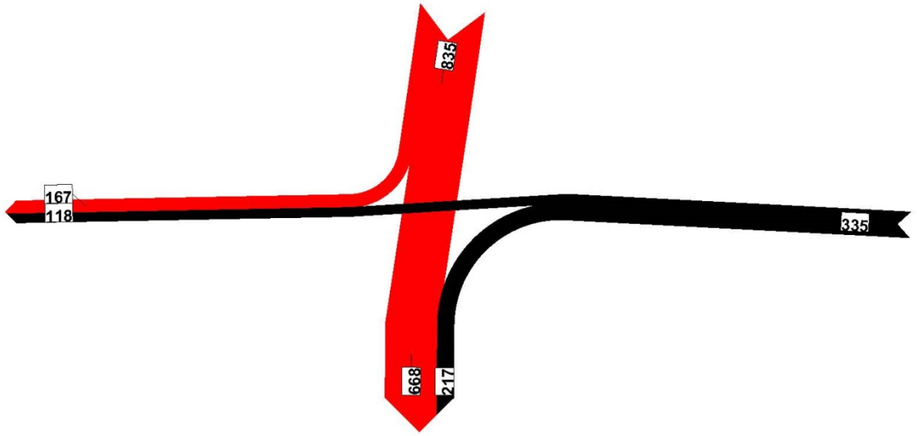
89 Hilera con Alcalde Tomás Domínguez



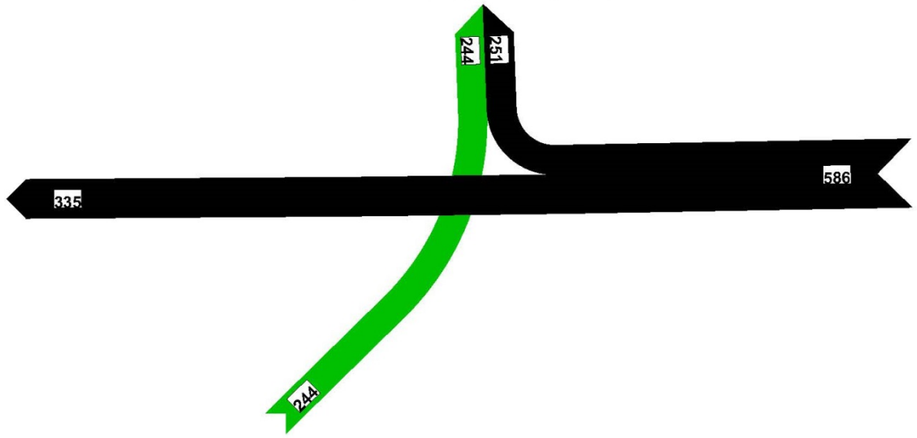
89 Hilera con Monseñor Carrillo Rubio

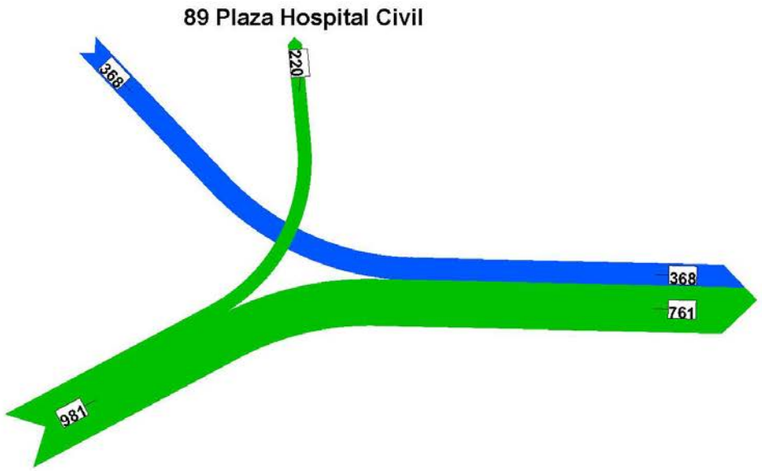


89 Alonso de Palencia con Mármoles



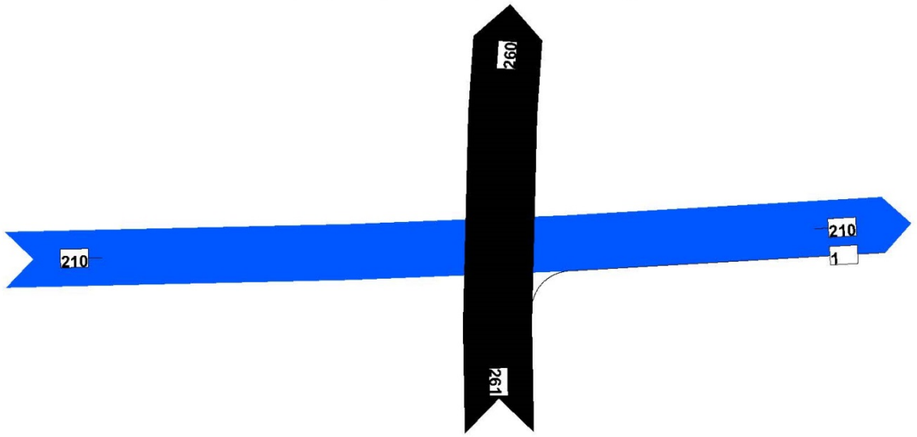
89 Av. Barcelona con Mármoles



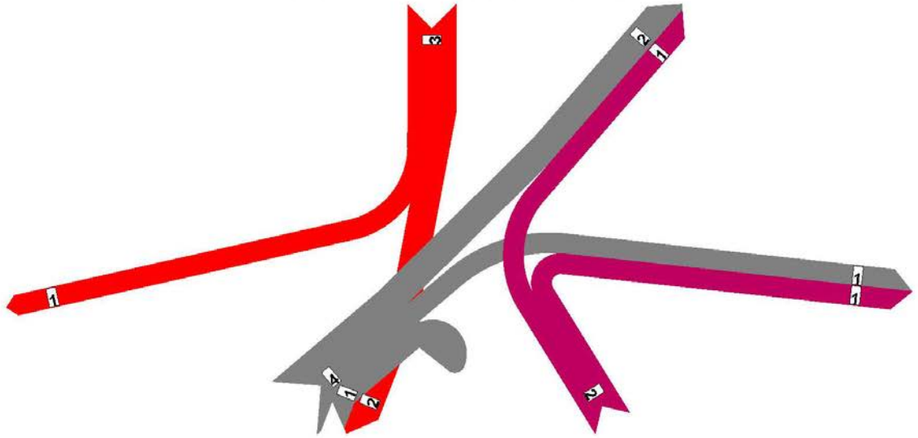

89 Plaza Hospital Civil
368
220
368
761
981

89 Blas de Lezo con Arroyo de los Ángeles
185
203
427
552
409
385
612
167
242
717
218
165

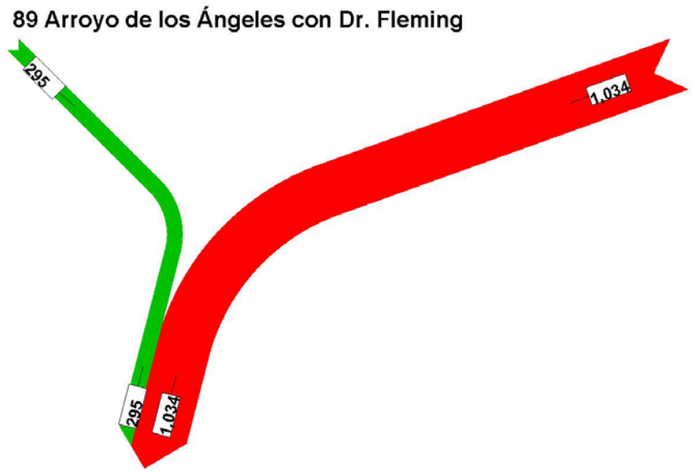
89 Santa Elena con Martínez Maldonado



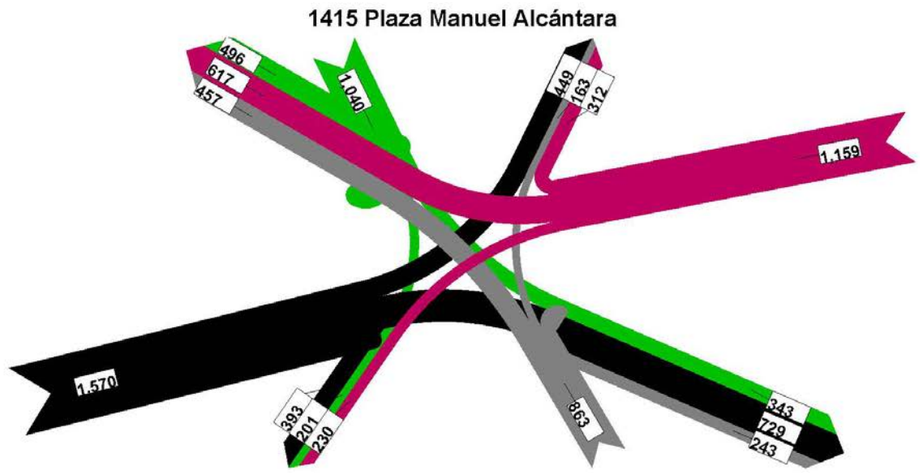
89 Dr. Escassi con J Mª Freuiller



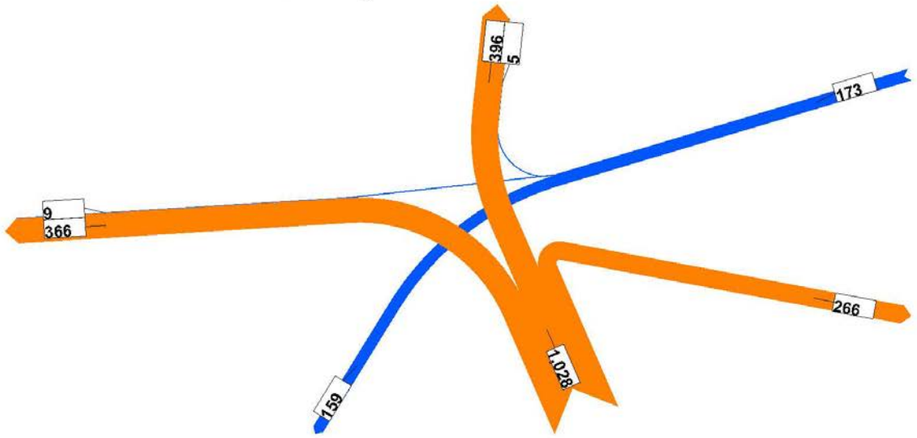
89 Santa Elena con Honduras
82
172
176
38
348
120


89 Arroyo de los Ángeles con Dr. Fleming
295
1.034
295
1.034

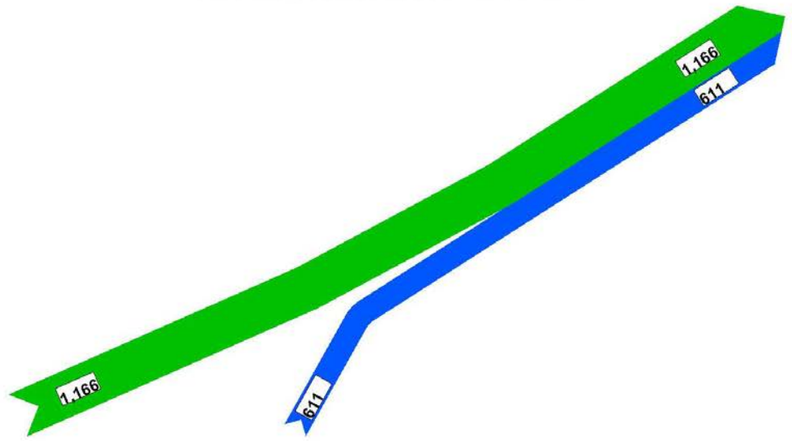
1415 Hilera con Armengual de la Mota
88
119
220
484
311
353
174
536
1.306
117
478
351
518
279
243
924


1415 Plaza Manuel Alcántara
496
617
457
1.040
449
163
312
1.159
1.570
393
201
230
863
343
729
243

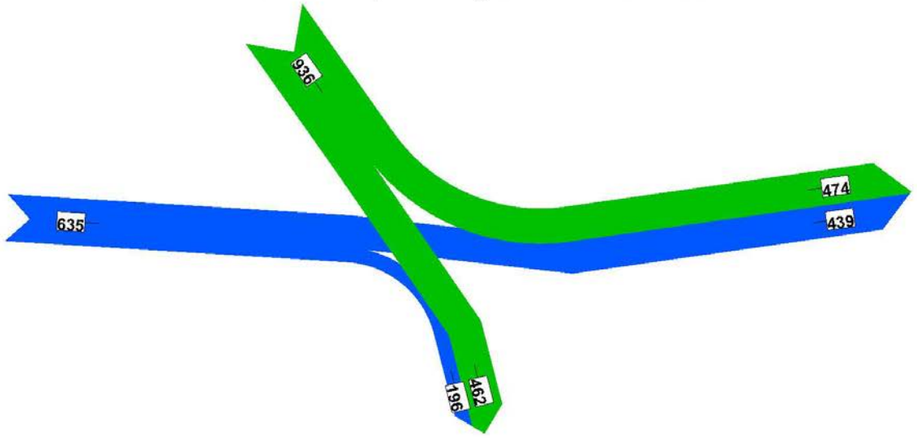
1415 Armengual de la Mota con Mármoles



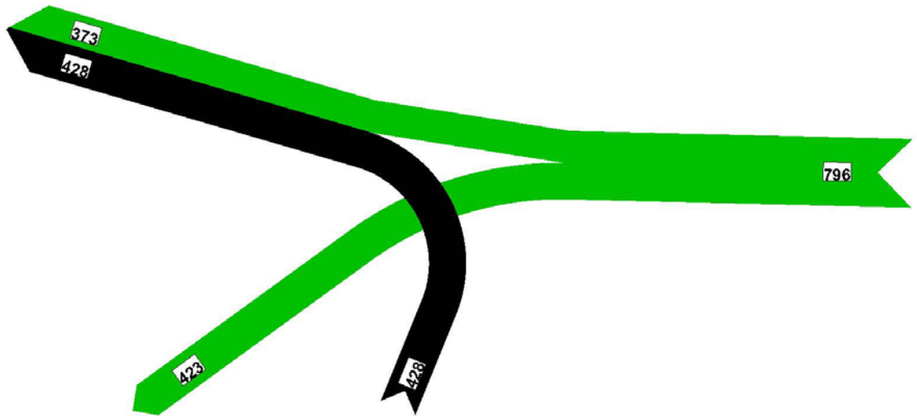
1415 Giro a derecha Puente Américas



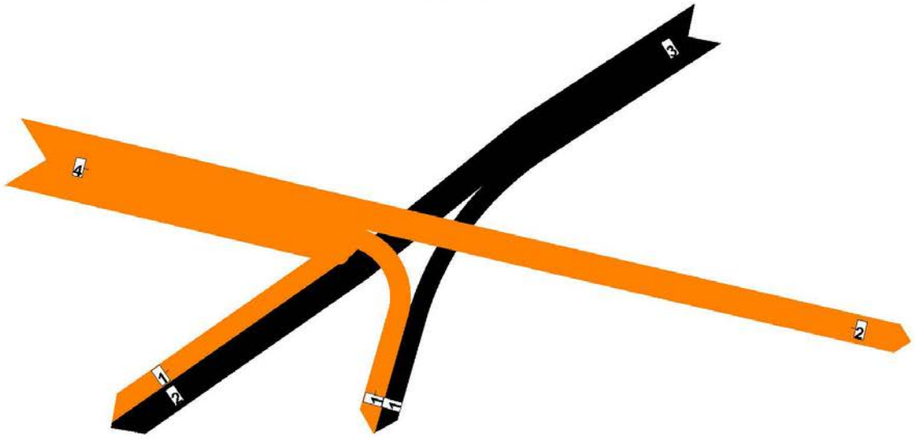
1415 Giro a izquierda Ing. de la Torre Acosta



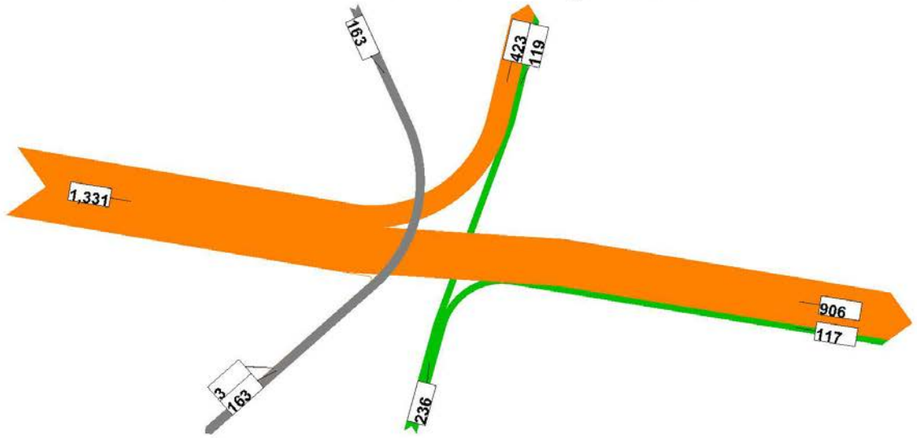
1415 Camino Suárez con Moraima



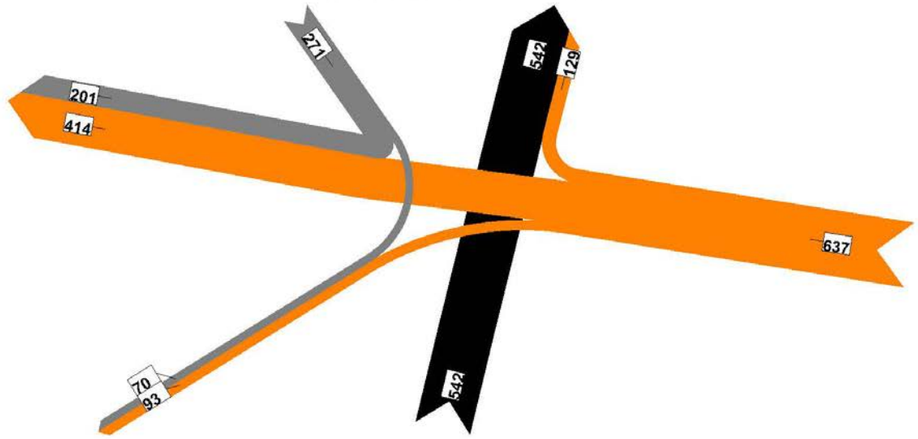
1415 Martínez de la Rosa con Moraima



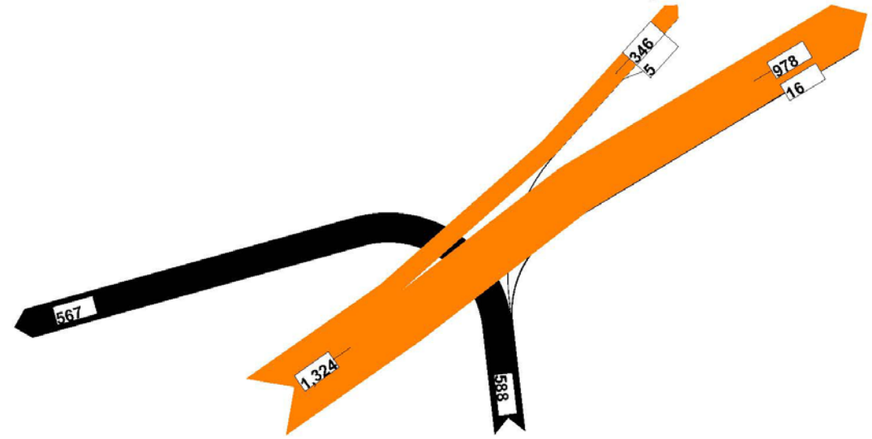
1415 Martínez de la Rosa con Eugenio Gross



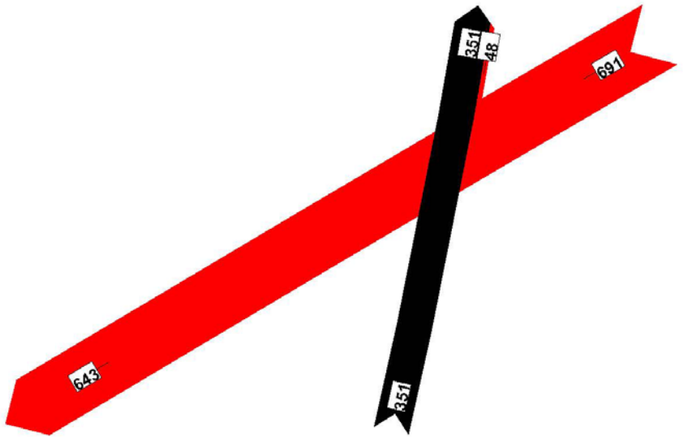
1415 Velarde con Blas de Lezo



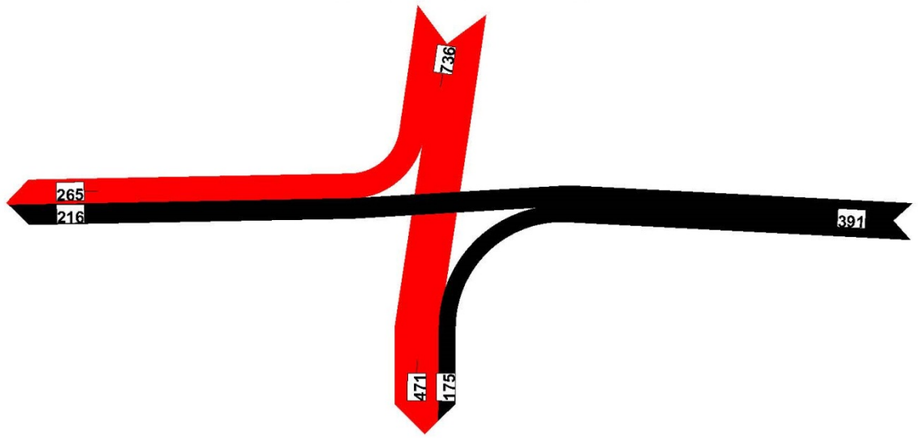
1415 Hilera con Alcalde Tomás Domínguez



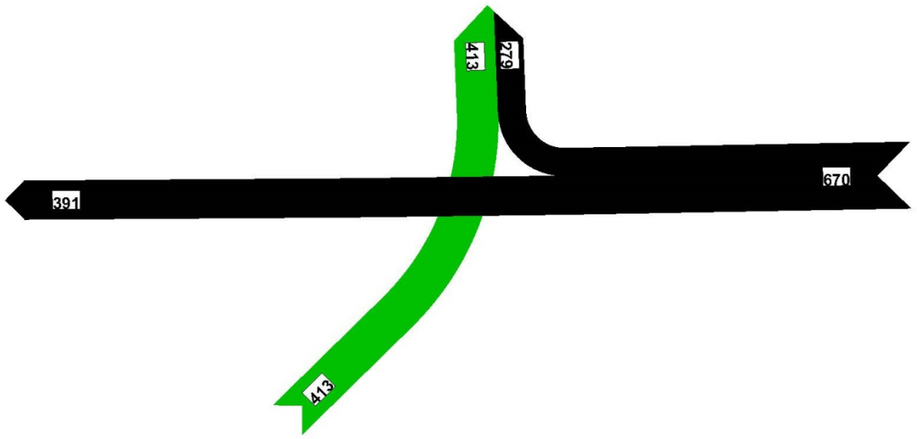
1415 Hilera con Monseñor Carrillo Rubio



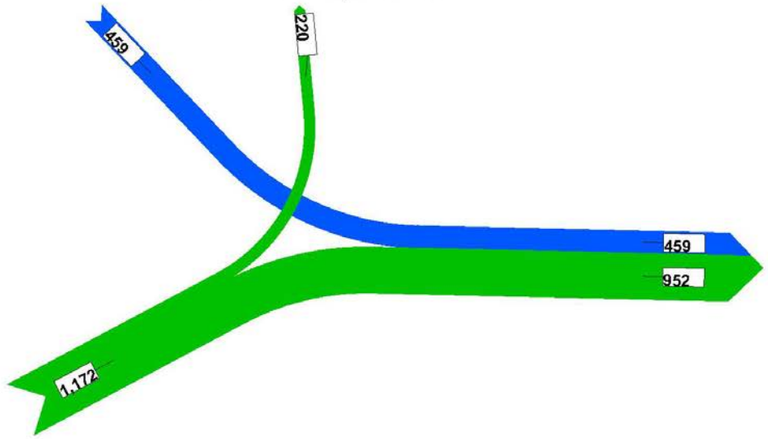
1415 Pelayo con Mármoles



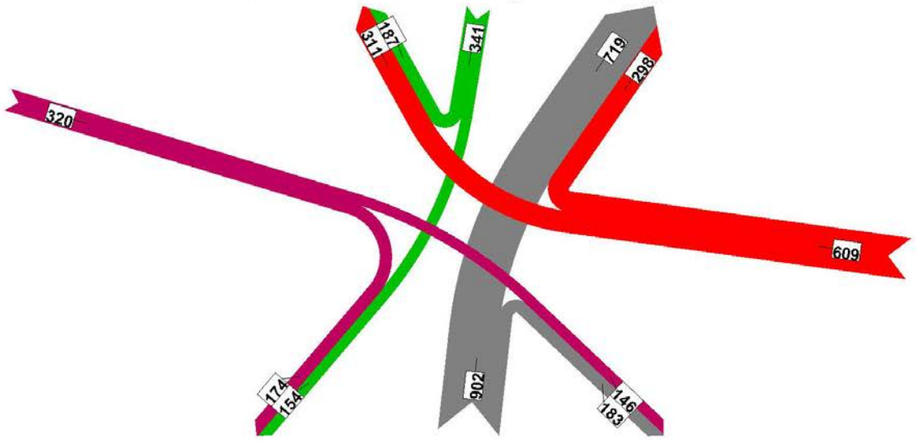
1415 Av. Barcelona con Mármoles



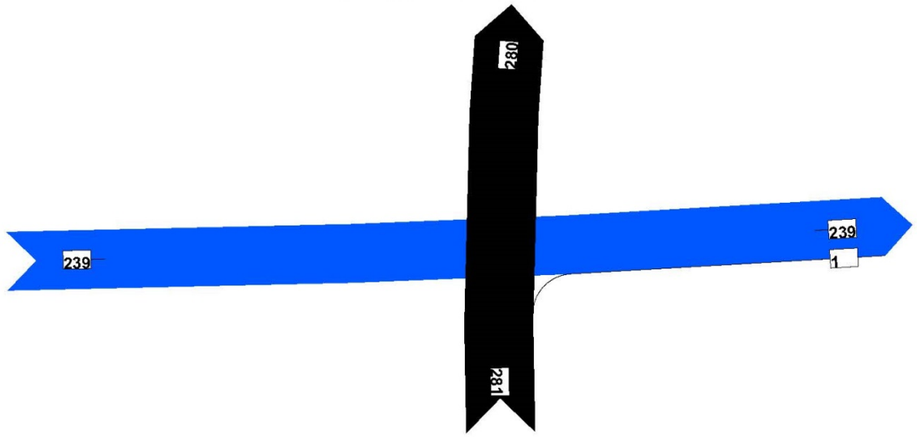
1415 Plaza Hospital Civil



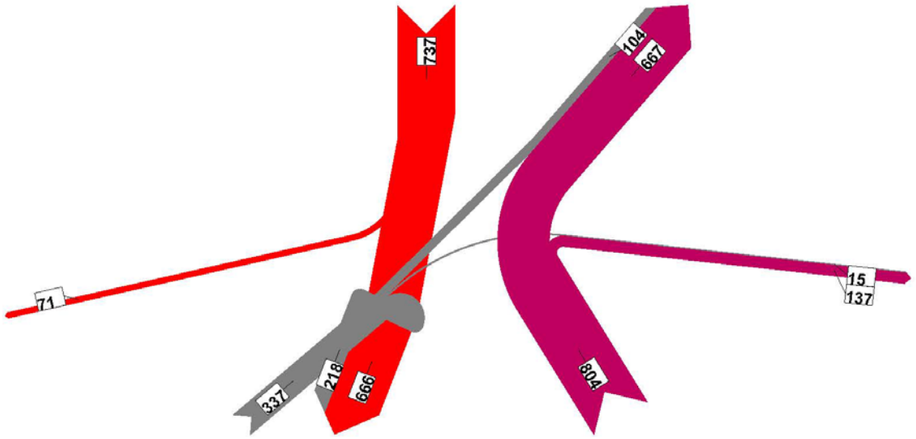
1415 Blas de Lezo con Arroyo de los Ángeles



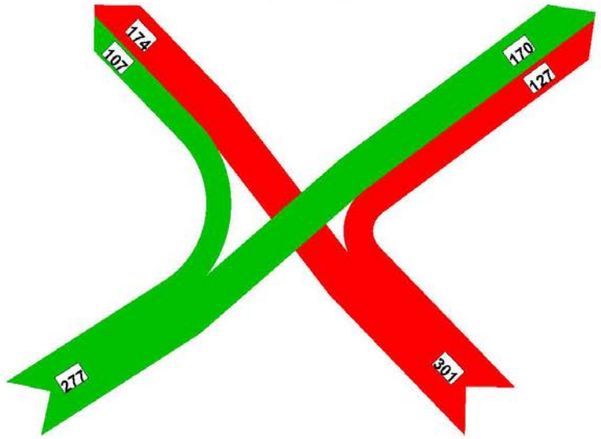
1415 Santa Elena con Martínez Maldonado



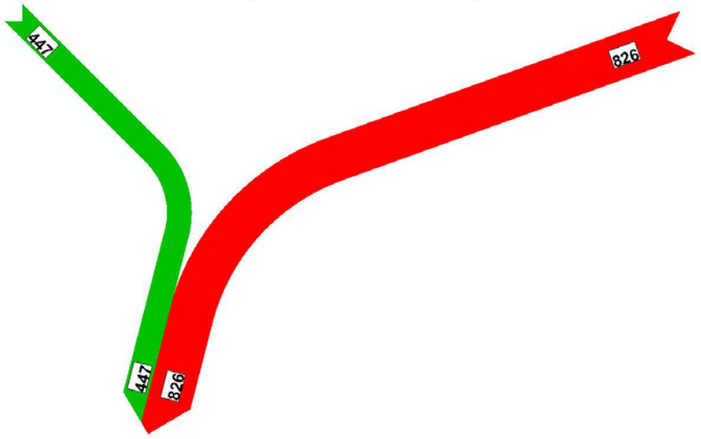
1415 Dr. Escassi con J Mª Freuiller



1415 Santa Elena con Honduras

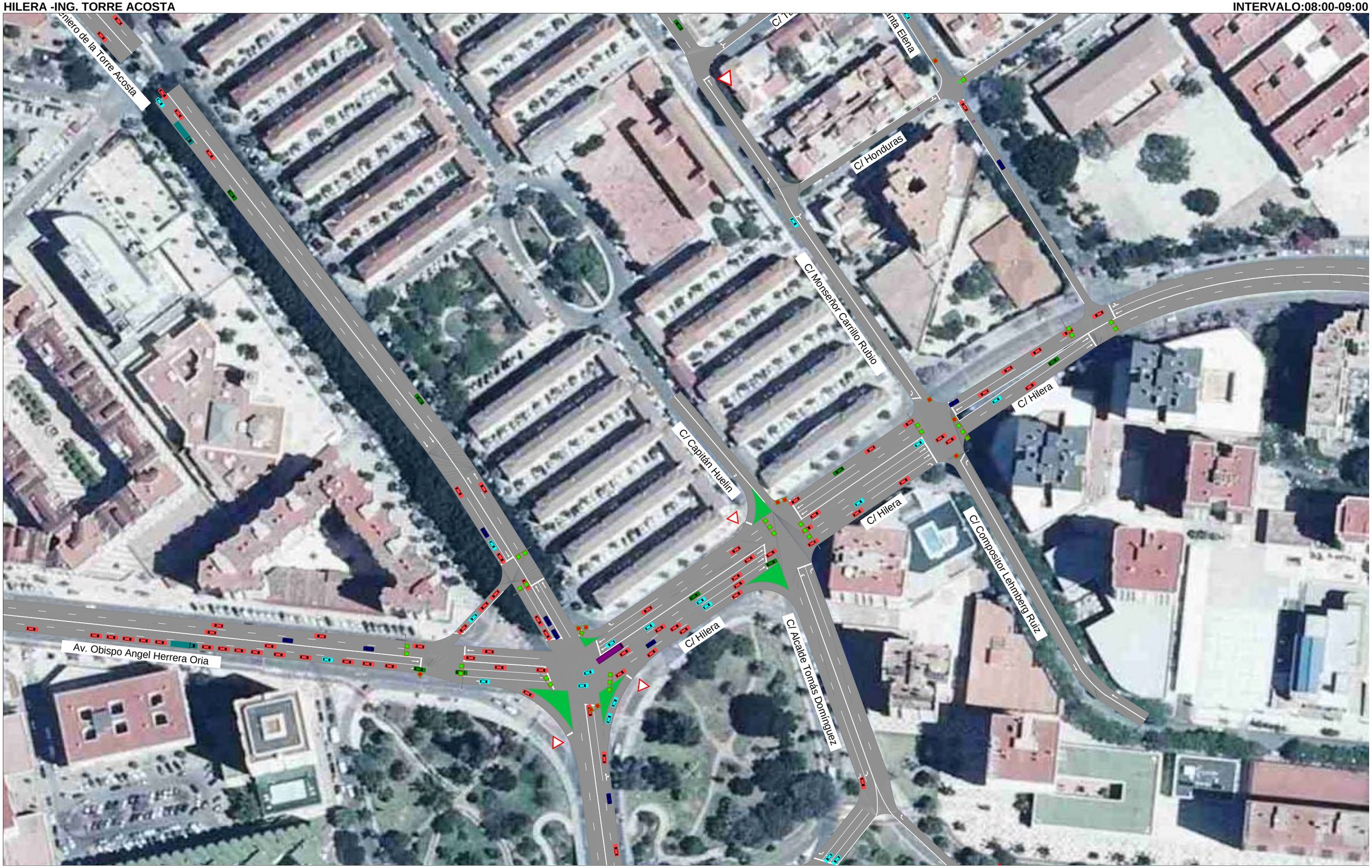


1415 Arroyo de los Ángeles con Dr. Fleming



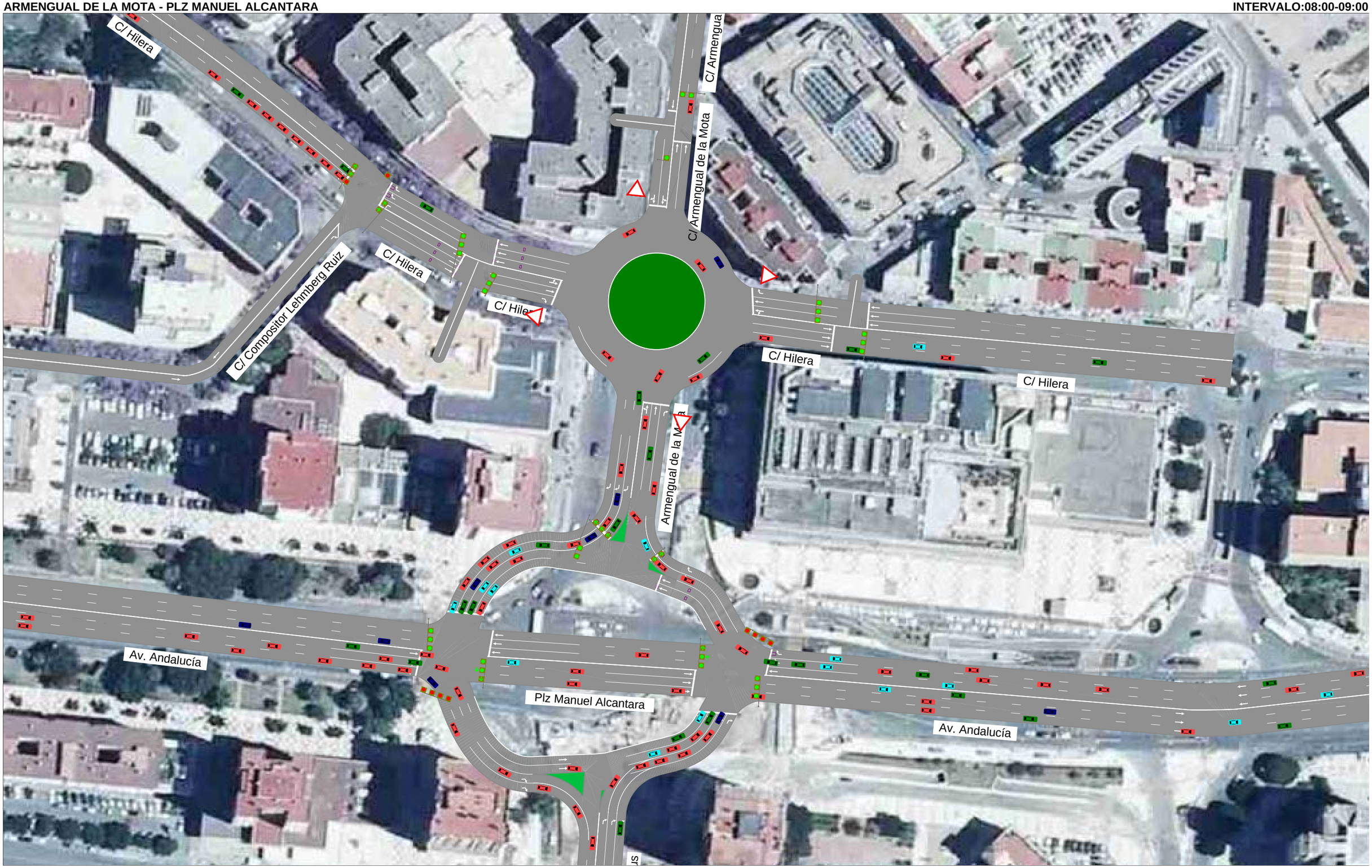
Apéndice 3.- Resultados del análisis micro

HILERA -ING. TORRE ACOSTA **INTERVALO:08:00-09:00**

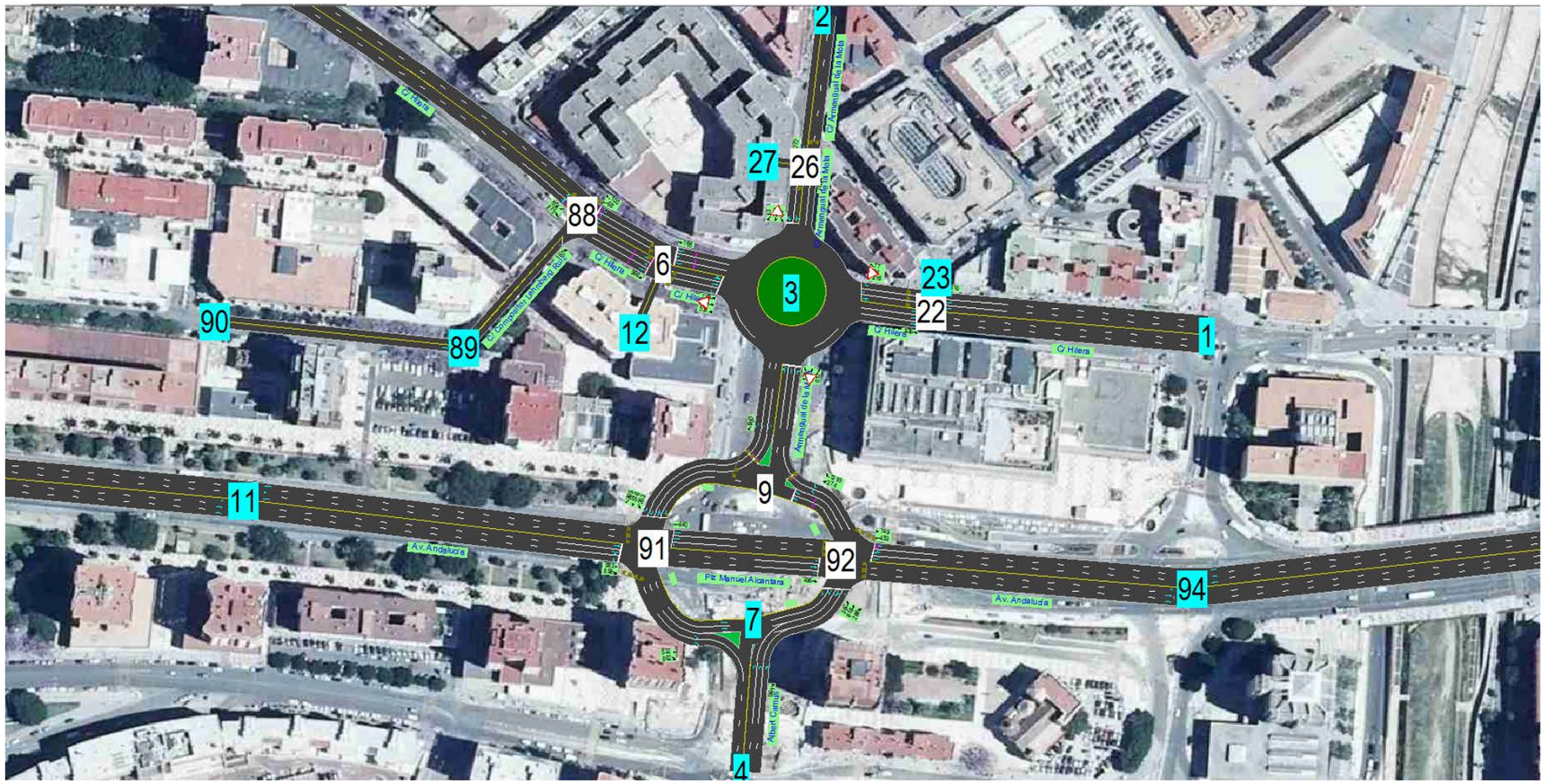


ESTADO PROPUESTO

ARMENGUAL DE LA MOTA - PLZ MANUEL ALCANTARA **INTERVALO:08:00-09:00**



ESTADO PROPUESTO



Nodos correspondientes a la simulación de la Plaza Manuel Alcántara y Glorieta de Armengual de la Mota

ZONA CNO. SUÁREZ **INTERVALO:8:00 - 9:00**

ESTADO PROPUESTO

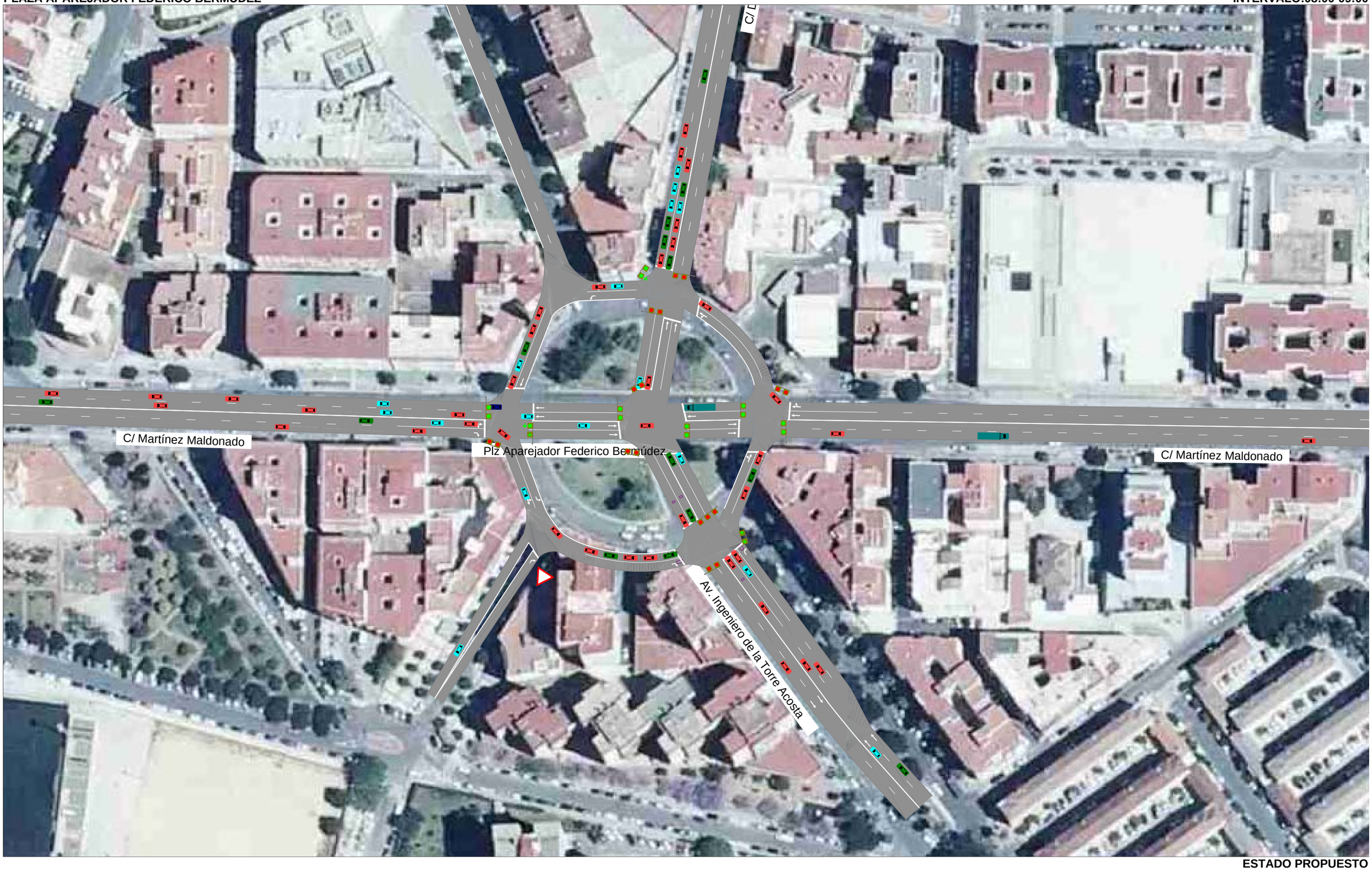
BLAS DE LEZO - ARROYO DE LOS ÁNGELES **INTERVALO:8:00 - 9:00**

ESTADO PROPUESTO

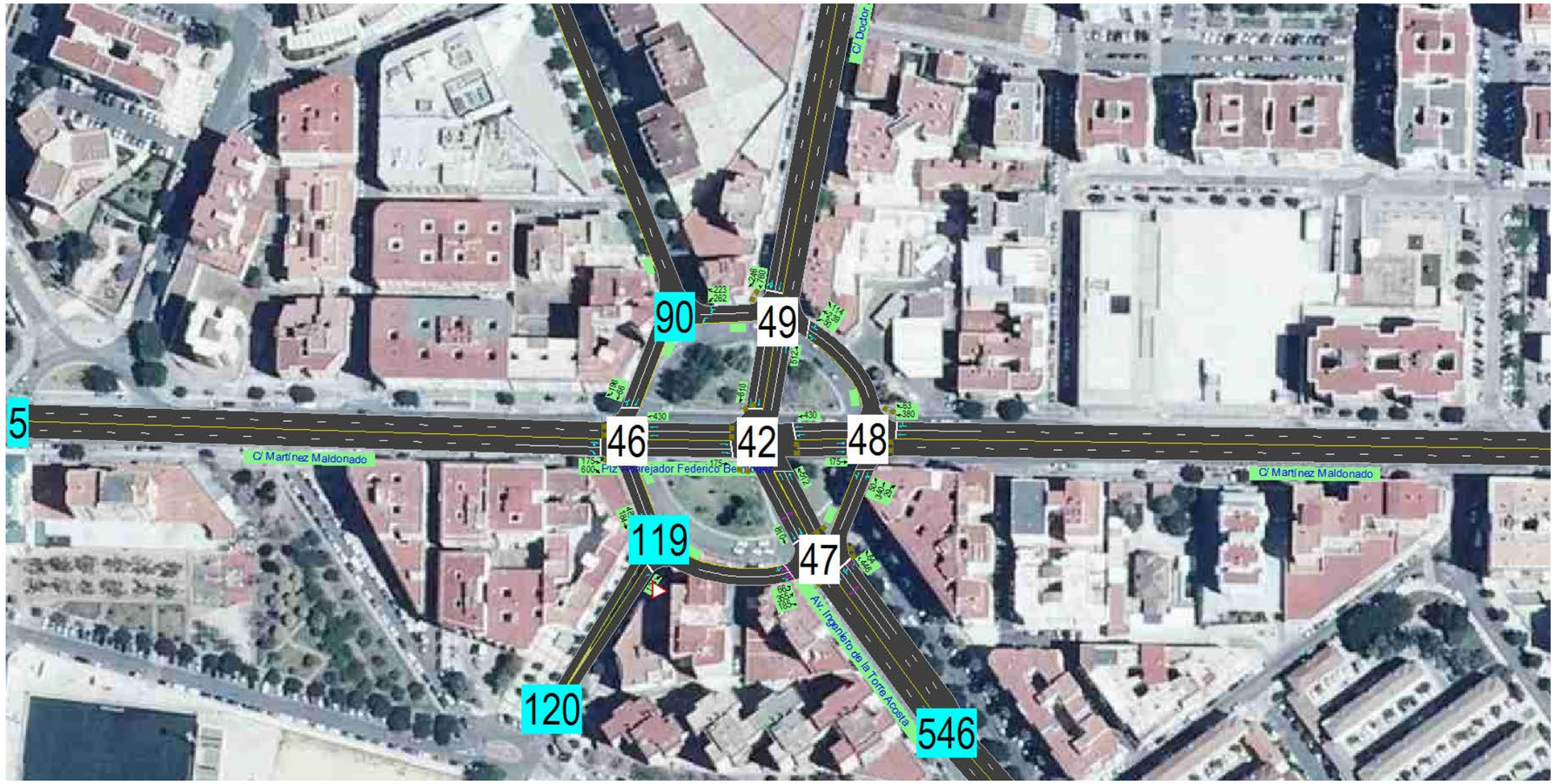
PLAZA HOSPITAL CIVIL **INTERVALO:8:00 - 9:00**

ESTADO PROPUESTO

PLAZA APAREJADOR FEDERICO BERMÚDEZ **INTERVALO:08:00-09:00**



ESTADO PROPUESTO



Nodos correspondientes a la simulación de la Plaza Aparejador Federico Bermúdez

Lanes, Volumes, Timings
3: Armengual de la Mota/C/ Armengual de la Mota & C/ Hilera

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	159	275	532	218	21	77	134	547	612	49	210	13
Satd. Flow (prot)	0	3309	1507	0	4508	0	0	3336	1507	0	3316	0
Flt Permitted		0.982			0.967			0.990			0.991	
Satd. Flow (perm)	0	3309	1507	0	4508	0	0	3336	1507	0	3316	0
Lane Group Flow (vph)	0	434	532	0	316	0	0	681	612	0	272	0
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	

Intersection Summary	
Control Type: Roundabout	
Intersection Capacity Utilization 67.8%	ICU Level of Service C
Analysis Period (min) 60	

Lanes, Volumes, Timings
6: C/ Hilera

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	966	0	0	168	0	0	
Satd. Flow (prot)	4841	0	0	4841	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	4841	0	0	4841	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	966	0	0	168	0	0	
Turn Type	NA			NA			
Protected Phases	1			1			3
Permitted Phases							
Total Split (s)	95.0			95.0			15.0
Total Lost Time (s)	6.0			6.0			
Act Effct Green (s)	89.0			89.0			
Actuated g/C Ratio	0.81			0.81			
v/c Ratio	0.25			0.04			
Control Delay	2.0			2.1			
Queue Delay	0.6			0.0			
Total Delay	2.6			2.1			
LOS	A			A			
Approach Delay	2.6			2.1			
Approach LOS	A			A			

Intersection Summary	
Cycle Length: 110	
Actuated Cycle Length: 110	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 0.25	
Intersection Signal Delay: 2.5	Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 23.7%	ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60	

Splits and Phases: 6: C/ Hilera

Lanes, Volumes, Timings
8: Puente de las Americas & C/ Hilera

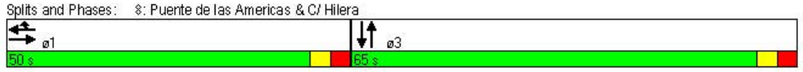
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	777	526	0	365	240	0	262	1070	0	615	0
Satd. Flow (prot)	0	4413	0	0	3271	1463	0	2879	0	0	3271	0
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	4413	0	0	3271	1463	0	2879	0	0	3271	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1303	0	0	365	240	0	1332	0	0	615	0
Turn Type		NA			NA	Prot		NA			NA	
Protected Phases		1			1	1		3			3	
Permitted Phases												
Total Split (s)		50.0			50.0	50.0		65.0			65.0	
Total Lost Time (s)		6.0			6.0	6.0		6.0			6.0	
Act Effct Green (s)		44.0			44.0	44.0		59.0			59.0	
Actuated g/C Ratio		0.38			0.38	0.38		0.51			0.51	
v/c Ratio		0.92dr			0.29	0.43		1.40dr			0.37	
Control Delay		22.5			15.4	18.1		36.6			17.6	
Queue Delay		10.9			0.6	1.8		0.5			4.1	
Total Delay		33.4			16.0	19.9		37.1			21.7	
LOS		C			B	B		D			C	
Approach Delay		33.4			17.6			37.1			21.7	
Approach LOS		C			B			D			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.90
Intersection Signal Delay: 30.3 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 78.7% — ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 60
dr Defacto Right Lane. Recode with 1 though lane as a right lane.

Splits and Phases: 8: Puente de las Americas & C/ Hilera



Lanes, Volumes, Timings
9: Armengual de la Mota

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	0	274	1293	0	960	
Satd. Flow (prot)	0	0	3369	2653	0	3437	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	0	0	3369	2653	0	3437	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	0	274	1293	0	960	
Turn Type			NA	Prot		custom	
Protected Phases			1!	1		1!	3
Permitted Phases							
Total Split (s)			95.0	95.0		95.0	15.0
Total Lost Time (s)			6.0	6.0		6.0	
Act Effct Green (s)			89.0	89.0		89.0	
Actuated g/C Ratio			0.81	0.81		0.81	
v/c Ratio			0.10	0.60		0.35	
Control Delay			0.9	1.9		3.2	
Queue Delay			1.0	0.6		0.1	
Total Delay			1.8	2.5		3.2	
LOS			A	A		A	
Approach Delay			2.4				
Approach LOS			A				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.60
Intersection Signal Delay: 2.7 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 50.2% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60
! Phase conflict between lane groups.

Splits and Phases: 9: Armengual de la Mota

Lanes, Volumes, Timings
11: C/ Hilera & C/ Santa Elena — Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	703	353	120	0	0	
Satd. Flow (prot)	0	3271	3147	0	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	0	3271	3147	0	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	703	473	0	0	0	
Turn Type		NA	NA				
Protected Phases		1	1				3
Permitted Phases							
Total Split (s)		95.0	95.0				20.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0				
Act Effct Green (s)		89.0	89.0				
Actuated g/C Ratio		0.77	0.77				
v/c Ratio		0.28	0.19				
Control Delay		1.7	3.7				
Queue Delay		0.3	0.0				
Total Delay		2.0	3.7				
LOS		A	A				
Approach Delay		2.0	3.7				
Approach LOS		A	A				
Stops (vph)		51	113				
Fuel Used(l)		7	13				
CO Emissions (g/hr)		130	232				
NOx Emissions (g/hr)		25	45				
VOC Emissions (g/hr)		30	54				
Dilemma Vehicles (#)		0	0				

Intersection Summary
Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.28
Intersection Signal Delay: 2.7 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 24.4% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

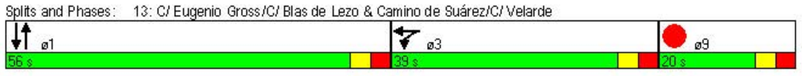
Splits and Phases: 11: C/ Hilera & C/ Santa Elena

Lanes, Volumes, Timings
13: C/ Eugenio Gross/C/ Blas de Lezo & Camino de Suárez/C/ Velarde — Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	0	0	53	288	40	0	617	0	0	97	337
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	4593	0	0	1722	0	0	1541	0
Flt Permitted					0.993							
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	4593	0	0	1722	0	0	1541	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	381	0	0	617	0	0	434	0
Turn Type				custom	NA			NA			NA	
Protected Phases				3	3			1			1	
Permitted Phases				3								
Total Split (s)				39.0	39.0			56.0			56.0	
Total Lost Time (s)					6.0			6.0			6.0	
Act Effct Green (s)					33.0			50.0			50.0	
Actuated g/C Ratio					0.29			0.43			0.43	
v/c Ratio					0.29			0.82			0.65	
Control Delay					32.6			19.9			31.2	
Queue Delay					0.0			1.1			0.0	
Total Delay					32.6			21.1			31.2	
LOS					C			C			C	
Approach Delay					32.6			21.1			31.2	
Approach LOS					C			C			C	

Intersection Summary
Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.82
Intersection Signal Delay: 27.2 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 83.2% — ICU Level of Service E
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 13: C/ Eugenio Gross/C/ Blas de Lezo & Camino de Suárez/C/ Velarde



Lanes, Volumes, Timings
14: C/ Moraima & Camino de Suárez

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	0	428	387	170	0	
Satd. Flow (prot)	0	0	1488	3086	3173	0	
Flt Permitted			0.950	0.985	0.950		
Satd. Flow (perm)	0	0	1488	3086	3173	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	0	265	550	170	0	
Turn Type			custom	NA	NA		
Protected Phases			1	1	9		3
Permitted Phases			1	1			
Total Split (s)			85.0	85.0	25.0		15.0
Total Lost Time (s)			6.0	6.0	6.0		
Act Effct Green (s)			79.0	79.0	19.0		
Actuated g/C Ratio			0.63	0.63	0.15		
v/c Ratio			0.28	0.28	0.35		
Control Delay			11.3	10.8	49.9		
Queue Delay			23.1	22.6	0.0		
Total Delay			34.4	33.3	49.9		
LOS			C	C	D		
Approach Delay				33.7	49.9		
Approach LOS				C	D		

Intersection Summary

Cycle Length: 125
Actuated Cycle Length: 125
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.35
Intersection Signal Delay: 36.5 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 30.3% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 14: C/ Moraima & Camino de Suárez

Lanes, Volumes, Timings
16: C/ Hilera & C/ Capitán Huelin

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBR	SEL	SER	SER2
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	1338	509	0	340	50	265	0	15	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	4746	1478	0	4611	0	1636	0	1463	0	0	1722
Flt Permitted							0.950					
Satd. Flow (perm)	0	4746	1478	0	4611	0	1636	0	1463	0	0	1722
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1338	509	0	390	0	265	0	15	0	0	0
Turn Type		NA	Prot		NA		Prot		custom			Free
Protected Phases		1	1		1		3		3			
Permitted Phases												Free
Total Split (s)		71.0	71.0		71.0		44.0		44.0			
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0		6.0		6.0			
Act Effct Green (s)		65.0	65.0		65.0		38.0		38.0			
Actuated g/C Ratio		0.57	0.57		0.57		0.33		0.33			
v/c Ratio		0.50	0.61		0.15		0.49		0.03			
Control Delay		18.4	22.2		1.5		34.6		26.5			
Queue Delay		3.5	30.3		0.3		0.0		0.0			
Total Delay		21.9	52.5		1.8		34.6		26.5			
LOS		C	D		A		C		C			
Approach Delay		30.3			1.8							
Approach LOS		C			A							

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.61
Intersection Signal Delay: 26.3 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 48.9% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 16: C/ Hilera & C/ Capitán Huelin

Lanes, Volumes, Timings
19: Camino de Suárez & C/ Marques de Oviedo

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	0	625	0	0	190
Satd. Flow (prot)	0	0	4700	0	0	1489
Flt Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	0	4700	0	0	1489
Satd. Flow (RTOR)						
Lane Group Flow (vph)	0	0	625	0	0	190
Turn Type			NA			custom
Protected Phases			1			3
Permitted Phases			1			
Total Split (s)			65.0			45.0
Total Lost Time (s)			6.0			6.0
Act Effct Green (s)			59.0			39.0
Actuated g/C Ratio			0.54			0.35
v/c Ratio			0.25			0.36
Control Delay			14.0			28.7
Queue Delay			0.0			0.0
Total Delay			14.0			28.7
LOS			B			C
Approach Delay			14.0			
Approach LOS			B			

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.36
Intersection Signal Delay: 17.4 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 33.8% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 19: Camino de Suárez & C/ Marques de Oviedo

Lanes, Volumes, Timings
21: C/ Martínez de la Rosa & C/ Moraima

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBT	NBR	NBR2	SWL	SWT
Lane Configurations					
Volume (vph)	743	170	456	436	20
Satd. Flow (prot)	3271	2576	0	1554	1564
Flt Permitted				0.950	0.956
Satd. Flow (perm)	3271	2576	0	1554	1564
Satd. Flow (RTOR)					
Lane Group Flow (vph)	743	626	0	227	229
Turn Type	NA	custom		custom	NA
Protected Phases	3	1		1	1
Permitted Phases	3	1		1	1
Total Split (s)	50.0	65.0		65.0	65.0
Total Lost Time (s)	6.0	6.0		6.0	6.0
Act Effct Green (s)	44.0	59.0		59.0	59.0
Actuated g/C Ratio	0.38	0.51		0.51	0.51
v/c Ratio	0.59	0.47		0.28	0.29
Control Delay	5.0	13.7		17.2	17.2
Queue Delay	0.0	0.6		2.1	2.1
Total Delay	5.0	14.3		19.3	19.3
LOS	A	B		B	B
Approach Delay	5.0				19.3
Approach LOS	A				B

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:SWTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.59
Intersection Signal Delay: 11.8 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 52.4% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 21: C/ Martínez de la Rosa & C/ Moraima

Lanes, Volumes, Timings
22: C/ Hilera

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	ø3
Lane Configurations		↑↑↑	↑↑↑				
Volume (vph)	0	936	316	0	0	0	
Satd. Flow (prot)	0	4841	4841	0	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	0	4841	4841	0	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	936	316	0	0	0	
Turn Type		NA	NA				
Protected Phases		1	1				3
Permitted Phases							
Total Split (s)		90.0	90.0				20.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0				
Act Effct Green (s)		84.0	84.0				
Actuated g/C Ratio		0.76	0.76				
v/c Ratio		0.25	0.09				
Control Delay		4.0	3.3				
Queue Delay		0.0	0.0				
Total Delay		4.0	3.3				
LOS		A	A				
Approach Delay		4.0	3.3				
Approach LOS		A	A				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.25
Intersection Signal Delay: 3.8 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 23.1% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 22: C/ Hilera

Lanes, Volumes, Timings
25: C/ Martínez de la Rosa

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NWL	NWR	ø1
Lane Configurations	↑↑	↱					
Volume (vph)	743	287	0	0	0	0	
Satd. Flow (prot)	3271	1463	0	0	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	3271	1463	0	0	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	743	287	0	0	0	0	
Turn Type	NA	custom					
Protected Phases	3	3					1
Permitted Phases	3	3					
Total Split (s)	50.0	50.0					65.0
Total Lost Time (s)	6.0	6.0					
Act Effct Green (s)	44.0	44.0					
Actuated g/C Ratio	0.38	0.38					
v/c Ratio	0.59	0.51					
Control Delay	30.8	31.3					
Queue Delay	0.0	0.0					
Total Delay	30.8	31.3					
LOS	C	C					
Approach Delay	30.9						
Approach LOS	C						

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:Hold, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.59
Intersection Signal Delay: 30.9 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 25.5% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 25: C/ Martínez de la Rosa

Lanes, Volumes, Timings
29: C/ Morales Villarubia & C/ Domingo Lozano

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	0	0	40	30	46	0	580	0	0	703	0
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	1601	0	0	3271	0	0	3271	0
Flt Permitted					0.983							
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	1601	0	0	3271	0	0	3271	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	116	0	0	580	0	0	703	0
Turn Type				Perm	NA			NA			NA	
Protected Phases					3			1 9			1 9	
Permitted Phases				3	3			1			1	
Total Split (s)				35.0	35.0							
Total Lost Time (s)					6.0							
Act Effct Green (s)					29.0			74.0			74.0	
Actuated g/C Ratio					0.25			0.64			0.64	
v/c Ratio					0.29			0.28			0.33	
Control Delay					37.0			9.3			4.4	
Queue Delay					0.0			0.1			0.6	
Total Delay					37.0			9.4			5.0	
LOS					D			A			A	
Approach Delay					37.0			9.4			5.0	
Approach LOS					D			A			A	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.33
Intersection Signal Delay: 9.5 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 36.0% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 29: C/ Morales Villarubia & C/ Domingo Lozano

Lanes, Volumes, Timings
32: C/ Eugenio Gross & C/ Martínez de la Rosa

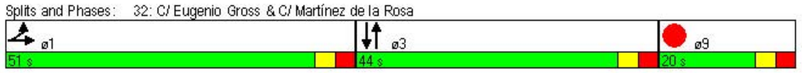
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	492	812	2	0	0	0	0	125	95	0	150	0
Satd. Flow (prot)	0	4154	0	0	0	0	0	1460	0	0	1550	0
Flt Permitted		0.982										
Satd. Flow (perm)	0	4137	0	0	0	0	0	1460	0	0	1550	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1306	0	0	0	0	0	220	0	0	150	0
Turn Type	Split	NA						NA			NA	
Protected Phases	1	1						3			3	
Permitted Phases												
Total Split (s)	51.0	51.0						44.0			44.0	
Total Lost Time (s)		6.0						6.0			6.0	
Act Effct Green (s)		45.0						38.0			38.0	
Actuated g/C Ratio		0.39						0.33			0.33	
v/c Ratio		0.85dl						0.46			0.29	
Control Delay		35.9						34.2			21.5	
Queue Delay		1.3						0.0			0.0	
Total Delay		37.3						34.2			21.5	
LOS		D						C			C	
Approach Delay		37.3						34.2			21.5	
Approach LOS		D						C			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.80
Intersection Signal Delay: 35.4 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 83.2% — ICU Level of Service E
Analysis Period (min) 60
dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.

Splits and Phases: 32: C/ Eugenio Gross & C/ Martínez de la Rosa



Lanes, Volumes, Timings
35: C/ Compositor Lehmberg Ruiz/C/ Monseñor Carrillo Rubio & C/ Hilera

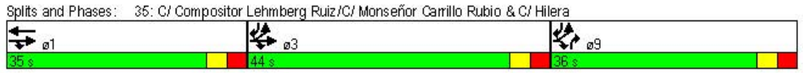
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	400	593	360	0	340	13	0	0	110	0	0	50
Satd. Flow (prot)	1636	3271	1463	0	3252	0	0	0	1489	0	0	1489
Flt Permitted	0.950											
Satd. Flow (perm)	1355	3271	1463	0	3252	0	0	0	1489	0	0	1489
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	400	593	360	0	353	0	0	0	110	0	0	50
Turn Type	Prot	NA	custom		NA				custom			Over
Protected Phases	3 9	1 3	1 3 9		1				9			3 9
Permitted Phases												
Total Split (s)					35.0				36.0			
Total Lost Time (s)					6.0				6.0			
Act Effct Green (s)	74.0	73.0	115.0		29.0				30.0			74.0
Actuated g/C Ratio	0.64	0.63	1.00		0.25				0.26			0.64
v/c Ratio	0.38	0.29	0.25		0.43				0.28			0.05
Control Delay	24.8	0.6	0.4		38.0				36.4			7.8
Queue Delay	5.5	0.2	0.0		0.0				0.0			0.0
Total Delay	30.4	0.8	0.4		38.0				36.4			7.8
LOS	C	A	A		D				D			A
Approach Delay		9.4			38.0							
Approach LOS		A			D							

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.43
Intersection Signal Delay: 16.4 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 42.0% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 35: C/ Compositor Lehmberg Ruiz/C/ Monseñor Carrillo Rubio & C/ Hilera



Lanes, Volumes, Timings
40: Av. Obispo Angel Herrera Oria

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	874	365	0	429	1
Satd. Flow (prot)	0	3271	3271	0	1639	0
Flt Permitted					0.952	
Satd. Flow (perm)	0	3271	3271	0	1639	0
Satd. Flow (RTOR)						
Lane Group Flow (vph)	0	874	365	0	430	0
Turn Type		NA	NA		NA	
Protected Phases		1	1		3	
Permitted Phases						
Total Split (s)		50.0	50.0		65.0	
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0	
Act Effct Green (s)		44.0	44.0		59.0	
Actuated g/C Ratio		0.38	0.38		0.51	
v/c Ratio		0.70	0.29		0.51	
Control Delay		33.6	1.1		21.1	
Queue Delay		1.0	0.3		10.5	
Total Delay		34.6	1.4		31.7	
LOS		C	A		C	
Approach Delay		34.6	1.4		31.7	
Approach LOS		C	A		C	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.70
Intersection Signal Delay: 26.6 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 58.0% — ICU Level of Service B
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 40: Av. Obispo Angel Herrera Oria

Lanes, Volumes, Timings
42: Plz Aparejador Federico Bermúdez

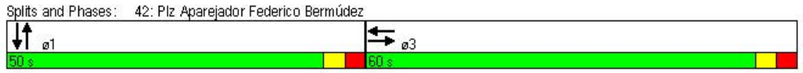
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑			↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	0	175	0	0	430	0	0	512	0	0	810	0
Satd. Flow (prot)	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	175	0	0	430	0	0	512	0	0	810	0
Turn Type		NA			NA			NA			NA	
Protected Phases		3			3			1			1	
Permitted Phases												
Total Split (s)		60.0			60.0			50.0			50.0	
Total Lost Time (s)		6.0			6.0			6.0			6.0	
Act Effct Green (s)		54.0			54.0			44.0			44.0	
Actuated g/C Ratio		0.49			0.49			0.40			0.40	
v/c Ratio		0.11			0.27			0.39			0.62	
Control Delay		1.7			4.5			7.6			6.3	
Queue Delay		0.8			0.8			0.4			1.7	
Total Delay		2.5			5.3			8.0			8.1	
LOS		A			A			A			A	
Approach Delay		2.5			5.3			8.0			8.1	
Approach LOS		A			A			A			A	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.62
Intersection Signal Delay: 6.9 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 44.3% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 42: Plz Aparejador Federico Bermúdez



Lanes, Volumes, Timings
46: C/ Martínez Maldonado/Plz Aparejador Federico Bermúdez

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑	↱		↑↑						↑↑↱	
Volume (vph)	0	175	600	0	430	0	0	0	0	0	66	196
Satd. Flow (prot)	0	1497	1390	0	3271	0	0	0	0	0	2905	0
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	1497	1390	0	3271	0	0	0	0	0	2905	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	403	372	0	430	0	0	0	0	0	262	0
Turn Type		NA	Prot		NA						NA	
Protected Phases		3	3		3						1	
Permitted Phases												
Total Split (s)		60.0	60.0		60.0						50.0	
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0						6.0	
Act Effct Green (s)		54.0	54.0		54.0						44.0	
Actuated g/C Ratio		0.49	0.49		0.49						0.40	
v/c Ratio		0.55	0.55		0.27						0.23	
Control Delay		23.1	23.3		1.9						24.6	
Queue Delay		0.0	0.0		0.4						0.0	
Total Delay		23.1	23.3		2.2						24.6	
LOS		C	C		A						C	
Approach Delay		23.2			2.2						24.6	
Approach LOS		C			A						C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:SBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.55
Intersection Signal Delay: 17.3 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 42.9% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 46: C/ Martínez Maldonado/Plz Aparejador Federico Bermúdez

Lanes, Volumes, Timings
47: Av. Ingeniero de la Torre Acosta

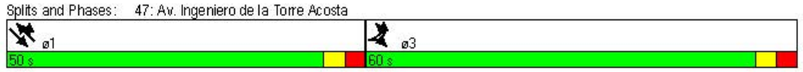
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL2	EBL	EBR	SBL	SBR	SEL	SET	SER	NWL	NWT	NWR
Lane Configurations											
Volume (vph)	66	355	185	0	0	0	810	0	0	446	64
Satd. Flow (prot)	0	1636	1463	0	0	0	3271	0	0	3127	1332
Flt Permitted		0.950									
Satd. Flow (perm)	0	1636	1463	0	0	0	3271	0	0	3127	1332
Satd. Flow (RTOR)											
Lane Group Flow (vph)	0	421	185	0	0	0	810	0	0	452	58
Turn Type	Split	NA	Prot				NA			NA	custom
Protected Phases	3	3	3				1			1	1
Permitted Phases											1
Total Split (s)	60.0	60.0	60.0				50.0			50.0	50.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0				6.0			6.0	6.0
Act Effct Green (s)		54.0	54.0				44.0			44.0	44.0
Actuated g/C Ratio		0.49	0.49				0.40			0.40	0.40
v/c Ratio		0.52	0.26				0.62			0.36	0.11
Control Delay		10.9	8.9				4.4			24.2	21.5
Queue Delay		5.6	0.0				0.0			0.0	0.0
Total Delay		16.5	8.9				4.4			24.2	21.5
LOS		B	A				A			C	C
Approach Delay		14.1					4.4			23.9	
Approach LOS		B					A			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NWSE, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.62
Intersection Signal Delay: 12.6 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 55.7% — ICU Level of Service B
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 47: Av. Ingeniero de la Torre Acosta



Lanes, Volumes, Timings
48: C/ Martínez Maldonado

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	175	0	0	380	63	50	340	29	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	3271	0	0	3203	0	0	3219	0	0	0	0
Flt Permitted								0.994				
Satd. Flow (perm)	0	3271	0	0	3203	0	0	3219	0	0	0	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	175	0	0	443	0	0	419	0	0	0	0
Turn Type		NA			NA		Split	NA				
Protected Phases		3			3		1	1				
Permitted Phases												
Total Split (s)		35.0			35.0		75.0	75.0				
Total Lost Time (s)		6.0			6.0			6.0				
Act Effct Green (s)		29.0			29.0			69.0				
Actuated g/C Ratio		0.26			0.26			0.63				
v/c Ratio		0.20			0.52			0.21				
Control Delay		10.3			37.3			13.9				
Queue Delay		5.9			0.0			19.1				
Total Delay		16.2			37.3			33.0				
LOS		B			D			C				
Approach Delay		16.2			37.3			33.0				
Approach LOS		B			D			C				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.52
Intersection Signal Delay: 32.0 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 34.3% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 48: C/ Martínez Maldonado

Lanes, Volumes, Timings
49: C/ Doctor Escassi

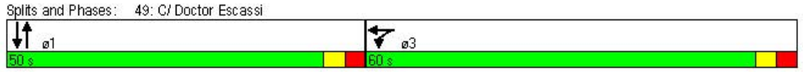
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	0	0	50	239	114	0	512	0	0	760	246
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	3115	0	0	3271	0	0	3150	0
Flt Permitted					0.994							
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	3115	0	0	3271	0	0	3150	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	403	0	0	512	0	0	1006	0
Turn Type				Split	NA			NA			NA	
Protected Phases				3	3			1			1	
Permitted Phases												
Total Split (s)				60.0	60.0			50.0			50.0	
Total Lost Time (s)					6.0			6.0			6.0	
Act Effct Green (s)					54.0			44.0			44.0	
Actuated g/C Ratio					0.49			0.40			0.40	
v/c Ratio					0.26			0.39			0.80	
Control Delay					22.6			2.4			35.1	
Queue Delay					8.4			0.2			0.0	
Total Delay					31.0			2.6			35.2	
LOS					C			A			D	
Approach Delay					31.0			2.6			35.2	
Approach LOS					C			A			D	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.80
Intersection Signal Delay: 25.6 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 50.6% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 49: C/ Doctor Escassi



Lanes, Volumes, Timings
51: Av. Barcelona & C/ Velarde/C/ La Regente

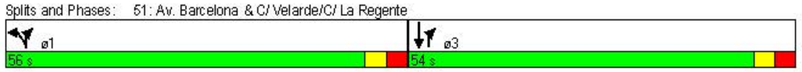
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	NBL	NBR	NBR2	SBT	SBR
Lane Configurations					
Volume (vph)	224	981	2	644	318
Satd. Flow (prot)	1636	2576	0	3108	0
Flt Permitted	0.950				
Satd. Flow (perm)	1636	2576	0	3108	0
Satd. Flow (RTOR)					
Lane Group Flow (vph)	224	983	0	962	0
Turn Type	Prot	custom		NA	
Protected Phases	1	1 3		3	
Permitted Phases					
Total Split (s)	56.0			54.0	
Total Lost Time (s)	6.0			6.0	
Act Effct Green (s)	50.0	110.0		48.0	
Actuated g/C Ratio	0.45	1.00		0.44	
v/c Ratio	0.30	0.38		0.71	
Control Delay	20.4	0.4		33.9	
Queue Delay	0.0	0.0		0.0	
Total Delay	20.4	0.4		33.9	
LOS	C	A		C	
Approach Delay				33.9	
Approach LOS				C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.71
Intersection Signal Delay: 17.4 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 48.7% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 51: Av. Barcelona & C/ Velarde/C/ La Regente



Lanes, Volumes, Timings
52: Av. Doctor Galvez Ginachero

Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBR	NEL	NER	ø1	ø9
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	368	0	0	0	0	0	0	220	761		
Satd. Flow (prot)	0	3271	0	0	0	0	0	0	3173	2576		
Flt Permitted									0.950			
Satd. Flow (perm)	0	3271	0	0	0	0	0	0	3173	2576		
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	368	0	0	0	0	0	0	220	761		
Turn Type		NA							NA	custom		
Protected Phases		1 9							3	3	1	9
Permitted Phases										1 9		
Total Split (s)									34.0	34.0	38.0	38.0
Total Lost Time (s)									6.0	6.0		
Act Effct Green (s)		70.0							28.0	110.0		
Actuated g/C Ratio		0.64							0.25	1.00		
v/c Ratio		0.18							0.27	0.30		
Control Delay		11.5							33.9	0.3		
Queue Delay		0.0							0.0	0.0		
Total Delay		11.5							33.9	0.3		
LOS		B							C	A		
Approach Delay		11.5							7.8			
Approach LOS		B							A			

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.30
Intersection Signal Delay: 8.8 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 81.8% — ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 52: Av. Doctor Galvez Ginachero

Lanes, Volumes, Timings
54: Av. Arroyo de los Angeles

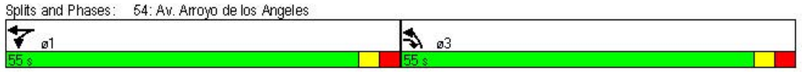
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	295	1035	393	220	0
Satd. Flow (prot)	0	2576	3173	3271	3173	0
Flt Permitted			0.950		0.950	
Satd. Flow (perm)	0	2576	3173	3271	3173	0
Satd. Flow (RTOR)						
Lane Group Flow (vph)	0	295	1035	393	220	0
Turn Type		Over	Split	NA	NA	
Protected Phases		3	1	1	3	
Permitted Phases						
Total Split (s)		55.0	55.0	55.0	55.0	
Total Lost Time (s)		6.0	6.0	6.0	6.0	
Act Effct Green (s)		49.0	49.0	49.0	49.0	
Actuated g/C Ratio		0.45	0.45	0.45	0.45	
v/c Ratio		0.26	0.73	0.27	0.16	
Control Delay		19.9	22.9	16.0	6.6	
Queue Delay		0.0	0.4	0.0	0.0	
Total Delay		19.9	23.3	16.0	6.6	
LOS		B	C	B	A	
Approach Delay				21.3	6.6	
Approach LOS				C	A	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.73
Intersection Signal Delay: 19.4 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 49.8% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 54: Av. Arroyo de los Angeles



Lanes, Volumes, Timings
91: Av. Andalucía/Plz Manuel Alcantara

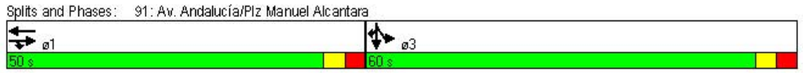
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	583	898	0	840	0	0	0	0	353	516	365
Satd. Flow (prot)	0	3021	1372	0	4841	0	0	0	0	1533	2980	1372
Flt Permitted										0.950	0.997	
Satd. Flow (perm)	0	3021	1372	0	4841	0	0	0	0	1533	2980	1372
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1014	467	0	840	0	0	0	0	314	639	281
Turn Type		NA	Prot		NA					Split	NA	Prot
Protected Phases		1	1		1					3	3	3
Permitted Phases												
Total Split (s)		50.0	50.0		50.0					60.0	60.0	60.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0					6.0	6.0	6.0
Act Effct Green (s)		44.0	44.0		44.0					54.0	54.0	54.0
Actuated g/C Ratio		0.40	0.40		0.40					0.49	0.49	0.49
v/c Ratio		0.84	0.85		0.43					0.42	0.44	0.42
Control Delay		38.0	48.8		22.0					23.7	22.9	23.9
Queue Delay		0.0	0.0		0.9					6.0	3.7	5.7
Total Delay		38.0	48.8		23.0					29.7	26.7	29.6
LOS		D	D		C					C	C	C
Approach Delay		41.4			23.0						28.1	
Approach LOS		D			C						C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.85
Intersection Signal Delay: 32.4 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 66.0% — ICU Level of Service C
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 91: Av. Andalucía/Plz Manuel Alcantara



Lanes, Volumes, Timings
92: Plz Manuel Alcantara/Av. Andalucía

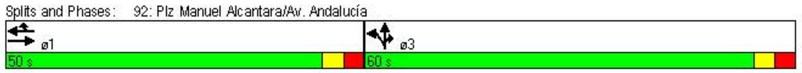
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	936	0	0	453	749	387	818	288	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	4841	0	0	3008	1372	1533	3029	1372	0	0	0
Flt Permitted							0.950	0.998				
Satd. Flow (perm)	0	4841	0	0	3008	1372	1533	3029	1372	0	0	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	936	0	0	828	374	348	886	259	0	0	0
Turn Type		NA			NA	Prot	Split	NA	custom			
Protected Phases		1			1	1	3	3	3			
Permitted Phases									3			
Total Split (s)		50.0			50.0	50.0	60.0	60.0	60.0			
Total Lost Time (s)		6.0			6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			
Act Effct Green (s)		44.0			44.0	44.0	54.0	54.0	54.0			
Actuated g/C Ratio		0.40			0.40	0.40	0.49	0.49	0.49			
v/c Ratio		0.48			0.69	0.68	0.46	0.60	0.38			
Control Delay		20.9			31.0	35.1	21.5	23.1	20.1			
Queue Delay		1.3			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total Delay		22.2			31.0	35.1	21.5	23.1	20.1			
LOS		C			C	D	C	C	C			
Approach Delay		22.2			32.3			22.2				
Approach LOS		C			C			C				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.69
Intersection Signal Delay: 25.5 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 66.0% — ICU Level of Service C
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 92: Plz Manuel Alcantara/Av. Andalucía



Lanes, Volumes, Timings
94: C/ Honduras & C/ Santa Elena

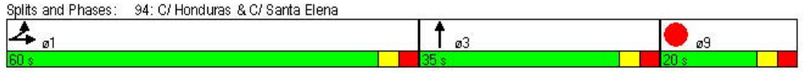
Intervalo: 08:00 - 09:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	172	176	0	0	0	0	0	82	38	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	1630	0	0	0	0	0	1648	0	0	0	0
Flt Permitted		0.976										
Satd. Flow (perm)	0	1630	0	0	0	0	0	1648	0	0	0	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	348	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0
Turn Type	Split	NA						NA				
Protected Phases	1	1						3				
Permitted Phases												
Total Split (s)	60.0	60.0						35.0				
Total Lost Time (s)		6.0						6.0				
Act Effct Green (s)		54.0						29.0				
Actuated g/C Ratio		0.47						0.25				
v/c Ratio		0.44						0.29				
Control Delay		47.5						33.4				
Queue Delay		0.0						0.0				
Total Delay		47.5						33.4				
LOS		D						C				
Approach Delay		47.5						33.4				
Approach LOS		D						C				

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.44
Intersection Signal Delay: 43.9 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 42.1% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

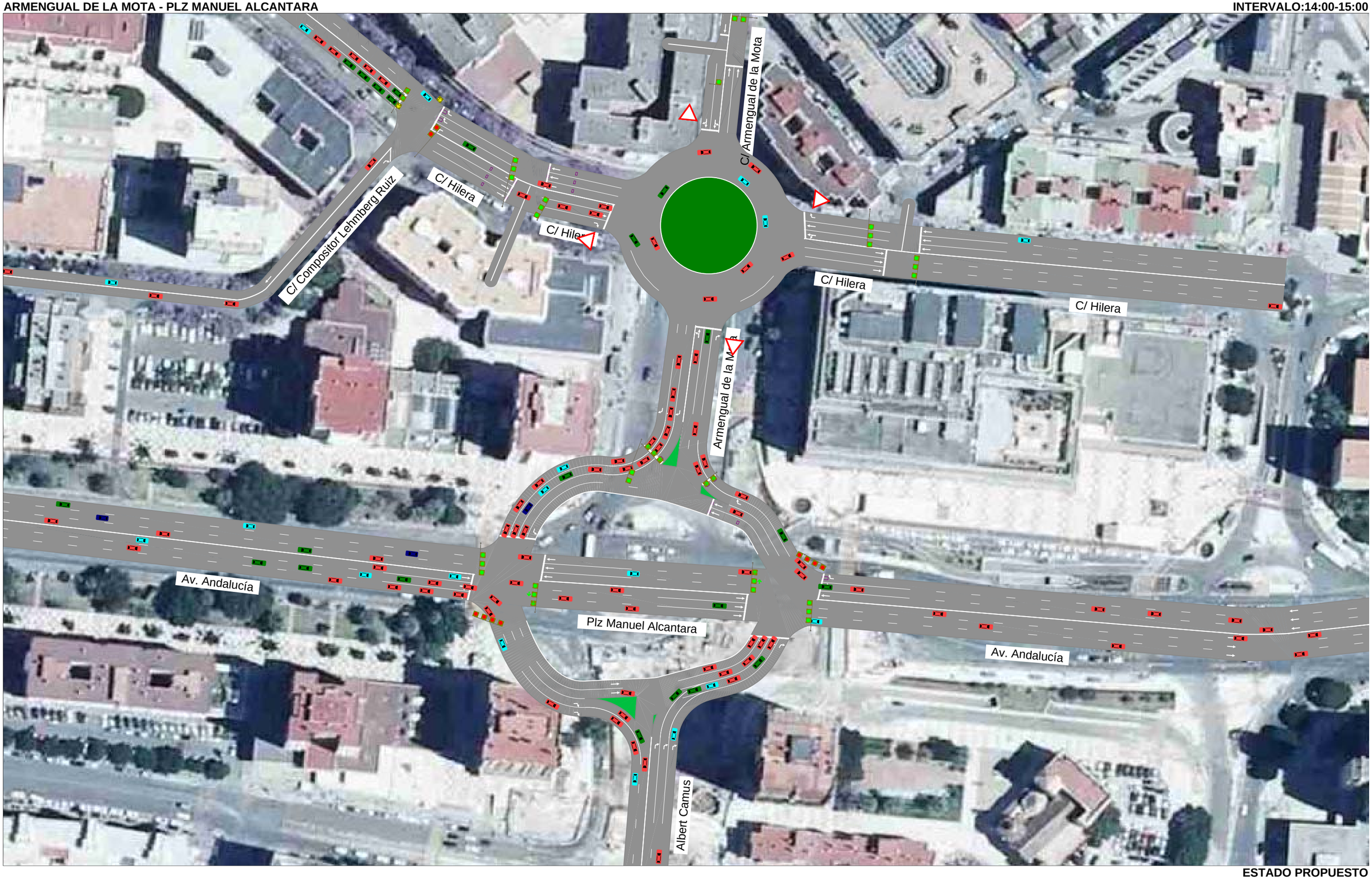
Splits and Phases: 94: C/ Honduras & C/ Santa Elena



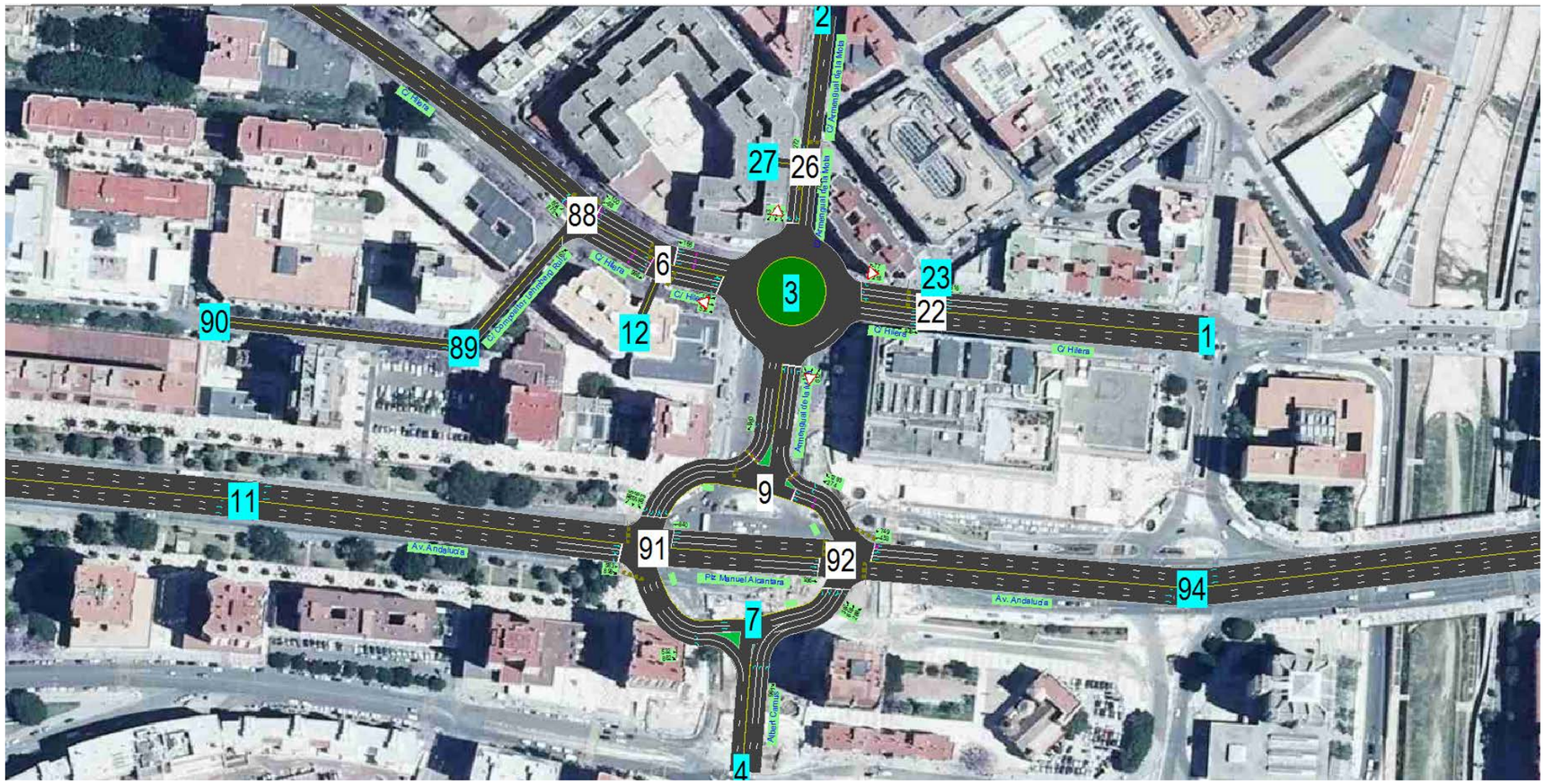
HILERA -ING. TORRE ACOSTA **INTERVALO:14:00-15:00**

ESTADO PROPUESTO

ARMENGUAL DE LA MOTA - PLZ MANUEL ALCANTARA **INTERVALO:14:00-15:00**



ESTADO PROPUESTO



Nodos correspondientes a la simulación de la Plaza Manuel Alcántara y Glorieta de Armengual de la Mota

ZONA CNO. SUÁREZ **INTERVALO:14:00-15:00**

ESTADO PROPUESTO

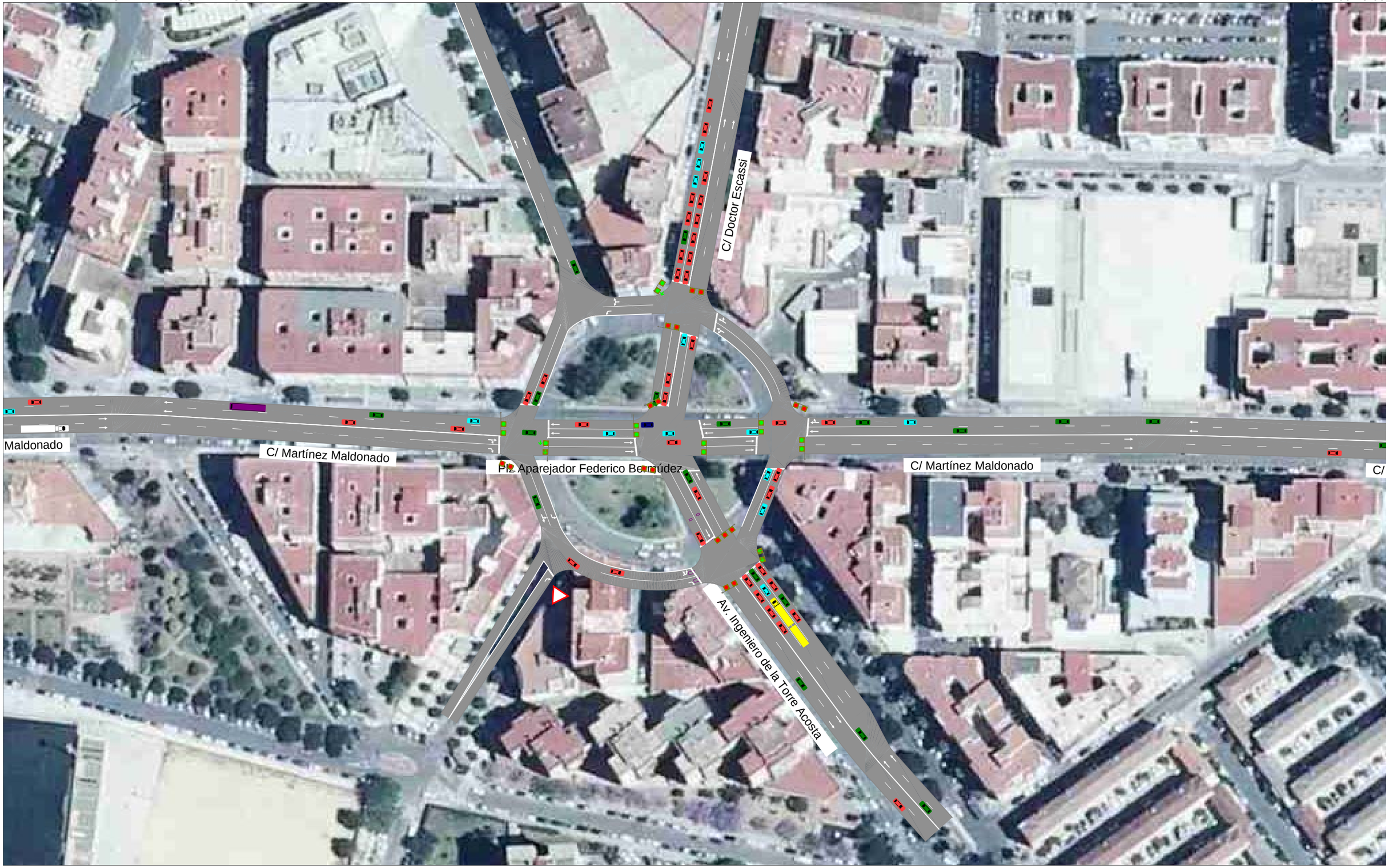
BLAS DE LEZO - ARROYO DE LOS ÁNGELES **INTERVALO:14:00-15:00**

ESTADO PROPUESTO

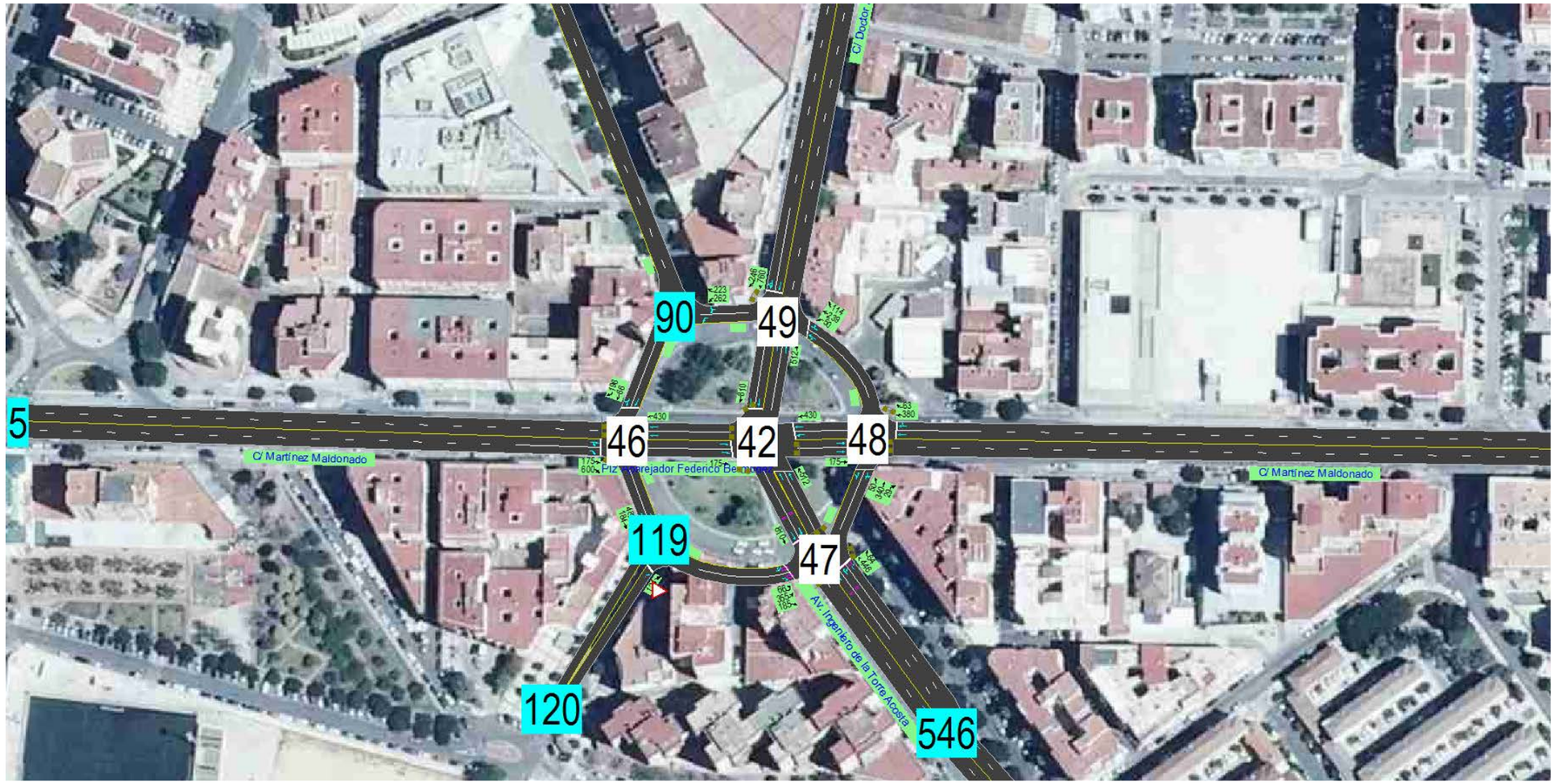
PLAZA HOSPITAL CIVIL **INTERVALO:14:00-15:00**

ESTADO PROPUESTO

PLAZA APAREJADOR FEDERICO BERMÚDEZ **INTERVALO:14:00-15:00**



ESTADO PROPUESTO



Nodos correspondientes a la simulación de la Plaza Aparejador Federico Bermúdez

Lanes, Volumes, Timings
3: Armengual de la Mota/C/ Armengual de la Mota & C/ Hilera — Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	311	478	518	243	119	174	220	353	351	117	279	88
Satd. Flow (prot)	0	3305	1507	0	4503	0	0	3305	1507	0	3239	0
Flt Permitted		0.981			0.978			0.981			0.988	
Satd. Flow (perm)	0	3305	1507	0	4503	0	0	3305	1507	0	3239	0
Lane Group Flow (vph)	0	789	518	0	536	0	0	573	351	0	484	0
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	

Intersection Summary	
Control Type: Roundabout	
Intersection Capacity Utilization 79.1%	ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 60	

Lanes, Volumes, Timings
6: C/ Hilera — Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	1307	0	0	427	0	0	
Satd. Flow (prot)	4841	0	0	4841	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	4841	0	0	4841	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	1307	0	0	427	0	0	
Turn Type	NA			NA			
Protected Phases	1			1			3
Permitted Phases							
Total Split (s)	95.0			95.0			15.0
Total Lost Time (s)	6.0			6.0			
Act Effct Green (s)	89.0			89.0			
Actuated g/C Ratio	0.81			0.81			
v/c Ratio	0.33			0.11			
Control Delay	2.0			2.3			
Queue Delay	1.0			0.0			
Total Delay	3.1			2.3			
LOS	A			A			
Approach Delay	3.1			2.3			
Approach LOS	A			A			

Intersection Summary	
Cycle Length: 110	
Actuated Cycle Length: 110	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green	
Control Type: Pretimed	
Maximum v/c Ratio: 0.33	
Intersection Signal Delay: 2.9	Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 30.3%	ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60	

Splits and Phases: 6: C/ Hilera

Lanes, Volumes, Timings
8: Puente de las Americas & C/ Hilera

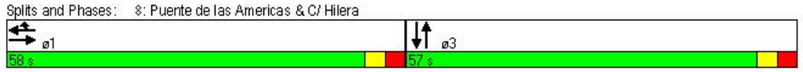
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	913	461	0	759	451	0	413	864	0	462	0
Satd. Flow (prot)	0	4465	0	0	3271	1463	0	2941	0	0	3271	0
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	4465	0	0	3271	1463	0	2941	0	0	3271	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1374	0	0	759	451	0	1277	0	0	462	0
Turn Type		NA			NA	Prot		NA			NA	
Protected Phases		1			1	1		3			3	
Permitted Phases												
Total Split (s)		58.0			58.0	58.0		57.0			57.0	
Total Lost Time (s)		6.0			6.0	6.0		6.0			6.0	
Act Effct Green (s)		52.0			52.0	52.0		51.0			51.0	
Actuated g/C Ratio		0.45			0.45	0.45		0.44			0.44	
v/c Ratio		0.68			0.51	0.68		1.31dr			0.32	
Control Delay		17.9			17.1	23.5		66.1			21.5	
Queue Delay		43.8			1.0	2.6		2.4			9.3	
Total Delay		61.8			18.1	26.1		68.6			30.8	
LOS		E			B	C		E			C	
Approach Delay		61.8			21.1			68.6			30.8	
Approach LOS		E			C			E			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.98
Intersection Signal Delay: 49.1 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 77.2% — ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 60
dr Defacto Right Lane. Recode with 1 though lane as a right lane.

Splits and Phases: 8: Puente de las Americas & C/ Hilera



Lanes, Volumes, Timings
9: Armengual de la Mota

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	0	230	924	0	1040	
Satd. Flow (prot)	0	0	3369	2653	0	3437	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	0	0	3369	2653	0	3437	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	0	230	924	0	1040	
Turn Type			NA	Prot		custom	
Protected Phases			1!	1		1!	3
Permitted Phases							
Total Split (s)			95.0	95.0		95.0	15.0
Total Lost Time (s)			6.0	6.0		6.0	
Act Effct Green (s)			89.0	89.0		89.0	
Actuated g/C Ratio			0.81	0.81		0.81	
v/c Ratio			0.08	0.43		0.37	
Control Delay			0.9	1.4		3.3	
Queue Delay			0.8	0.5		0.1	
Total Delay			1.7	2.0		3.4	
LOS			A	A		A	
Approach Delay			1.9				
Approach LOS			A				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.43
Intersection Signal Delay: 2.6 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 40.6% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60
! Phase conflict between lane groups.

Splits and Phases: 9: Armengual de la Mota

Lanes, Volumes, Timings
11: C/ Hilera & C/ Santa Elena

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	640	691	301	0	0	
Satd. Flow (prot)	0	3271	3121	0	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	0	3271	3121	0	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	640	992	0	0	0	
Turn Type		NA	NA				
Protected Phases		1	1				3
Permitted Phases							
Total Split (s)		95.0	95.0				20.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0				
Act Effct Green (s)		89.0	89.0				
Actuated g/C Ratio		0.77	0.77				
v/c Ratio		0.25	0.41				
Control Delay		1.0	4.9				
Queue Delay		0.3	0.1				
Total Delay		1.2	5.0				
LOS		A	A				
Approach Delay		1.2	5.0				
Approach LOS		A	A				

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.41
Intersection Signal Delay: 3.6 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 33.7% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 11: C/ Hilera & C/ Santa Elena

Lanes, Volumes, Timings
13: C/ Eugenio Gross/C/ Blas de Lezo & Camino de Suárez/C/ Velarde

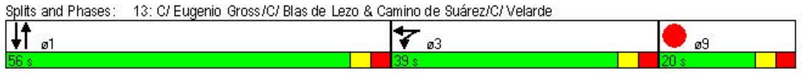
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	0	0	93	414	129	0	542	0	0	70	201
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	4527	0	0	1722	0	0	1550	0
Flt Permitted					0.993							
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	4527	0	0	1722	0	0	1550	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	636	0	0	542	0	0	271	0
Turn Type				custom	NA			NA			NA	
Protected Phases				3	3			1			1	
Permitted Phases				3								
Total Split (s)				39.0	39.0			56.0			56.0	
Total Lost Time (s)					6.0			6.0			6.0	
Act Effct Green (s)					33.0			50.0			50.0	
Actuated g/C Ratio					0.29			0.43			0.43	
v/c Ratio					0.49			0.72			0.40	
Control Delay					35.6			16.5			24.5	
Queue Delay					0.0			1.9			0.0	
Total Delay					35.6			18.4			24.5	
LOS					D			B			C	
Approach Delay					35.6			18.4			24.5	
Approach LOS					D			B			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.72
Intersection Signal Delay: 27.1 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 80.1% — ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 13: C/ Eugenio Gross/C/ Blas de Lezo & Camino de Suárez/C/ Velarde



Lanes, Volumes, Timings
14: C/ Moraima & Camino de Suárez

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER	ø3
Lane Configurations							
Volume (vph)	0	0	423	373	428	0	
Satd. Flow (prot)	0	0	1488	3086	3173	0	
Flt Permitted			0.950	0.985	0.950		
Satd. Flow (perm)	0	0	1488	3086	3173	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	0	258	538	428	0	
Turn Type			custom	NA	NA		
Protected Phases			1	1	9		3
Permitted Phases			1	1			
Total Split (s)			81.0	81.0	31.0		13.0
Total Lost Time (s)			6.0	6.0	6.0		
Act Effct Green (s)			75.0	75.0	25.0		
Actuated g/C Ratio			0.60	0.60	0.20		
v/c Ratio			0.29	0.29	0.67		
Control Delay			13.2	12.6	52.4		
Queue Delay			29.2	37.5	2.2		
Total Delay			42.4	50.1	54.6		
LOS			D	D	D		
Approach Delay				47.6	54.6		
Approach LOS				D	D		

Intersection Summary

Cycle Length: 125
Actuated Cycle Length: 125
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.67
Intersection Signal Delay: 50.1 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 37.3% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 14: C/ Moraima & Camino de Suárez

Lanes, Volumes, Timings
16: C/ Hilera & C/ Capitán Huelin

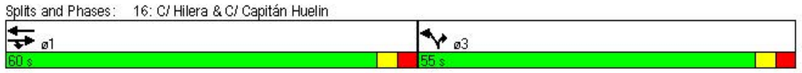
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL2	NBL	NBR	SEL	SER	SER2
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	1323	454	0	643	50	567	0	21	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	4746	1478	0	4648	0	1636	0	1463	0	0	1722
Flt Permitted							0.950					
Satd. Flow (perm)	0	4746	1478	0	4648	0	1636	0	1463	0	0	1722
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1323	454	0	693	0	567	0	21	0	0	0
Turn Type		NA	Prot		NA		Prot		custom			Free
Protected Phases		1	1		1		3		3			
Permitted Phases												Free
Total Split (s)		60.0	60.0		60.0		55.0		55.0			
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0		6.0		6.0			
Act Effct Green (s)		54.0	54.0		54.0		49.0		49.0			
Actuated g/C Ratio		0.47	0.47		0.47		0.43		0.43			
v/c Ratio		0.59	0.65		0.32		0.81		0.03			
Control Delay		19.0	22.5		1.4		40.9		19.5			
Queue Delay		2.5	8.2		0.7		0.0		0.0			
Total Delay		21.5	30.6		2.1		40.9		19.5			
LOS		C	C		A		D		B			
Approach Delay		23.9			2.1							
Approach LOS		C			A							

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.81
Intersection Signal Delay: 22.1 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 65.3% — ICU Level of Service C
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 16: C/ Hilera & C/ Capitán Huelin



Lanes, Volumes, Timings
19: Camino de Suárez & C/ Marques de Ovieco — Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	0	615	0	0	181
Satd. Flow (prot)	0	0	4700	0	0	1489
Flt Permitted						
Satd. Flow (perm)	0	0	4700	0	0	1489
Satd. Flow (RTOR)						
Lane Group Flow (vph)	0	0	615	0	0	181
Turn Type			NA			custom
Protected Phases			1			3
Permitted Phases			1			
Total Split (s)			65.0			45.0
Total Lost Time (s)			6.0			6.0
Act Effct Green (s)			59.0			39.0
Actuated g/C Ratio			0.54			0.35
v/c Ratio			0.24			0.34
Control Delay			13.9			28.4
Queue Delay			0.0			0.0
Total Delay			13.9			28.4
LOS			B			C
Approach Delay			13.9			
Approach LOS			B			

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.34
Intersection Signal Delay: 17.2 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 33.1% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 19: Camino de Suárez & C/ Marques de Ovieco

Lanes, Volumes, Timings
21: C/ Martínez de la Rosa & C/ Moraima — Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBT	NBR	NBR2	SWL	SWT
Lane Configurations					
Volume (vph)	773	428	398	423	20
Satd. Flow (prot)	3271	2576	0	1554	1564
Flt Permitted				0.950	0.956
Satd. Flow (perm)	3271	2576	0	1554	1564
Satd. Flow (RTOR)					
Lane Group Flow (vph)	773	826	0	220	223
Turn Type	NA	custom		custom	NA
Protected Phases	3	1		1	1
Permitted Phases	3	1		1	1
Total Split (s)	50.0	65.0		65.0	65.0
Total Lost Time (s)	6.0	6.0		6.0	6.0
Act Effct Green (s)	44.0	59.0		59.0	59.0
Actuated g/C Ratio	0.38	0.51		0.51	0.51
v/c Ratio	0.62	0.62		0.28	0.28
Control Delay	5.1	16.0		17.1	17.1
Queue Delay	0.0	0.2		2.0	2.0
Total Delay	5.1	16.2		19.0	19.1
LOS	A	B		B	B
Approach Delay	5.1				19.1
Approach LOS	A				B

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:SWTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.62
Intersection Signal Delay: 12.6 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 60.3% — ICU Level of Service B
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 21: C/ Martínez de la Rosa & C/ Moraima

Lanes, Volumes, Timings
22: C/ Hilera

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR	ø3
Lane Configurations		↑↑↑	↑↑↑				
Volume (vph)	0	946	536	0	0	0	
Satd. Flow (prot)	0	4841	4841	0	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	0	4841	4841	0	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	0	946	536	0	0	0	
Turn Type		NA	NA				
Protected Phases		1	1				3
Permitted Phases							
Total Split (s)		90.0	90.0				20.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0				
Act Effct Green (s)		84.0	84.0				
Actuated g/C Ratio		0.76	0.76				
v/c Ratio		0.26	0.14				
Control Delay		4.0	3.6				
Queue Delay		0.0	0.0				
Total Delay		4.0	3.6				
LOS		A	A				
Approach Delay		4.0	3.6				
Approach LOS		A	A				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.26
Intersection Signal Delay: 3.8 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 23.3% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 22: C/ Hilera

Lanes, Volumes, Timings
25: C/ Martínez de la Rosa

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NWL	NWR	ø1
Lane Configurations	↑↑	↱					
Volume (vph)	773	297	0	0	0	0	
Satd. Flow (prot)	3271	1463	0	0	0	0	
Flt Permitted							
Satd. Flow (perm)	3271	1463	0	0	0	0	
Satd. Flow (RTOR)							
Lane Group Flow (vph)	773	297	0	0	0	0	
Turn Type	NA	custom					
Protected Phases	3	3					1
Permitted Phases	3	3					
Total Split (s)	50.0	50.0					65.0
Total Lost Time (s)	6.0	6.0					
Act Effct Green (s)	44.0	44.0					
Actuated g/C Ratio	0.38	0.38					
v/c Ratio	0.62	0.53					
Control Delay	31.4	31.8					
Queue Delay	0.0	0.0					
Total Delay	31.4	31.8					
LOS	C	C					
Approach Delay	31.5						
Approach LOS	C						

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:Hold, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.62
Intersection Signal Delay: 31.5 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 26.4% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 25: C/ Martínez de la Rosa

Lanes, Volumes, Timings
29: C/ Morales Villarubia & C/ Domingo Lozano

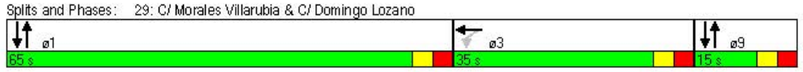
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	0	0	40	30	55	0	771	0	0	700	0
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	1594	0	0	3271	0	0	3271	0
Flt Permitted					0.984							
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	1539	0	0	3271	0	0	3271	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	125	0	0	771	0	0	700	0
Turn Type				Perm	NA			NA			NA	
Protected Phases					3			1 9			1 9	
Permitted Phases				3	3			1			1	
Total Split (s)				35.0	35.0							
Total Lost Time (s)					6.0							
Act Effct Green (s)					29.0			74.0			74.0	
Actuated g/C Ratio					0.25			0.64			0.64	
v/c Ratio					0.32			0.37			0.33	
Control Delay					37.8			10.2			4.5	
Queue Delay					0.0			0.1			0.7	
Total Delay					37.8			10.3			5.2	
LOS					D			B			A	
Approach Delay					37.8			10.3			5.2	
Approach LOS					D			B			A	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.37
Intersection Signal Delay: 10.2 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 38.5% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 29: C/ Morales Villarubia & C/ Domingo Lozano



Lanes, Volumes, Timings
32: C/ Eugenio Gross & C/ Martínez de la Rosa

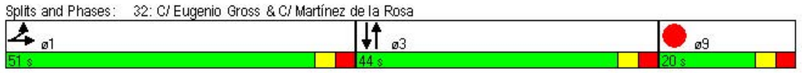
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	423	906	3	0	0	0	0	119	117	0	163	0
Satd. Flow (prot)	0	4162	0	0	0	0	0	1446	0	0	1550	0
Flt Permitted		0.984										
Satd. Flow (perm)	0	4148	0	0	0	0	0	1446	0	0	1550	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1332	0	0	0	0	0	236	0	0	163	0
Turn Type	Split	NA						NA			NA	
Protected Phases	1	1						3			3	
Permitted Phases												
Total Split (s)	51.0	51.0						44.0			44.0	
Total Lost Time (s)		6.0						6.0			6.0	
Act Effct Green (s)		45.0						38.0			38.0	
Actuated g/C Ratio		0.39						0.33			0.33	
v/c Ratio		0.82						0.49			0.32	
Control Delay		36.6						35.2			17.8	
Queue Delay		1.7						0.0			0.0	
Total Delay		38.2						35.2			17.8	
LOS		D						D			B	
Approach Delay		38.2						35.2			17.8	
Approach LOS		D						D			B	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.82
Intersection Signal Delay: 35.9 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 80.1% — ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 32: C/ Eugenio Gross & C/ Martínez de la Rosa



Lanes, Volumes, Timings
35: C/ Compositor Lehmberg Ruiz/C/ Monseñor Carrillo Rubio & C/ Hilera

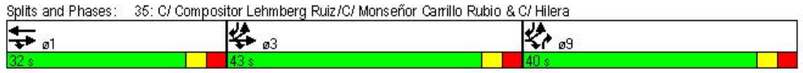
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	351	530	463	0	643	48	0	0	110	0	0	50
Satd. Flow (prot)	1636	3271	1463	0	3238	0	0	0	1489	0	0	1489
Flt Permitted	0.950											
Satd. Flow (perm)	1467	3271	1463	0	3238	0	0	0	1489	0	0	1489
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	351	530	463	0	691	0	0	0	110	0	0	50
Turn Type	Prot	NA	custom		NA				custom			Over
Protected Phases	3 9	1 3	1 3 9		1				9			3 9
Permitted Phases												
Total Split (s)					32.0				40.0			
Total Lost Time (s)					6.0				6.0			
Act Effct Green (s)	77.0	69.0	115.0		26.0				34.0			77.0
Actuated g/C Ratio	0.67	0.60	1.00		0.23				0.30			0.67
v/c Ratio	0.32	0.27	0.32		0.94				0.25			0.05
Control Delay	22.0	0.4	2.1		75.8				32.7			6.7
Queue Delay	40.5	0.3	0.0		0.0				0.0			0.0
Total Delay	62.6	0.7	2.1		75.8				32.7			6.7
LOS	E	A	A		E				C			A
Approach Delay		17.4			75.8							
Approach LOS		B			E							

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.94
Intersection Signal Delay: 36.3 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 48.7% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 35: C/ Compositor Lehmberg Ruiz/C/ Monseñor Carrillo Rubio & C/ Hilera



Lanes, Volumes, Timings
40: Av. Obispo Angel Herrera Oria

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	900	759	0	474	50
Satd. Flow (prot)	0	3271	3271	0	1626	0
Flt Permitted					0.957	
Satd. Flow (perm)	0	3271	3271	0	1626	0
Satd. Flow (RTOR)						
Lane Group Flow (vph)	0	900	759	0	524	0
Turn Type		NA	NA		NA	
Protected Phases		1	1		3	
Permitted Phases						
Total Split (s)		45.0	45.0		70.0	
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0	
Act Effct Green (s)		39.0	39.0		64.0	
Actuated g/C Ratio		0.34	0.34		0.56	
v/c Ratio		0.81	0.68		0.58	
Control Delay		42.0	8.9		19.8	
Queue Delay		6.8	0.0		3.5	
Total Delay		48.7	8.9		23.4	
LOS		D	A		C	
Approach Delay		48.7	8.9		23.4	
Approach LOS		D	A		C	

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.81
Intersection Signal Delay: 28.8 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 64.2% — ICU Level of Service C
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 40: Av. Obispo Angel Herrera Oria

Lanes, Volumes, Timings
42: Plz Aparejador Federico Bermúdez

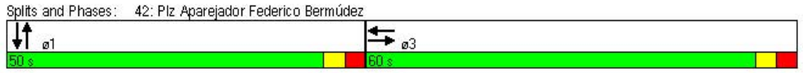
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑			↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	0	175	0	0	680	0	0	650	0	0	677	0
Satd. Flow (prot)	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0	0	3271	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	175	0	0	680	0	0	650	0	0	677	0
Turn Type		NA			NA			NA			NA	
Protected Phases		3			3			1			1	
Permitted Phases												
Total Split (s)		60.0			60.0			50.0			50.0	
Total Lost Time (s)		6.0			6.0			6.0			6.0	
Act Effct Green (s)		54.0			54.0			44.0			44.0	
Actuated g/C Ratio		0.49			0.49			0.40			0.40	
v/c Ratio		0.11			0.42			0.50			0.52	
Control Delay		1.7			6.7			6.0			4.4	
Queue Delay		0.8			5.4			0.1			0.9	
Total Delay		2.6			12.1			6.1			5.4	
LOS		A			B			A			A	
Approach Delay		2.6			12.1			6.1			5.4	
Approach LOS		A			B			A			A	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.52
Intersection Signal Delay: 7.5 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 47.5% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 42: Plz Aparejador Federico Bermúdez



Lanes, Volumes, Timings
46: C/ Martínez Maldonado/Plz Aparejador Federico Bermúdez

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↱	↱		↑↑						↑↱	
Volume (vph)	0	175	642	0	680	0	0	0	0	0	92	56
Satd. Flow (prot)	0	1493	1390	0	3271	0	0	0	0	0	3085	0
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	1493	1390	0	3271	0	0	0	0	0	3085	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	419	398	0	680	0	0	0	0	0	148	0
Turn Type		NA	Prot		NA						NA	
Protected Phases		3	3		3						1	
Permitted Phases												
Total Split (s)		60.0	60.0		60.0						50.0	
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0						6.0	
Act Effct Green (s)		54.0	54.0		54.0						44.0	
Actuated g/C Ratio		0.49	0.49		0.49						0.40	
v/c Ratio		0.57	0.58		0.42						0.12	
Control Delay		23.7	24.4		4.1						23.5	
Queue Delay		0.0	0.0		0.1						0.0	
Total Delay		23.7	24.4		4.2						23.5	
LOS		C	C		A						C	
Approach Delay		24.0			4.2						23.5	
Approach LOS		C			A						C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:SBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.58
Intersection Signal Delay: 15.8 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 40.8% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 46: C/ Martínez Maldonado/Plz Aparejador Federico Bermúdez

Lanes, Volumes, Timings
47: Av. Ingeniero de la Torre Acosta

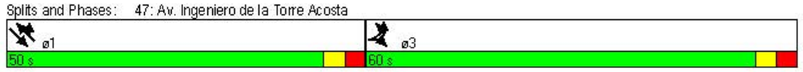
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL2	EBL	EBR	SBL	SBR	SEL	SET	SER	NWL	NWT	NWR
Lane Configurations											
Volume (vph)	50	235	261	0	0	0	677	0	0	600	265
Satd. Flow (prot)	0	1636	1463	0	0	0	3271	0	0	3115	1332
Flt Permitted		0.950									
Satd. Flow (perm)	0	1636	1463	0	0	0	3271	0	0	3115	1332
Satd. Flow (RTOR)											
Lane Group Flow (vph)	0	285	261	0	0	0	677	0	0	627	238
Turn Type	Split	NA	Prot				NA			NA	custom
Protected Phases	3	3	3				1			1	1
Permitted Phases											1
Total Split (s)	60.0	60.0	60.0				50.0			50.0	50.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0				6.0			6.0	6.0
Act Effct Green (s)		54.0	54.0				44.0			44.0	44.0
Actuated g/C Ratio		0.49	0.49				0.40			0.40	0.40
v/c Ratio		0.35	0.36				0.52			0.50	0.45
Control Delay		9.1	9.3				3.1			26.6	27.5
Queue Delay		0.1	0.0				0.0			0.0	0.1
Total Delay		9.2	9.3				3.1			26.6	27.5
LOS		A	A				A			C	C
Approach Delay		9.3					3.1			26.8	
Approach LOS		A					A			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NWSE, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.52
Intersection Signal Delay: 14.6 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 45.2% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 47: Av. Ingeniero de la Torre Acosta



Lanes, Volumes, Timings
48: C/ Martínez Maldonado

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	175	0	0	586	107	94	362	44	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	3271	0	0	3196	0	0	3200	0	0	0	0
Flt Permitted								0.991				
Satd. Flow (perm)	0	3271	0	0	3196	0	0	3200	0	0	0	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	175	0	0	693	0	0	500	0	0	0	0
Turn Type		NA			NA		Split	NA				
Protected Phases		3			3		1	1				
Permitted Phases												
Total Split (s)		35.0			35.0		75.0	75.0				
Total Lost Time (s)		6.0			6.0			6.0				
Act Effct Green (s)		29.0			29.0			69.0				
Actuated g/C Ratio		0.26			0.26			0.63				
v/c Ratio		0.20			0.82			0.25				
Control Delay		10.0			48.2			7.8				
Queue Delay		5.9			0.1			1.2				
Total Delay		15.9			48.3			9.0				
LOS		B			D			A				
Approach Delay		15.9			48.3			9.0				
Approach LOS		B			D			A				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.82
Intersection Signal Delay: 29.8 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 43.7% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 48: C/ Martínez Maldonado

Lanes, Volumes, Timings
49: C/ Doctor Escassi

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	0	0	50	265	154	0	650	0	0	627	242
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	3095	0	0	3271	0	0	3134	0
Flt Permitted					0.995							
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	3095	0	0	3271	0	0	3134	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	469	0	0	650	0	0	869	0
Turn Type				Split	NA			NA			NA	
Protected Phases				3	3			1			1	
Permitted Phases												
Total Split (s)				63.0	63.0			47.0			47.0	
Total Lost Time (s)					6.0			6.0			6.0	
Act Effct Green (s)					57.0			41.0			41.0	
Actuated g/C Ratio					0.52			0.37			0.37	
v/c Ratio					0.29			0.53			0.74	
Control Delay					23.5			4.9			34.8	
Queue Delay					10.8			0.0			0.0	
Total Delay					34.3			4.9			34.8	
LOS					C			A			C	
Approach Delay					34.3			4.9			34.8	
Approach LOS					C			A			C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBSB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.74
Intersection Signal Delay: 24.9 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 48.8% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 49: C/ Doctor Escassi

Lanes, Volumes, Timings
51: Av. Barcelona & C/ Velarde/C/ La Regente

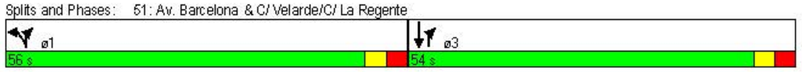
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	NBL	NBR	NBR2	SBT	SBR
Lane Configurations					
Volume (vph)	405	1172	20	473	341
Satd. Flow (prot)	1636	2576	0	3065	0
Flt Permitted	0.950				
Satd. Flow (perm)	1636	2576	0	3065	0
Satd. Flow (RTOR)					
Lane Group Flow (vph)	405	1192	0	814	0
Turn Type	Prot	custom		NA	
Protected Phases	1	1 3		3	
Permitted Phases					
Total Split (s)	56.0			54.0	
Total Lost Time (s)	6.0			6.0	
Act Effct Green (s)	50.0	110.0		48.0	
Actuated g/C Ratio	0.45	1.00		0.44	
v/c Ratio	0.54	0.46		0.61	
Control Delay	25.2	0.6		28.5	
Queue Delay	0.0	0.0		0.0	
Total Delay	25.2	0.6		28.5	
LOS	C	A		C	
Approach Delay				28.5	
Approach LOS				C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:NBL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.61
Intersection Signal Delay: 14.2 — Intersection LOS: B
Intersection Capacity Utilization 54.8% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 51: Av. Barcelona & C/ Velarde/C/ La Regente



Lanes, Volumes, Timings
52: Av. Doctor Galvez Ginachero

Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL	SBR	NEL	NER	ø1	ø9
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	459	0	0	0	0	0	0	220	952		
Satd. Flow (prot)	0	3271	0	0	0	0	0	0	3173	2576		
Flt Permitted									0.950			
Satd. Flow (perm)	0	3271	0	0	0	0	0	0	3173	2576		
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	459	0	0	0	0	0	0	220	952		
Turn Type		NA							NA	custom		
Protected Phases		1 9							3	3	1	9
Permitted Phases										1 9		
Total Split (s)									34.0	34.0	38.0	38.0
Total Lost Time (s)									6.0	6.0		
Act Effct Green (s)		70.0							28.0	110.0		
Actuated g/C Ratio		0.64							0.25	1.00		
v/c Ratio		0.22							0.27	0.37		
Control Delay		7.1							33.9	0.4		
Queue Delay		0.0							0.0	0.0		
Total Delay		7.1							33.9	0.4		
LOS		A							C	A		
Approach Delay		7.1							6.7			
Approach LOS		A							A			

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBT, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.37
Intersection Signal Delay: 6.8 — Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 89.5% — ICU Level of Service E
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 52: Av. Doctor Galvez Ginachero

Lanes, Volumes, Timings
54: Av. Arroyo de los Angeles

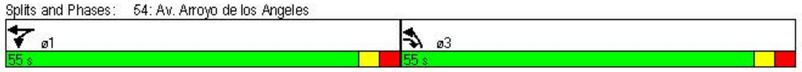
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NBL	NBR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	447	826	389	220	0
Satd. Flow (prot)	0	2576	3173	3271	3173	0
Flt Permitted			0.950		0.950	
Satd. Flow (perm)	0	2576	3173	3271	3173	0
Satd. Flow (RTOR)						
Lane Group Flow (vph)	0	447	826	389	220	0
Turn Type		Over	Split	NA	NA	
Protected Phases		3	1	1	3	
Permitted Phases						
Total Split (s)		55.0	55.0	55.0	55.0	
Total Lost Time (s)		6.0	6.0	6.0	6.0	
Act Effct Green (s)		49.0	49.0	49.0	49.0	
Actuated g/C Ratio		0.45	0.45	0.45	0.45	
v/c Ratio		0.39	0.58	0.27	0.16	
Control Delay		21.7	23.9	18.8	6.6	
Queue Delay		0.0	0.4	0.0	0.0	
Total Delay		21.7	24.3	18.8	6.6	
LOS		C	C	B	A	
Approach Delay				22.6	6.6	
Approach LOS				C	A	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:WBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.58
Intersection Signal Delay: 20.5 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 49.2% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 54: Av. Arroyo de los Angeles



Lanes, Volumes, Timings
91: Av. Andalucía/Plz Manuel Alcantara

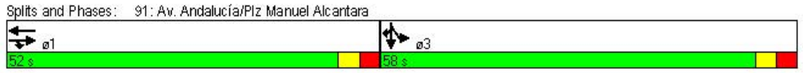
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	729	842	0	1074	0	0	0	0	343	431	496
Satd. Flow (prot)	0	3069	1372	0	4841	0	0	0	0	1533	2904	1372
Flt Permitted										0.950	0.997	
Satd. Flow (perm)	0	3069	1372	0	4841	0	0	0	0	1533	2904	1372
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1083	488	0	1074	0	0	0	0	309	663	298
Turn Type		NA	Prot		NA					Split	NA	Prot
Protected Phases		1	1		1					3	3	3
Permitted Phases												
Total Split (s)		52.0	52.0		52.0					58.0	58.0	58.0
Total Lost Time (s)		6.0	6.0		6.0					6.0	6.0	6.0
Act Effct Green (s)		46.0	46.0		46.0					52.0	52.0	52.0
Actuated g/C Ratio		0.42	0.42		0.42					0.47	0.47	0.47
v/c Ratio		0.84	0.85		0.53					0.43	0.48	0.46
Control Delay		36.8	46.9		20.8					25.4	25.5	26.6
Queue Delay		0.1	0.0		1.0					7.5	6.0	8.2
Total Delay		36.9	46.9		21.8					32.9	31.4	34.8
LOS		D	D		C					C	C	C
Approach Delay		40.0			21.8						32.6	
Approach LOS		D			C						C	

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.85
Intersection Signal Delay: 32.6 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 62.9% — ICU Level of Service B
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 91: Av. Andalucía/Plz Manuel Alcantara



Lanes, Volumes, Timings
92: Plz Manuel Alcantara/Av. Andalucía

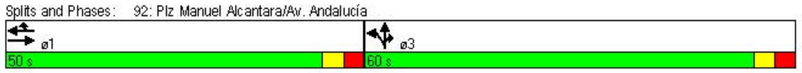
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	0	1072	0	0	617	542	457	612	243	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	4841	0	0	3118	1372	1533	3014	1372	0	0	0
Flt Permitted							0.950	0.993				
Satd. Flow (perm)	0	4841	0	0	3118	1372	1533	3014	1372	0	0	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	1072	0	0	801	358	356	737	219	0	0	0
Turn Type		NA			NA	Prot	Split	NA	custom			
Protected Phases		1			1	1	3	3	3			
Permitted Phases									3			
Total Split (s)		50.0			50.0	50.0	60.0	60.0	60.0			
Total Lost Time (s)		6.0			6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			
Act Effct Green (s)		44.0			44.0	44.0	54.0	54.0	54.0			
Actuated g/C Ratio		0.40			0.40	0.40	0.49	0.49	0.49			
v/c Ratio		0.55			0.64	0.65	0.47	0.50	0.32			
Control Delay		19.8			29.6	33.8	21.7	20.9	19.0			
Queue Delay		1.9			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Total Delay		21.7			29.7	33.8	21.7	20.9	19.0			
LOS		C			C	C	C	C	B			
Approach Delay		21.7			30.9			20.8				
Approach LOS		C			C			C				

Intersection Summary

Cycle Length: 110
Actuated Cycle Length: 110
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBWB, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.65
Intersection Signal Delay: 24.4 — Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 62.9% — ICU Level of Service B
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 92: Plz Manuel Alcantara/Av. Andalucía



Lanes, Volumes, Timings
94: C/ Honduras & C/ Santa Elena

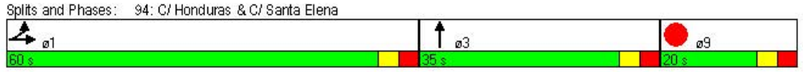
Intervalo: 14:00 - 15:00

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	172	176	0	0	0	0	0	263	38	0	0	0
Satd. Flow (prot)	0	1680	0	0	0	0	0	1692	0	0	0	0
Flt Permitted		0.976										
Satd. Flow (perm)	0	1680	0	0	0	0	0	1692	0	0	0	0
Satd. Flow (RTOR)												
Lane Group Flow (vph)	0	348	0	0	0	0	0	301	0	0	0	0
Turn Type	Split	NA						NA				
Protected Phases	1	1						3				
Permitted Phases												
Total Split (s)	60.0	60.0						35.0				
Total Lost Time (s)		6.0						6.0				
Act Effct Green (s)		54.0						29.0				
Actuated g/C Ratio		0.47						0.25				
v/c Ratio		0.44						0.70				
Control Delay		36.3						44.7				
Queue Delay		0.0						2.0				
Total Delay		36.3						46.6				
LOS		D						D				
Approach Delay		36.3						46.6				
Approach LOS		D						D				

Intersection Summary

Cycle Length: 115
Actuated Cycle Length: 115
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 1:EBTL, Start of Green
Control Type: Pretimed
Maximum v/c Ratio: 0.70
Intersection Signal Delay: 41.1 — Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 51.7% — ICU Level of Service A
Analysis Period (min) 60

Splits and Phases: 94: C/ Honduras & C/ Santa Elena



Apéndice 4.- Resultados de las encuestas origen-destino

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 8:00-9:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
1	c/ Rafael Maria de Labra		26		1								Av. Luis Buñuel		24			1							1
2	Los Girasoles		148		1								C/ Velarde		22			1							1
3	C/ Frank Capra		43		1								C/ Diego de Vergara		22			1							1
4	Atabal		125		1								Hospital Materno		25			1							1
5	C/ Maestro Pablo Luna		39		1								Av. Simon Bolivar(bar el pescaito)		17			1							1
6	Av. San Sebastian		23		1								C/ Bidasoa		16							1			1
7	Benajarafe		71		1								Hospital Pascual		85			1							1
8	c/ Navarro Ledesma		116		1								Hospital Civil		181			1							1
9	C/ Competa		48		1								Hospital Civil		181			1							2
10	Haza del campillo		23		1								Mangas Verdes		99			1							1
11	Almogia (Pueblo)		121		1								Hospital Civil		181			1							1
12	C/ Soliva		48		1								Av. Valle Inclan		34			1							1
13	Av. Carlos Haya		40		1								Puerto de la torre		122			1							1
14	Estepona		68		1								Hospital Civil		181						1				2
15	Zona Carrefour alameda		126		1								Hospital Materno		25						1				1
16	Puerto de la torre		122		1								Hospital Civil		181			1							1
17	Av. Ingeniero de la torre acosta		26		1								Casabermeja		70			1							1
18	C/ Juan de Riguerga (colonia santa ines)		116		1								Martinez de la Rosa		22			1							1
19	Av. Carlos Haya (cerca chapa)		39		1								Hospital Civil		181			1							1
20	C/ Capitan Huelin		26		1								Colmenar		70							1			1
21	Portada Alta		126		1								Hospital Materno		25			1							2
22	Av. Ingeniero de la torre acosta		26		1								Capuchinos		10			1							1
23	Nueva Malaga		39		1								San Jose		90			1							1
24	Alahurin de la Torre		68		1								Hospital Civil		181						1				2
25	Villanueva del Trabuco		70		1								Eugenio gross(mas adelante)		22			1							1
26	Zona Carlos Haya		40		1								Antequera		70			1							1
27	C/Antonio Chacon (torcal)		57		1								Hospital Civil		181						1				1
28	C/ Castilla		48		1								Hospital Materno		25						1				1
29	Los Millones		38		1								Zona Carrefour rosaleda		18							1			1
30	c/ Rafael Maria de Labra		26		1								Virreina		107			1							1

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 8:00-9:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
31	De la barriada		23		1								Salida de Málaga		70							1			1
32	Hospital Carlos Haya		42			1							Cristo de la Epidemia		85		1								1
33	Zona Carlos Haya		40		1								Olias		162								1		2
34	Huelin		108		1								Martinez de la Rosa		22			1							1
35	C/ Honduras		26		1								Cortijo Bazan		96			1							1
36	Campanillas		63		1								Hospital Pascual		85						1				1
37	C/ Zamarrilla		19			1							Blas de Lezo		35			1							1
38	Arroyo del cuarto		45		1								Las Frores		102			1							1
39	Av. Carlos Haya		40		1								c/ Huerto los claveles		11			1							1
40	Huelin		108			1							Blas de Lezo		35			1							1
41	Camino Orotaba		137		1								Ciudad Jardín		89			1							1
42	Huelin (29002)		108		1								Hospital Civil		181			1							1
43	c/ castilla		48		1								Plza. Victoria		83			1							1
44	Zona Carlos Haya		40		1								Ciudad jardin (polideportivo)		89			1							1
45	Estación de Cartama		69			1							A la barriada(varios clientes)		22			1							1
46	La Chapa		39			1							Jardin de Málaga		94			1							1
47	Puerto de la torre		122			1							c/ Eugenio gross		22		1								1
48	c/eugenio gross		22		1								camino de suarez		35							1			1
49	Av. Ingeniero de la torre acosta		26		1								Huerta Nueva		92			1							1
50	Huelin		108			1							Martiricos		24			1							1
51	c/ juan de ortega		125		1								C/ regente		21							1			3
52	La Chapa		39		1								Ejido		14			1							1
53	Av. Ingeniero de la torre acosta		26		1								Olletas		86			1							1
54	Alcala del Valle (Pueblo)		69		1								Hospital Materno		25						1				3
55	Fuengirola		68		1								Hospital Civil		181						1				2
56	Av. Barcelona		20		1								Tarifa		68			1							1
57	c/ santa elena		26		1								Alegria de la huerta		93			1							1
58	Hospital Carlos Haya		42			1							Hospital materno		25			1							1
59	c/ La union		128		1								Limonar		170			1							1
60	Fuente de colores		116			1							c/ Luchana		21		1								1

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 8:00-9:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								
nº	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Ocupación veh.
61	La chapa		39		1								Huelin(playa)		58								1		1
62	Puerto de la torre (29190)		122		1								c/ Eugenio gross		22								1		1
63	Sevilla (ciudad)		70			1							c/ Eugenio gross		22			1							1
64	Carretera cadiz(Las delicias)		149			1							c/ Eugenio gross		22			1							1
65	Portada Alta		126		1								Zona Hospital Civil		22			1							1
66	Av. Ingeniero de la torre acosta		26		1								Antequera		70			1							1

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 8:00-9:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
1	Miraflores		34		1								Fuengirola		68			1							1
2	Pasaje Saturno		35		1								Palacio de Justicia		43			1							1
3	La Palma		104		1								Camino de Suarez		35			1							1
4	El Palo (Villafuerte)		76		1								Av. Aurora		29			1							1
5	C/ Galera		35		1								C/ Esperanto		28			1							1
6	Ciudad Jardin (Jardín de Málaga)		94		1								Paseo de los tilos		52			1							1
7	Rincon de la Victoria		71		1								Centro Historico		2			1							1
8	Martiricos		24		1								Velez-Malaga		71			1							1
9	C/ guadalen		104		1								Cruz de Humilladero (Mercadillo)		50			1							2
10	Algarrobo Costa		71		1								C/ Esperanto		28			1							1
11	C/ Pepe Santiago		17		1								El Corte Ingles centro		28			1							1
12	C/ Jandula		16		1								El ensanche centro (sojo)		5			1							1
13	Velez-Málaga		71		1								C/ Compositor lember ruiz		28			1							1
14	Fuenteolleta		86		1								Pasaje Gorbea(plza. Basconia)		23			1							2
15	Av. Jane Bowles		107		1								C/ Compositor lember ruiz		28			1							1
16	C.C.Carrefour Rosaleda		18			1							Martinez de la rosa		23			1							1
17	Rincon de la Victoria		71		1								C/ Eugenio gross		23			1							1
18	Rincon de la Victoria		71		1								C/ Eugenio gross		23			1							1
19	Zona Materno		17		1								Av. America		29			1							1
20	La Palma		104		1								Cruz de Humilladero (Mercadillo)		50			1							2
21	Parque del Sur		101			1							Carranque		46			1							1
22	Fuenteolleta		86			1							Plza. Basconia		23			1							1
23	Cala del Moral		71		1								Camino de Suarez		35			1							1
24	Casabermeja		70		1								Estación de Autobuses		27			1							2
25	El Palo (Arroyo Jaboneros))		172		1								Martinez maldonado		23			1							1
26	Torre del Mar		71		1								C/ Eugenio gross		23			1							1
27	La Palmilla		105			1							Centro Historico		2			1							1
28	Ciudad Jardin (Los Cipreses)		98		1								Camino de Suarez		35							1			2
29	Ciudad Jardin (Sagrada Familia)		15		1								C/ luis braile		26			1							1
30	zona carrefour rosaleda		18		1								Plza. Basconia		23							1			2

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 8:00-9:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								
nº	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Ocupación veh.
31	Zona materno		17		1								C/ Pacifico	32	58			1							2
32	C/ Blas de lezo		35		1								Poligono Guadalhorce		67			1							1
33	Ciudad Jardin (Huerta Nueva)		92		1								Puerto(muelle Heredia)		5						1				1
34	Ciudad Jardin (Huerta Nueva)		92		1								Av. Aurora		29			1							1
35	Velez- Malaga		71		1								Fuengirola		68			1							1
36	La Roca		24		1								Gamarra		23			1							1
37	Ciudad Jardin		89		1								C/ Prensa		26			1							1
38	La Palma		104		1								Mercado de Huelin		112					1					2
39	Almuñecar		71		1								Blas de Lezo		35				1						4
40	Puerto de la torre		122										Camino de Suarez		35							1			1
41	La Palma		104		1								Cruz de Humilladero (mercadillo)		50										2
42	Rincon de la Victoria		71		1								Cartama		69			1							1
43	La Palma		104		1								Oficina de Extranjeria		46							1			3
44	La Palma		104		1								Av. Aurora		29			1							2
45	Ciudad Jardin (Huerta Nueva)		92		1								Av. Aurora		29			1							1
46	Benalmadena		68		1								C/ Eugenio gross		23			1							1
47	Virreina		107		1								Torremolinos		68			1							3
48	Rincon de la Victoria		71		1								Carranque		46						1				1
49	C/ Bresca		35		1								Centro Historico		2			1							1
50	Cordoba		70		1								Av. Andalucia		47			1							2
51	C/ Eslava		27		1								C/Armengual de la Mota		30			1							1
52	Cala del Moral		71		1								C/ Eugenio gross		23							1			1
53	La Palmilla		105		1								Cruz de Humilladero centro de salud		128						1				1
54	cala del moral		71		1								Carranque		46							1			2
55	Rincon de la Victoria		71		1								Av. Carlos Haya		40		1								2
56	Fuenteolletas		86		1								Zona Hospital Civil		22			1							1
57	La Palma (C/ esla)		104		1								La Princesa (huelin)		113			1							5
58	c/ Blas de Lezo		35		1								Benalmadena		68			1							1
59	Colmenar		70		1								El Corte Ingles centro		28					1					2
60	La Palma		104		1								Cruz de Humilladero		50			1							1

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 8:00-9:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								
nº	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Ocupación veh.
61	C/ Zamorilla		99			1							C/ Martinez Maldonado		23			1							2
62	Arroyo de los Angeles (c/turut)		34			1							C.C. Vialia		49			1							1
63	Teatinos (Editor Angel cafarena)		118			1							Av. Carlos Haya		40			1							1
64	Ciudad Jardin (los casinis)		97		1								Camino de Suarez		35			1							2
65	Colmenar		70			1							C.C. Larios (Eroski)		29			1							1
66	C/ la defensa		17		1								Av. Carlos Haya		40			1							1
67	Ciudad Jardin (Jardín de Málaga)		94		1								Carranque(a la mutua)		47						1				1
68	Rincon de la Victoria		71		1								Gamarra		23			1							1
69	Clinica el Angel		127						1				Estación de cartama		69		1								2

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 14:00-15:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

nº	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
1	Centro Historico		2			1							c/Pelayo		22			1							1
2	Benalmadena		68							1			Granada		70								1		4
3	Hospital Carlos Haya		42			1							Hospital Materno		25			1							1
4	Hospital Carlos Haya		42							1			El palo		74		1								1
5	Hospital Carlos Haya		42							1			C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					1
6	Puerto de la torre		122			1							Ciudad Jardín(San Jose)		90		1								1
7	Hospital El Clinico		72			1							Hospital Materno		25			1							1
8	Hospital Carlos Haya		42							1			c/ Cataluña		22									1	4
9	Servicio Andaluz de Empleo (Gamarra		26							1			La Palma		104		1								4
10	Zona Heroe de Sostoa (Lidel)		113		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					3
11	Huelin(Playa)		58								1		La Roca		24		1								3
12	La Chapa (Gasolinera)		39					1					Hospital Materno		25							1			1
13	Hospital Carlos Haya		42							1			Plaza del Ejido		14		1								2
14	Zona Carlos de Haya		40					1					Ciudad Jardín		89		1								1
15	Ciudad de Justicia		43							1			Velez-Malaga		71		1								1
16	Av. Carlos de Haya		40									1	Av. Blas de lezo		35									1	1
17	Eugenio Gross(cerca de encuesta)		22		1								Capuchinos		10			1							2
18	Hospital Carlos Haya		42			1							C/ Tejares		35		1								1
19	Camino la corta		33			1							C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					1
20	El Palo (Cerrado Calderon)		66		1								Av. Capuchinos		14								1		1
21	Trinidad		20		1								Miraflores Angeles		34							1			1
22	c/ poeta Concha mendez(centro)		83			1							Portada Alta		127		1								1
23	c/Soliva		48			1							Camino Suarez		35		1								1
24	Puerto de la torre		122			1							c/ Rafaela		22			1							2
25	La cala del moral		71		1								La Roca		24							1			1
26	Carranque		46							1			Av. Blas de lezo		35			1							1
27	Servicio Andaluz de Empleo (El palo)		173							1			Casabermeja		70		1								1
28	c/ cuarteles		27			1							Ciudad Jardin (gimnasio Go Fit)		12							1			1
29	Centro Historico		2					1					La Palma		104		1								1
30	Av. Moliere (Bomberos)		157			1							Av. Blas de lezo		35		1								1

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 14:00-15:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

L

nº	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
31	Fuengirola		68		1								Zona Materno		17							1			2
32	Canasta de Armengual		30			1							La Palma		104		1								1
33	c/alcalde diaz zafra		55			1							Zona Materno		17			1							1
34	Hospital Carlos Haya		42			1							Fuenteolletas		86		1								2
35	Zona Carlos de Haya		40			1							c/ victoria		83		1								1
36	Av. Ingeniero Torre Acosta		26			1							Antequera		70			1							1
37	Martinez Maldonado		23			1							C.C. Carrefour Rosaleda		18			1							2
38	Av. Carlos de Haya		40					1					Zona carrefour rosaleda		18		1								1
39	Alahurin de la torre		68			1							Hospital Materno		25						1				2
40	Playa la misericordia		58								1		Martinez de la rosa		22		1								2
41	Carlinda		32										Fuenteolletas		86			1							3
42	c/ Ayala		111			1							Zona Materno		17								1		1
43	Zona Comisaria de Policia principal		54			1							Ciudad Jardín		89		1								1
44	c/Gaucin		142			1							Hospital Materno		25							1			1
45	Plza. Manuel Azaña		54			1							Fuenteolletas		86		1								1
46	El Palo (monte sancha-limonar)		170			1							Hospital civil		181			1							4
47	Zona sacaba(entrada metro)		156		1								Hospital Materno		25			1							1
48	Colonia santa ines		116			1							Ciudad Jardín		89		1								1
49	Antonio Luis Carrion	7	53		1								Hospital Materno		25							1			3
50	c/ La Unión		131			1							Olletas		86		1								1
51	Carretera cadiz		57		1								Ciudad Jardín		89		1								1
52	Perchel(centro de salud)		5			1							La Roca (Centro de salud)		17			1							2
53	De la zona (cerca de la encuesta)		22			1							Ciudad Jardín		89		1								1
54	Av. Carlos de Haya		40			1							Zona Hospital Civil		22		1								1
55	Av. Carlos de Haya		40					1					Miraflores Angeles		34							1			1
56	valle de Abdalagin		70		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					2
57	c/Marmoles		20			1							La Palma		104		1								1
58	Hospital Carlos Haya		42			1							Eugenio Gros (cerca encuesta)		22		1								2
59	Hospital Carlos Haya		42						1				Trinidad		20		1								1
60	Av. Aurora		29			1							Torre de Mar		71			1							2

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 14:00-15:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
61	C.C. El corte ingles (centro)		28					1					c/Domingo lozano		23		1								2
62	Muelle 1		73								1		c/Maria teresa León		17		1								3
63	Carranque (el fuerte)		51							1			Arroyo de los Angeles		17		1								1
64	Tiro pichon		133			1							Camino Suarez		35			1							1
65	Playa la Malagueta		73								1		c/Carraca		35			1							1
66	Av. Sor teresa prat		152			1							c/ Pajaritos		22			1							2

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 14:00-15:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

nº	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
1	Plaza de la Merded		6			1							av. Galvez ginachero		21			1							1
2	Competa (pueblo)		71		1								Centro Historico		2								1		2
3	C/ Blas de Lezo		35			1							c/ eugenio gross		23			1							1
4	Rincon de la victoria		71		1								Delegación de Educación		2							1			1
5	Antequera		70		1								Av. Andalucia		28								1		4
6	Fuenteolleta		86		1								Canasta Av Aurora		52								1		3
7	Cerrado calderon		24		1								Camino de suarez		35							1			1
8	Plaza Martiricos		18		1								Servicio Andaluz de Empleo Gamarra		26							1			1
9	La roca		24			1							c/ eugenio gross		23		1								2
10	C.C. Carrefour Rosaleda		18			1							C.C. Vialia		49			1							1
11	Gimnasio Go Fit de Segalerva		12								1		c/ martinez maldonado		23		1								1
12	Puerto de la torre		122		1								Playa de Huelin		58								1		2
13	Granada		22			1							Estepona		68			1							1
14	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Av. Carlos de Haya		40		1								2
15	La roca		24		1								El Corte ingles centro		28					1					2
16	Hospital civil		181						1				Yunquera		69		1								2
17	La Victoria		9		1								El corte Ingles centro		28					1					2
18	c/ salitre		25			1							c/Martinez de la rosa		23			1							1
19	La Palma		104		1								c/ eugenio gross		23								1		1
20	Rio Gordo		70		1								C.C. Vialia		49					1					2
21	Ciudad Jardin(polideportivo-jacinto be		89			1							c/ martinez de la rosa		23		1								1
22	Hospital materno		25						1				c/virgen de la cabez		46		1								1
23	C/ tajares		35							1			Alahurin de la torre		68		1								1
24	La Palmilla		105		1								C/ la Union (la manzana rota)		128					1					3
25	C/ Blas de Lezo		35			1							Pasaje Begoña		23			1							1
26	Hospital materno		105			1							Centro Historico		2								1		1
27	C/ Ebro		104		1								Camino de suarez		35							1			1
28	Ciudad Jardin(jardin de málaga)		94		1								Camino de suarez		35					1					4
29	c/ mexico		40		1								Mercadona (miraflores)		35					1					3
30	Ciudad Jardin		89								1		Camino de suarez		35								1		1

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 14:00-15:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
31	Hospital pascual		85						1				Martinez Maldonado		23								1		1
32	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Nueva Malaga		39		1								2
33	Zona Rosaleda		18							1			c/ eugenio Gross		23		1								1
34	Torremolinos		68			1							c/ blas de lezo		35		1								1
35	C/ pedro gomez sanchez		34					1					Nueva Malaga		39					1					3
36	C.C. Carrefour Rosaleda		18			1							C.C. Vialia		49			1							1
37	Molinillo		11			1							Paseo de los tilos		52			1							1
38	Av. San sebastian		23			1							Camino suarez		35			1							1
39	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Eugenio gross (Echeverria)		23		1								1
40	Rincon de la Victoria		71			1							La Chapa		39			1							1
41	Puerto de la torre		122		1								Av. Andalucia	34	50			1							2
42	Algeciras		68		1								Centro Historico		2								1		1
43	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Camino suarez		35					1					1
44	Velez- Malaga		71			1							Estación de autobuses		129			1							1
45	Carreteria		3			1							Nueva Malaga		39		1								1
46	La Palma (c/ ebro)		104		1								Huelin (mercadillo)		145			1							1
47	Carlinda		32		1								Muelle 1		73								1		2
48	Capuchinos		10			1							av. Herrera oria (Konica minolta)		45			1							1
49	ciudad jardin		89			1							Gamarra		23		1								1
50	ciudad jardin (Jacinto Benavente)		89		1								C.C. Vialia		49								1		1
51	Molinillo		11			1							Zona Carlos Haya		40			1							1
52	Blas de Lezo (correos)		22							1			Martinez de la Rosa		23		1								1
53	Hospital materno		25			1							Estación de Autobuses		129			1							1
54	La Palmilla		105		1								Cruz de Humilladero		131							1			1
55	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					c/Lopez blanco		36		1								2
56	Montes de Malaga		87		1								Esquina telefonica		23							1			1
57	Puerto de la torre		122		1								Poligono Guadalhorce		67			1							1
58	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Huelin(plza. Ricardo orueta duarte)		151		1								1
59	Av. Simon bolivar		17			1							Av. Aurora		29		1								1
60	Chilches		71		1								Misericordia(Paseo Maritimo)		58								1		3

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 14:00-15:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
61	El palo(la pelusa)		80		1								c/ Martinez Maldonado		23			1							2
62	Hospital Materno		25			1							Hospital Carlos Haya		42			1							1
63	Torre de benagarbon		71		1								Carranque (mutua)		47						1				1
64	Ciudad Jardin		89		1								La chapa		39								1		3
65	c/Montserrat roig		17		1								Gamarra		23							1			1
66	Ciudad Jardín (Emilio Diaz)		12		1								zona Carlos Haya		40							1			1

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 20:00-21:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

nº	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
1	La Chapa		39		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					3
2	Zona Carlos Haya		40		1								Campo futbol la rosaleda		18						1				1
3	Carranque		46		1								La Roca		24							1			2
4	Puerto de la torre		122		1								Ciudad Jardin		89							1			1
5	c/Genoveses		37		1								Nueva Malaga		39								1		1
6	Martinez Maldonado		23					1					c/Eugenio Gross		22							1			2
7	Carranque		46							1			La Palma		104		1								1
8	La Chapa		39							1			Cerrado Calderon		66		1								1
9	Puerto de la torre		122		1								Molinillo		11							1			2
10	zona comisaria principal		54			1							Villanueva del trabuco		70		1								1
11	Av. Ingeniero de la torre acosta		26			1							Camino los almendrales		87			1							1
12	Zona Carlos Haya		40		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					1
13	Puerta Blanca		155		1								Hospital Materno		25							1			2
14	Barbalera		54		1								zona Campo futbol la rosaleda		18							1			1
15	C.C. Vialia		49			1							C.C. Carrefour Rosaleda		18			1							1
16	Campo de futbol Malaca		45								1		Trinidad		20		1								3
17	c/Jacinto verdaguer		27		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					1
18	Av. Carlos Haya		40			1							Arroyo de los Angeles		34		1								2
19	Av. Carlos Haya	122	40		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					1
20	Carranque		46							1			Cala del Moral		71		1								1
21	Poligono Guadalhorce		67			1							Plza. Bailen		14		1								1
22	Huelin		108			1							c/Eugenio Gross		22		1								1
23	c/antonio luis carrion		53		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					5
24	Huelin		108			1							La Roca		24		1								1
25	Prolongación Alameda(av. Andalucia)		47					1					Torre del Mar		71		1								2
26	c/competa		48		1								c/Eugenio Gross		22						1				1
27	Playa de Huelin		58								1		La palma		104		1								1
28	Av. Carlos Haya		40			1							Segalerva (gimnasio Go Fit)		12								1		1
29	Hospital Clinico		72						1				c/Armengual de la mota		30		1								2
30	Comisaria de policia principal		54							1			Av. Barcelona		20		1								2

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 20:00-21:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

L

nº	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
31	Centro Historico		2		1								La roca		24								1		1
32	Aeropuerto		174			1							Zona carrefour rosaleda		18		1								1
33	Carranque		46		1								Ciudad Jardin		89			1							2
34	Carretera de cadiz		57		1								Av. Valle Inclan		34					1					1
35	Av. Carlos haya		40		1								Cristo de la epidemia		85							1			1
36	Puerto de la torre		122		1								Cristo de la epidemia		85							1			1
37	C/Competa		48			1							Añoreta (rincon de la victoria)		71		1								1
38	Nueva Malaga		39								1		C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					2
39	Torcal		57			1							C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					1
40	Tiro Pichon		133		1								C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					2
41	Parque del oeste		152							1			Bailen		22		1								1
42	Cmno San Rafael	40	55			1							Hospital Civil		181						1				1
43	Segalerva(Gimnasio Go Fit)		12								1		La Palma		104		1								1
44	ballesol Residencia 3ºEdad		127							1			c/sebastian eslava	12	35		1								2
45	Haza de Cueva		26		1								Benajarafe		71								1		2
46	Poligono Industrial Alameda		137			1							Fuenteolleta		86		1								1
47	c/general sanjurjo		23							1			Ciudad Jardin(Hermanos Alvarez quin		89		1								1
48	Puerto de la torre		122			1							c/Eugenio Gross		22		1								1
49	Torremolinos		68		1								c/don juan de austria		21							1			1
50	Carranque		46								1		c/Malaquias		9		1								1
51	Av. Europa (Dos Hermanas)		144		1								La Roca		24							1			1
52	Carranque		46		1								Av. De Fatima(iglesia)		21									1	4
53	Portada Alta		127		1								Bailen		22		1								2
54	La chapa		39					1					Fuenteolleta		86		1								2
55	Huelin		108								1		c/martinez de la rosa		22								1		2
56	Puerto de la torre		122		1								c/cataluña		22							1			2
57	Playa misericordia		58								1		Miraflores		34		1								5
58	Parque Mediterraneo		152		1								Hospital Materno		25						1				2
59	Carretera de cadiz		57		1								Ciudad Jardin		89					1					2
60	c/zamora		76		1								Las flores		102		1								2

Sección de encuesta c/ Eugenio Gross - c/ González Anaya
Sentido Norte
Intervalo 20:00-21:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
61	centro historico		2								1		Los cipreses		98		1								1
62	Los millones		38		1								Segalerva		12								1		3
63	Camino de antequera		48			1							Alegria de la huerta		93		1								2
64	Arroyo del cuarto		45			1							La mosca		171		1								2
65	La Princesa		113				1						La bresca		35		1								1

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 20:00-21:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
1	Sevilla(ciudad)		70		1								c/ Eugenio Gross		23							1			2
2	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Centro Historico		2								1		2
3	Huelin		108		1								Miraflores (tienda Navarro Hermanos		36					1					1
4	Zona Materno		17										c/virgen del pilar		51								1		2
5	Segalerva		12		1								Camino de suarez		35								1		1
6	Carlinda		32		1								C.C. Larios (eroski)		29					1					2
7	Ciudad Jardin(Jardín de Málaga)		94		1								Plza. Basconia		23					1					2
8	Torremolinos		68		1								Cmn San Rafael (mercadona)		55					1					2
9	Av. Blas de lezo		35		1								Almogia		121			1							1
10	La Palma		104							1			Nueva Malaga		39		1								1
11	Av. Blas de lezo		35		1								C.C. Larios (eroski)		29								1		1
12	C.C. Carrefour Rosaleda		18			1							C/ la union		128		1								1
13	Limonar		170			1							Plza. Basconia		23		1								1
14	Miraflores Angeles		34			1							La chapa		39			1							1
15	Ciudad Jardín(jardín de Málaga)		94		1								Cruz de Humilladero		131							1			1
16	Ciudad Jardin (Polideportivo)		89			1							Martinez de la rosa		23		1								1
17	Las Flores		102			1							c/ Horacio lengo		50		1								1
18	Las Flores		102			1							Churriana		159		1								3
19	Segalerva		12		1								Hospital Carlos Haya		42						1				2
20	Caleta de Velez		71		1								Puerto(cabaret maldito)		31								1		4
21	La Victoria		9		1								C.C. Vialia		49								1		4
22	Ciudad Jardín		89		1								Gamarra		23							1			1
23	c/ sebastian eslava		35							1			Puerto de la torre		122		1								3
24	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Nueva Malaga		39		1								1
25	c/ Nicolas Salmeron		35		1								c/ Eugenio Gross		23					1					1
26	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					San Andres		143		1								2
27	Miraflores Angeles		34		1								Perchel Norte		30			1							1
28	Miraflores Angeles		34		1								C.C. Vialia		49								1		2
29	Ciudad Jardin (sagrada familia)		15			1							c/ Eugenio Gross		23			1							1
30	c/Sebastian Eslava		35			1							Rincon de la Victoria		71		1								2

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 20:00-21:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
31	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Zona Vialia		27		1								2
32	Av. Palmilla		16		1								c/ Eugenio Gross		23							1			1
33	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Playa la Malagueta		73								1		3
34	Av. Blas de lezo		35		1								El Molinillo		11							1			1
35	La Palma (c/ deva)		104		1								Av. blas de lezo		35								1		2
36	San Pedro de Alcantara		68			1							Camino Suarez		35			1							1
37	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					San Andres		143		1								2
38	Segalerva(gimnasio Go Fit)		12								1		c/ La Union		131		1								1
39	Estepona		68			1							c/ Jazmines		36		1								1
40	Miraflores Angeles		34		1								C.C. Larios		29					1					1
41	C.C. Carrefour Rosaleda		18								1		c/ Eugenio Gross		23		1								1
42	Rincon de la Victoria		71							1			c/ Eugenio Gross		23		1								1
43	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Av. San Sebastian		23		1								2
44	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Colonia Santa Ines		116		1								1
45	Fuenteolleta		86			1							c/ Eugenio Gross		23			1							1
46	Los cipreses		98					1					La chapa		39		1								1
47	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Nueva Malaga		39		1								2
48	Cortijo Bazan		96					1					La chapa		39		1								1
49	Zona Plaza Victoria (jardin de los mon		83		1								Camino Suarez		35		1								3
50	Zona Materno		17		1								C.C. Larios		29								1		2
51	Puerto de la torre		122		1								Centro Historico		2								1		2
52	Virreina		107		1								Av. Pacifico (Paseo Maritimo)		58								1		3
53	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Teatinos		117		1								3
54	Av. Blas de lezo		35			1							Cruz de Humilladero		131		1								1
55	C.C. Carrefour Rosaleda		18		1								Plza. Basconia		23		1								1
56	Miraflores Angeles		34		1								c/ Eugenio Gross		23			1							1
57	Torre del Mar		71		1								Camino Suarez(mercadona)		35					1					2
58	c/ victoria		83		1								zona Carrefour Alameda		126							1			2
59	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					Camino de Suarez		35		1								1
60	La Roca		24		1								Huelin		108								1		2

Sección de encuesta c/ Blas de lezo - Camino de Suarez
Sentido Sur
Intervalo 20:00-21:00

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

	Origen				Actividad en origen								Destino				Actividad en destino								Ocupación veh.
nº	Calle/Avenida/zona	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	Calle/Avenida	nº	ID	Distrito	Casa	Trabajo	Estudios	Compras	Sanidad	A.Pers	Ocio	Otros	
61	c/eresma		104		1								Centro Historico		2								1		3
62	c/monda		89		1								Plza.Strachan		26							1			1
63	c/ Nicolas Salmeron		35		1								Ensanche centro(sojo)		5								1		2
64	C.C. Carrefour Rosaleda		18					1					c/Pajaritos		22		1								1
65	c/Emilio Diaz		89		1								La Union		128								1		1

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

ANEJO Nº 8 AUSCULTACIÓN

Fichero: TMM6202APR0_A08-Auscultación_Rev01.docx

Lista de Revisiones anteriores

Fecha	Revisión modificada	Causa de la modificación
Mar-2016	Rev00	Informe supervisión

Equipo Redactor

Redactado:	Revisado y aprobado:
Mª Isabel Fiestas Carpena	**Juan Herrera Moscardó** **Marzo 2016**

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN..... 2

2.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA DE AUSCULTACIÓN..... 2

3.- DEFINICIÓN DE MAGNITUDES A CONTROLAR. 3

3.1 Descripción general de las obras..... 3

3.2 Zonificación. Criterios de diseño. 7

3.2.1 Tramo entre pantallas y rampa 7

3.2.2 Tramo en superficie 9

3.3 Magnitudes de control. 10

3.3.1 Tramo entre pantallas y rampa 10

3.3.2 Tramo en superficie 11

4.- DISPOSITIVOS DE CONTROL..... 11

4.1 Equipos para control topográfico 12

4.2 Tuberías extensométricas..... 12

4.3 Tuberías inclinométricas..... 13

4.4 Medidores de juntas..... 13

4.5 Clinómetros. 13

4.6 Piezómetros abiertos. 13

4.7 Células de presión total. 13

4.8 Extensómetros de cuerda vibrante. 13

5.- SITUACIÓN DE LA AUSCULTACIÓN. SECCIONES INSTRUMENTADAS. 14

5.1 Tramo entre pantallas y en rampa..... 14

5.1.1 Instrumentación extensiva 14

5.1.2 Instrumentación localizada..... 15

5.2 Tramo en superficie..... 15

6.- PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA. 16

6.1 Centralización..... 16

6.2 Lecturas manuales..... 17

6.3 Lecturas automatizadas o monitorizadas..... 17

7.- PLAN DE SEGUIMIENTO..... 17

8.- GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN. CENTRO DE CONTROL 18

9.- PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. 19

10.- UMBRALES DE RIESGO. PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN..... 20

11.- INFORMES DE SEGUIMIENTO O ESTADO..... 22

12.- EQUIPO HUMANO..... 23

APÉNDICE 1.- PLANTA DE AUSCULTACIÓN

APÉNDICE 2.- TRAMO SUBTERRÁNEO: SECCIONES DE AUSCULTACIÓN

Anejo nº 8 Auscultación

1.- INTRODUCCIÓN

La excavación de cualquier obra subterránea en suelos provoca una alteración en el estado tensional inicial del terreno, lo que se traduce en un campo de desplazamientos hacia la zona excavada cuya magnitud depende de diversos factores, asociados tanto a la naturaleza de los materiales como al procedimiento de excavación, el método constructivo elegido y la rigidez del sistema sostenimiento-terreno. En consecuencia, el diseño de los sistemas y procesos de excavación debe contemplar el fenómeno de la subsidencia para limitarlo dentro de parámetros admisibles por las propias obras y el entorno.

Para cumplir estos objetivos se instalarán los instrumentos y sistemas de auscultación que, en cada momento, permitan obtener información relativa a las reacciones del terreno., El control del grado de alteración en el entorno tiene particular importancia cuando, como es el caso del presente Proyecto, se contemplan excavaciones se proyectan en profundidad bajo una densa trama urbana, caracterizada por la presencia de edificaciones próximas y de infraestructuras, existentes en la zona de influencia y cuya integridad debe ser garantizada.

Durante la ejecución de las obras, el único procedimiento disponible para comprobar que los movimientos y esfuerzos realmente inducidos se encuentran por debajo de los umbrales admisibles, tanto para la propia obra como el entorno, es el seguimiento y lectura de estas variables. En puntos particularmente sensibles, es necesario disponer sensores de medida que permitan, mediante lecturas programadas, controlar estos aspectos a medida que se ejecuta la obra.

Esta necesidad quedó reglamentada con la aprobación, en 1998, de la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Obras Subterráneas para el Transporte Terrestre (IOS-98) por parte de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte, en la que se concluye que será obligatorio realizar un Proyecto de auscultación siempre que los movimientos, estáticos o dinámicos, inducidos por la excavación o por la presencia de la obra, puedan afectar a edificaciones, instalaciones industriales o de cualquier otro tipo.

Aunque actualmente esta norma se encuentra derogada, a falta de una normativa vigente equivalente dentro del ámbito comarcal de Málaga, su aplicación se considera adecuada.

En el presente anejo se incluye el estudio de auscultación correspondiente al proyecto “Prolongación de la Línea 2 del Metro de Málaga. Tramo: Guadalmedina- Hospital Civil”.

Este anejo se tomará como base para que el Contratista desarrolle el correspondiente “Plan de Auscultación”, adaptado a la construcción de la obra y cuyo alcance y contenido deberá someterse a la aprobación de la Dirección Facultativa.

La finalidad de la auscultación será controlar los movimientos de las estructuras y terrenos anejos a las obras durante las distintas fases de construcción, para poder garantizar la seguridad de la obra y su adecuación a las hipótesis y modelos de cálculo adoptados durante el diseño.

Con el fin de subrayar la importancia de este tema, es necesario destacar que la auscultación también contribuye a incrementar la seguridad de la obra, no sólo de cara a edificaciones o estructuras próximas, sino también de cara a los propios operarios, personal de mantenimiento y usuarios, y a mejorar y optimizar los diseños estructurales realizados en fase de proyecto, aumentando el conocimiento de posibles hipótesis de cálculo para el diseño y ejecución de futuras obras.

2.- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA DE AUSCULTACIÓN.

El diseño de un sistema de auscultación engloba un conjunto de tareas entre las que cabe citar las siguientes:

- Selección y definición de las magnitudes a controlar.
- Selección de los dispositivos de control y su ubicación.
- Definición de los sistemas y frecuencias de lectura.
- Definición de los sistemas de almacenamiento y tratamiento de la información.

Las magnitudes a controlar, con carácter general, son los esfuerzos sobre la estructura y las deformaciones sufridas por el terreno y edificios anejos, bien sea como consecuencia de la ejecución de la obra o de la reposición de servicios afectados.

Para ejercer el control adecuado sobre estas mediciones, previamente se establecen unos límites de referencia entre los que se prevé que oscilen los parámetros a controlar durante la ejecución de las obras. Estos valores límite permiten determinar cuáles son los dispositivos de instrumentación más adecuados en cada caso.

La ubicación de estos dispositivos se establece en función de diferentes factores que permiten zonificar la obra, de acuerdo con el riesgo atribuible a la ejecución de la misma.

La definición de todos los aspectos relativos al seguimiento de la instrumentación (frecuencia y sistemas de lectura, procedimientos de almacenamiento y análisis de datos, protocolos de actuación y emisión de informes) se realiza bajo la premisa de que el objetivo final de todo el sistema de auscultación es aportar información completa, fiable y actualizada sobre el comportamiento de la obra.

Para la realización de las lecturas se ha considerado la conveniencia de que se combinen tres sistemas:

- Seguimiento manual: La lectura de los dispositivos se realiza de forma manual, almacenándose los valores medidos en las correspondientes unidades portátiles de lectura para su posterior volcado a la base de datos del sistema.
- Seguimiento automatizado: las lecturas se realizan mediante una estación automática de adquisición, que las almacena hasta que son volcadas manualmente a un ordenador portátil y de este a la base de datos del sistema. Con la automatización se consigue incrementar la frecuencia de las lecturas, para un conocimiento más exhaustivo de la evolución de determinados parámetros en alguna fase constructiva, pero sin que esta información esté disponible constantemente en tiempo real en la base de datos.
- Seguimiento monitorizado: La lectura se realiza mediante una estación automática de adquisición, que las transmite directamente a la base de datos del sistema. De esta forma se establece un control en tiempo real entre los parámetros medidos y el avance en la ejecución de la obra.

La aplicación de uno u otro tipo de seguimiento se concretará en el Plan de Auscultación, en función del parámetro medido (posibilidad o no de automatización de las medidas y posible velocidad en la variación de la medida), de la fase constructiva y de los niveles de riesgo, con el criterio de optimizar los medios humanos y materiales empleados y garantizar la fiabilidad del sistema.

Una vez almacenadas las lecturas en la base de datos del sistema, se procederá al tratamiento de las mismas y a la comparación de los valores obtenidos con los previstos en la fase de proyecto.

Si durante la marcha de las obras apareciesen anomalías o se registrasen resultados diferentes a los previstos, que requieran de una interpretación, se pondrán en marcha los procedimientos previstos en esta situación, que previamente deberán haberse concretado en el Plan de Auscultación y sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Será necesario poner en práctica una organización que permita una interpretación fiable y rápida y tener establecida una cadena de transmisión de la información a los centros de decisión, con atribución clara de las responsabilidades de cada uno, de forma que no haya dudas ni retrasos a la hora de tomas decisiones correctoras en caso de que la auscultación detecte alguna posible anomalía.

3.- DEFINICIÓN DE MAGNITUDES A CONTROLAR.

3.1 Descripción general de las obras.

El trazado del Metro comenzará en la Estación de Guadalmedina, recorriendo las calles Armengual de la Mota y calle Hilera mediante túnel entre pantallas y rampa de salida a superficie. El tramo en superficie discurre partiendo de la calle Hilera, por las calles Santa Elena, Eugenio Gross y Blas de Lezo, finalizando antes de la intersección de esta última con la Avenida del Arroyo de los Ángeles.

Se trata de un tramo de unos 1,8 km de longitud, de los cuales los primeros 505 m discurren en túnel entre pantallas, 140 m en rampa, y el resto en plataforma tranviaria en superficie.

Tramo subterráneo ejecutado entre pantallas

El proyecto se inicia a partir de la estación subterránea de Guadalmedina. Su trazado está condicionado por el del proyecto Guadalmedina – RENFE. En el tramo inicial comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+100 el diseño del túnel entre pantallas está incluido en el proyecto Guadalmedina – RENFE, dentro de la estación de Guadalmedina, adaptando las pantallas al trazado final de las vías.

El tramo entre pantallas tendrá una longitud aproximada de 505 m, a partir de los cuales se inicia un tramo en rampa de salida a superficie de unos 140 m de longitud, llegando así hasta el p.k. 0+645. La pendiente mínima en todo el tramo será del 2%, siempre de modo ascendente en la dirección de avance del trazado.

En el punto de inicio, los ejes de las dos vías de la línea 2, discurren en la misma posición en planta, pero a dos niveles distintos. La diferencia de cota entre los ejes de ambas vías es de 5,90 m aproximadamente. La anchura libre entre pantallas proyectada es de 8,50 m y las pantallas tienen 1 m de anchura.

Conforme avanza el trazado bajo la Avenida de Andalucía, las plataformas de ambas vías se van separando, y va disminuyendo su diferencia de cotas. En este tramo de transición entre el tramo inicial y el tramo con las plataformas a la misma cota, se proyecta un muro de hormigón armado de separación entre vías. Se sigue manteniendo una anchura libre entre pantallas de 8,50 m.

Finalmente, cuando ambas plataformas están al mismo nivel, el tramo entre pantallas sigue manteniendo 8,50 m de anchura libre, y la distancia entre el eje de las vías y la losa superior es de 4,90 m. Bajo la losa de cimentación entre pantallas se sitúa una capa de material drenante con tubos dren de 200 mm de diámetro para evitar las presiones debidas al nivel freático.

Entre los p.k. 0+260 y 0+390 se implanta una vía de apartado en paralelo a las dos vías generales de la plataforma del túnel. En este tramo con tres vías la anchura libre entre pantallas es de 13 m. Bajo la losa de cimentación entre pantallas se sitúa una capa de material drenante con tubos dren de 200 mm de diámetro para evitar las presiones debidas al nivel freático.

Se proyecta entre los p.k 0+370 a 0+400 un pozo de ventilación de túnel y una salida de emergencia. Estas instalaciones se ubican ocupando el espacio en el que actualmente existe una pequeña isleta entre la calle Hilera y la calle Esperanto, de modo que no se tengan que realizar expropiaciones adicionales a las del viario público. Una vez finalizadas las obras solo quedarán visibles en superficie la rejilla de ventilación y el pequeño edificio para la salida de emergencia.

El tramo entre pantallas discurre hasta el p.k. 0+505, a partir del cual se inicia la rampa de salida a superficie, en la que las pantallas van disminuyendo su profundidad hasta llegar al p.k. 0+645.

En toda la sección en túnel, se incluye una zona destinada a ubicar los tubos de instalaciones, y los elementos necesarios para el correcto drenaje del túnel. Las aguas recogidas por el túnel que provienen del tramo en rampa, se enviarán a un nuevo pozo de bombeo que se ubicará en el entorno del p.k. 0+380, junto al pozo de ventilación y la salida de emergencia, puesto que todo el trazado discurre de forma descendente hasta el citado pozo.

A continuación se adjuntan imágenes de las distintas secciones proyectadas en el tramo subterráneo entre pantallas.

Figura 1. Sección tipo del tramo en túnel en la zona inicial del proyecto.

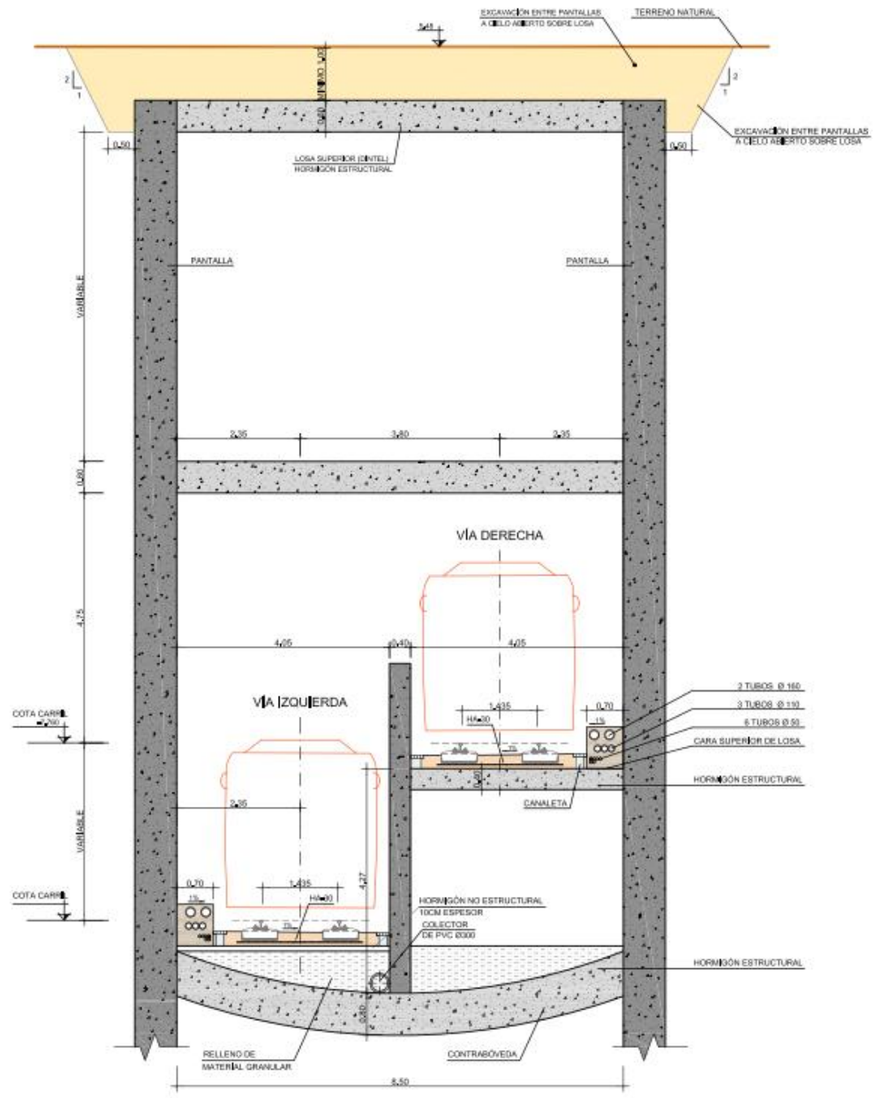
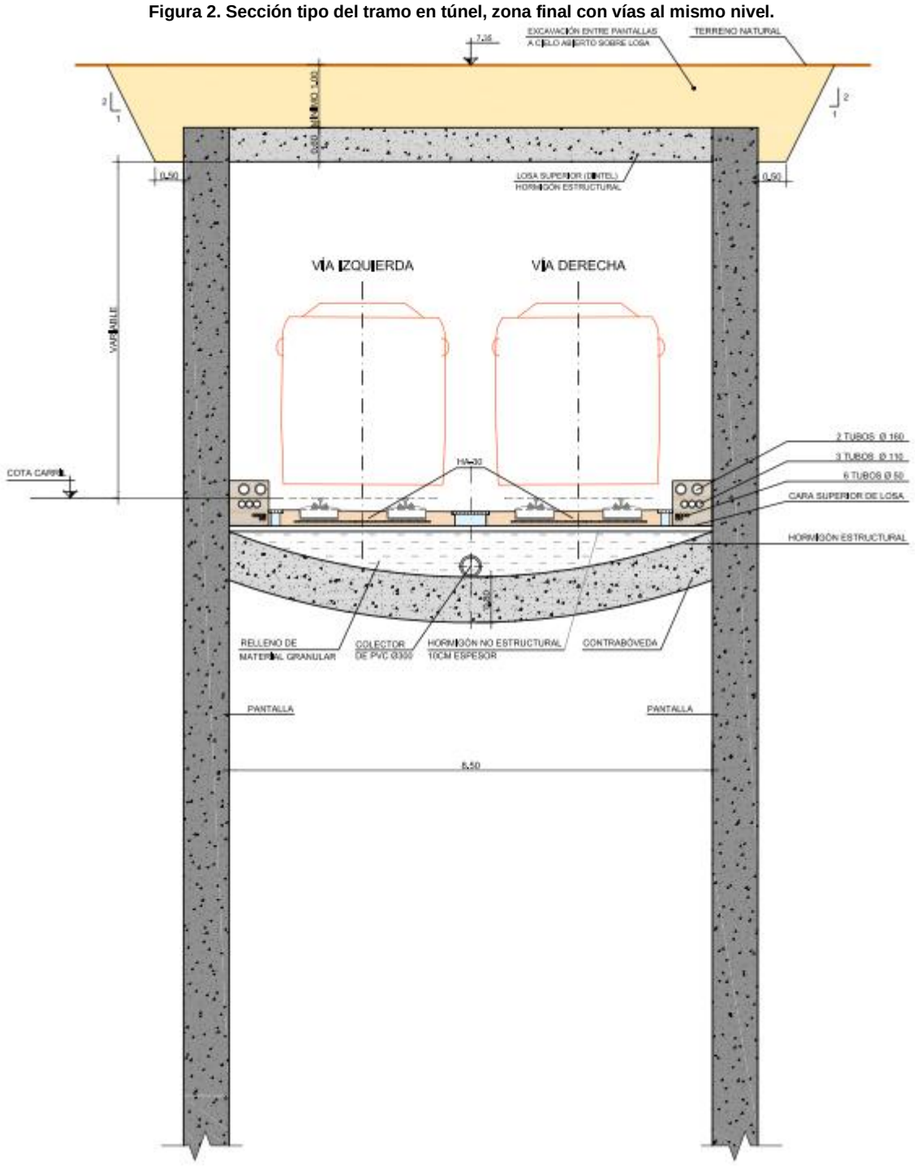


Figura 2. Sección tipo del tramo en túnel, zona final con vías al mismo nivel.



Durante el proceso de construcción de este tramo, se realizarán los desvíos de tráfico necesarios, y la adaptación del viario público (tanto para vehículos como peatones), de forma que la afección de las obras al funcionamiento normal de la ciudad sea la menor posible.

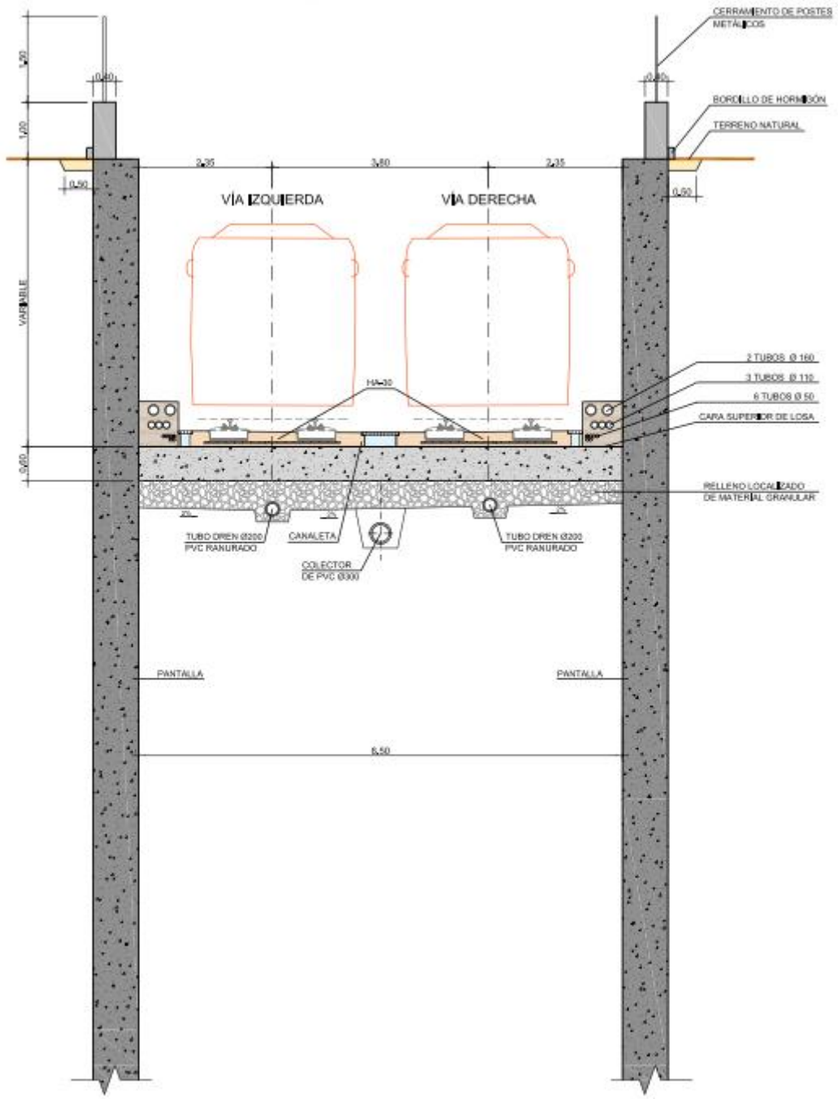
Tramo de transición. Rampa

Como se indica anteriormente, el tramo entre pantallas discurre hasta el p.k. 0+505, a partir del cual se inicia la rampa de salida a superficie, en la cual las pantallas van disminuyendo su profundidad hasta llegar al p.k. 0+645.

Todo este tramo se ubica en la calle Hilera. Se ha diseñado de forma que la ocupación en planta de la rampa coincida con la isleta central que divide los dos carriles de circulación actualmente existentes, de modo que la repercusión sobre las vías existentes sea la menor posible.

El tramo en rampa tiene una distancia entre pantallas de 8,50 m y va disminuyendo progresivamente su profundidad hasta llegar a la cota del terreno actual. La pendiente de la rampa es de un 5,8%.

Figura 3.- Sección tipo del tramo en rampa



Tramo en superficie

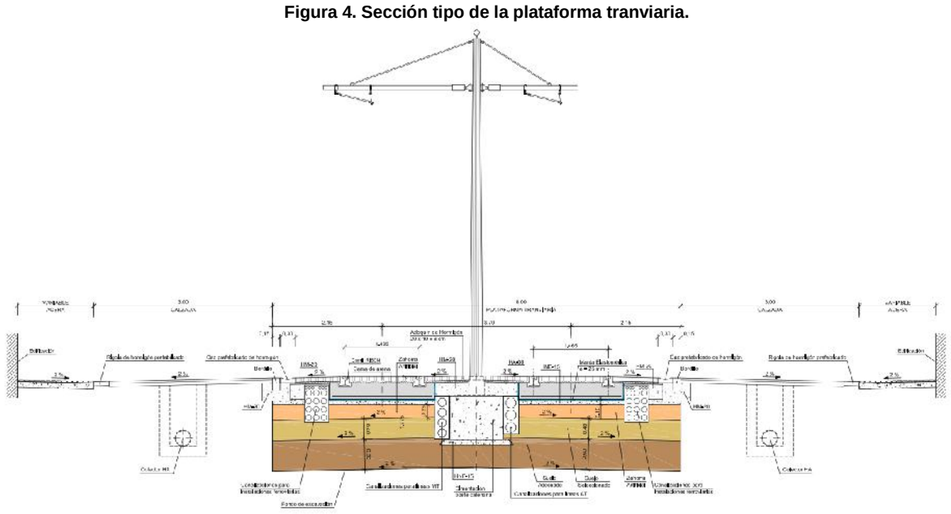
A partir del p.k. 0+645 y hasta el final del tramo, el trazado discurre en superficie, por el viario público de la ciudad de Málaga. El trazado en superficie discurre por las calles Hilera, Santa Elena, Eugenio Gross y Blas de Lezo. En este tramo se proyectan 4 paradas en superficie.

El trazado del tramo de metro en superficie, se caracteriza por poseer una plataforma tranviaria de 8 m de anchura, la cual se ubica en la zona central de las calles por las que discurre. La distancia entre los ejes de ambas vías es de 3,70 m. Las actuaciones proyectadas, mejora de cimentación de plataforma tranviaria, viales, etc., pueden alcanzar una profundidad que oscilará entre los 1,50 y 1,80 m, desde la rasante actual del terreno.

En la zona central, ubicados entre ambas vías, se situarán los postes correspondientes a la catenaria eléctrica, bajo la cual se ubican las canalizaciones eléctricas. También se prevén canalizaciones para instalaciones ferroviarias. El acabado de la plataforma tranviaria se proyecta con adoquín de hormigón.

Finalmente, se adjunta imagen de una de las secciones tipo de la plataforma tranviaria propuesta.

Figura 4. Sección tipo de la plataforma tranviaria.



3.2 Zonificación. Criterios de diseño.

Para el diseño de la instrumentación de la obra se han establecido una serie de factores mediante los cuales se establece una distribución (zonificación) de los niveles de riesgo.

Estos factores permiten determinar una serie de zonas más o menos homogéneas, a cada una de las cuales se le asigna un color indicativo del nivel de riesgo, que será el que defina el tipo de control a llevar a cabo.

Los criterios de riesgo aplicados son los que se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Criterios de zonificación del riesgo

Zonificación del riesgo		
Tipo		Medidas adoptadas
Verde	Riesgo pequeño	Procedimientos constructivos normales Densidad de instrumentación y frecuencia de lecturas bajas
Ámbar	Riesgo medio	Procedimientos constructivos normales Densidad de instrumentación y frecuencia de lecturas medias
Rojo	Riesgo alto	Procedimientos constructivos normales o modificados Densidad de instrumentación y frecuencia de lecturas altas

Los principales factores que permiten establecer el nivel de riesgo de un tramo determinado se describen a continuación.

En el presente anejo se va a establecer una distinción en el tratamiento de la instrumentación entre el tramo que discurre soterrado y el que discurre en superficie. De este modo, los criterios de instrumentación correspondientes a cada tramo (pantallas y rampa/superficie) quedarán recogidos en apartados diferentes.

3.2.1 Tramo entre pantallas y rampa

3.2.1.1 Método constructivo.

El método constructivo empleado en la ejecución de una obra subterránea lleva implícito un nivel de riesgo asociado, en la medida en que la adopción de uno u otro método condicionará la magnitud y tipología de movimientos en el entorno de la excavación.

3.2.1.2 Profundidad.

En el túnel entre pantallas, la profundidad viene caracterizada por el valor de la profundidad de excavación (H) y la máxima distancia entre puntos de arriostramiento (L), en cada una de las fases constructivas.

Con carácter general, se ha considerado el siguiente criterio:

Tabla 2. Nivel de riesgo considerado en función de la profundidad de excavación de la pantalla (H) y de la máxima distancia entre puntos de arriostramiento (L)

Nivel	Caracterización
Verde	H < 15 m ó L < 5 m
Ámbar	15 m < H < 20 m ó 5 m < L < 10 m
Rojo	H > 20 m ó L > 10 m

Atendiendo a la ambos criterios, se puede caracterizar la traza con un nivel ámbar hasta aproximadamente el PK 0+500, y verde en el resto.

3.2.1.3 Presencia de agua.

La presencia de agua en el frente de excavación supone un riesgo no sólo por la afección a la posible estabilidad del frente, sino también por los asientos que se puedan producir debido a la variación en los niveles de agua confinada en el terreno.

Con carácter general, se ha considerado el siguiente criterio:

Tabla 3. Nivel de riesgo considerado en función de la presencia de agua.

Nivel	Caracterización
Verde	No es previsible la presencia de niveles arenosos con agua en el frente de excavación.
Ámbar	Se interceptan niveles arenosos con posible presencia de agua.
Rojo	Se interceptan varios niveles arenosos con presencia de agua.

El trazado se caracteriza por la presencia de niveles arenosos (arenas y arenas con gravas y arenas limosas y limos arenosos) interceptados por las pantallas, con presencia de arcillas y limos en las capas inferiores, con un nivel de agua de proyecto que se sitúa en torno a la cota +2.0. Por este motivo, desde el punto de vista de la presencia de agua, todo el tramo que discurre entre pantallas queda caracterizado con nivel rojo.

3.2.1.4 Materiales excavados.

El tipo de material excavado, en el caso de túnel excavado entre pantallas, condiciona la magnitud de los empujes del terreno sobre las pantallas y de los desplazamientos del terreno situado en el trasdós de éstas.

Dado que estos parámetros ya son tenidos en cuenta de manera específica en el dimensionamiento de las pantallas y la obtención de los desplazamientos previstos (apartado 3.2.6.), este criterio no ha sido considerado en la determinación de niveles de riesgo.

3.2.1.5 Presencia de edificaciones o servicios próximos.

El problema de los movimientos que origina la excavación de una obra subterránea es su influencia sobre estructuras próximas.

Así, en trazados no urbanos, se pueden permitir subsidencias y movimientos horizontales de mayor magnitud que los que son tolerables en trazado urbano, cuando estos desplazamientos pueden afectar a edificios (de diferentes tipologías y usos y con distintos grados de conservación), servicios y otras estructuras.

En este apartado debe considerarse, por un lado, el riesgo con el que se debe caracterizar a los edificios afectados, que será función de su uso, tipo de cimentación y de estructura, número de plantas y estado de conservación. El estado general del edificio se ha definido en el correspondiente inventario de edificaciones realizado por CEMOSA. Por otro lado se ha considerado la distancia del edificio a la excavación (posibilidad de afección).

En un túnel ejecutado mediante pantallas, tanto el desplazamiento horizontal como el asiento máximo se producen en una zona próxima al trasdós, que alcanza una anchura media de hasta 0,5 H (profundidad de la excavación) ó 0,5 L (máxima distancia entre arriostramientos). Los desplazamientos se transmiten, en menor magnitud, hasta zonas situadas hasta tres veces esa anchura.

Con carácter general, se ha considerado el siguiente criterio:

Tabla 4. Nivel de riesgo considerado en función de la distancia de las edificaciones a la zona de excavación de las pantallas.

Nivel	Caracterización
Verde	Distancia > 2 H
Ámbar	0.5 H < Distancia < 2 H
Rojo	Distancia < 0.5 H

A partir de esa zonificación y de la información (tanto del estado de los edificios como de la posibilidad de afección) contenida en el inventario de edificaciones, se relacionan en la siguiente tabla los edificios que previsiblemente pueden verse afectados por las obras del tramo que discurre entre pantallas:

Tabla 5. Edificios del tramo que discurre entre pantallas que podrían verse afectados, según el Inventario de Edificios.

Referencia	Dirección	Número	Plantas sobre rasante	Plantas bajo rasante	Ciment.	Antigüedad	Daños	Vulnerabilidad
2I139_HI005	C/ Hilera	5	8	1	Superficial	1978	Bajo	Bajo
2I140_HU002	C/ Huéscar	2	4	1	Superficial	1975	Bajo	Bajo
2I141_HU004	C/ Huéscar	4	4	1	Superficial	1975	Bajo	Bajo
2I142_EP008	C/ Esperanto	8	13	0	Superficial	1975	Bajo	Medio
2I143_EP010	C/ Esperanto	10	13	0	Superficial	1980	Bajo	Medio
2I144_JE004	Pasaje Esperanto	4	14	1	Superficial	1975	Bajo	Medio

A la relación de la tabla anterior hay que añadir el edificio de C/Hilera 8, que consta de 8 plantas sobre rasante viaria y tres plantas bajo la misma y fue construido en 1985. Se desconoce el tipo de cimentación que tiene, pero lo más probable es que sea una losa. Su nivel de vulnerabilidad es medio.

Además, en la redacción del Plan de Auscultación de obra se deberá contemplar el caso específico del paso subterráneo para vehículos y peatones existente entre los edificios de El Corte Inglés en la intersección de las calles Hilera y Armengual de la Mota.

Se recogerá también de forma específica la auscultación de los edificios frontales del colegio San José de Calasanz.

Los edificios anteriores presentan en la actualidad un nivel de daños bajo, aspecto que deberá ser corroborado antes del inicio de los trabajos, al igual que sucede con el resto de los edificios del entorno de la actuación.

3.2.1.6 Previsión de movimientos inducidos.

Junto con la caracterización propia de las estructuras próximas a la excavación y su posición, también se debe tener en cuenta la existencia de riesgos en función de los movimientos esperados en superficie (o a la cota de cimentación de las estructuras) con motivo de la ejecución de las obras.

El criterio empleado para la zonificación de riesgos, en función de los movimientos esperados, es el de comparar los valores de desplazamientos previstos según los cálculos de Proyecto con los valores máximos admisibles por las estructuras afectadas. Estos valores máximos hacen referencia a su capacidad de soportar movimientos diferenciales y son, por tanto, independientes del tipo de terreno en el que esté cimentada la estructura.

Los valores máximos se suelen extraer de diferentes publicaciones (MV-101, norma TGL 11464 de la RDA, trabajos de Skempton-Mc Donnald, NLB inglesa, etc.).

Tabla 6. Movimientos diferenciales admisibles

Umbral de control	***Asiento (mm)***			***Distorsión angular***			***Deformación horizontal unitaria (%)***		
	Verde	***Ámbar***	***Rojo***	***Verde***	***Ámbar***	***Rojo***	***Verde***	***Ámbar***	***Rojo***
Zona sin edificaciones	*< 50*	*50 a 100*	*>100*	*< 1/100*	*1/100 a 1/50*	*> 1/50*	*< 1.5*	*1.5 a 2.0*	*> 2.0*
Edificios cimentados profundos o con losa en buen estado *Conducciones de no gas*	*< 20*	*20 a 30*	*>30*	*< 1/1000*	*1/1000 a 1/500*	*> 1/500*	*< 0.15*	*0.15 a 0.20*	*> 0.20*
Estructura subterránea	*< 15*	*15 a 25*	*>25*	*< 1/2000*	*1/2000 a 1/1000*	*> 1/1000*	*< 0.15*	*0.15 a 0.20*	*> 0.20*
Edificios cimentados superficialmente, sin daños aparentes	*< 10*	*10 a 15*	*>15*	*< 1/2000*	*1/2000 a 1/1000*	*> 1/1000*	*< 0.15*	*0.15 a 0.20*	*> 0.20*
Edificios cimentados superficialmente, con daños *Edificios monumentales* *Edificios con más de 10 alturas* *Conducciones de gas*	*< 5*	*5 a 10*	*>10*	*< 1/3000*	*1/3000 a 1/2000*	*> 1/2000*	*< 0.05*	*0.05 a 0.10*	*> 0.10*
Túneles existentes	*Asiento o levantamiento < 1 mm / m*								

Como resumen de valores máximos aplicables, en la tabla anterior se incluyen los movimientos diferenciales admisibles:

Con carácter general, se han limitado los valores máximos esperables de los movimientos a lo largo de la traza, de forma que los desplazamientos sean inferiores a 10 mm en los edificios con vulnerabilidad alta, 15 mm en los de vulnerabilidad media y 25 mm en los de vulnerabilidad baja.

Con anterioridad al inicio del seguimiento, el personal encargado de la auscultación deberá recopilar la información existente en el proyecto y definir, en función de ésta, la zonificación de la obra en base a este criterio.

Si la información existente en el proyecto no fuese suficiente, se deberá notificar este hecho a la Dirección Facultativa, que determinará el procedimiento de actuación a seguir (solicitar datos adicionales, utilizar valores empíricos sancionados por la práctica, no considerar este criterio de zonificación o cualquier otro procedimiento que todas las partes acuerden).

3.2.2 Tramo en superficie

Según el inventario, el único edificio con vulnerabilidad media del tramo en superficie es el colegio Adelfas, en C/ Santa Elena 1. En este caso, y según se indica en el inventario, el edificio presenta en la actualidad importantes patologías, algunas de las cuales parecen estar relacionadas con problemas de cimentación.

Exceptuando el caso anterior, todos los edificios del tramo que discurre en superficie tienen baja vulnerabilidad. Sin embargo, hay varios edificios con un nivel de daños alto.

Tabla 7. Edificios con nivel de daños alto del tramo que discurre en superficie

Referencia	Dirección	Número	Antigüedad	Edificio singular	Observaciones
2I145_SE001	Santa Elena	1	36	C.P.Pre. Adelfas	Posibles asientos diferenciales
2I179_BL003	Blas de Lezo	3	44	No	Edificio en mal estado
2I186_BL019	Blas de Lezo	19	55	No	Edificio abandonado
2P176_GR018	Eugenio Gross	18	57	No	Edificio deshabitado

En este caso, la tolerancia permitida dependerá, fundamentalmente, del alcance de los trabajos de reposición de servicios afectados, y tendrá que quedar recogida en el Plan de Auscultación.

3.3 Magnitudes de control.

3.3.1 Tramo entre pantallas y rampa

Las magnitudes que pueden controlarse en las obras subterráneas son muy variadas pero, en el fondo, las variables que se miden directamente son los desplazamientos, las presiones sobre elementos estructurales y la presencia de agua.

Con carácter general, en el tramo construido mediante pantallas se controlarán las siguientes magnitudes:

Auscultación de la propia obra:

- Movimientos en pantallas

Pueden ser absolutos o relativos; habitualmente, los movimientos relativos son en general los más indicativos, y por otra parte, los más sencillos de controlar.

Se controlarán los siguientes parámetros:

1. Convergencias entre módulos de pantallas.

2. Movimientos horizontales en pantallas, en toda su longitud.

Los movimientos horizontales que las pantallas puedan sufrir tras la excavación serán función, por una parte, de su rigidez y la de los sistemas de arriostramiento y, por otro, de los empujes de tierra y agua sobre las mismas.

Si la rigidez de las pantallas es tal que las deformaciones son prácticamente nulas, el empuje ejercido por el terreno se denomina empuje de tierras al reposo.

Cuando la rigidez de la pantalla es tal que permite su deformación, el suelo se expande lateralmente y puede producirse un fallo en el mismo cuando se vence su resistencia al corte. El empuje del terreno sobre la pantalla disminuye por debajo del empuje al reposo hasta un valor mínimo denominado empuje activo.

Dado que los esfuerzos sobre la pantalla dependen de los empujes que ejerza el terreno sobre ella y éstos a su vez de la interacción suelo-pantalla, se hace necesario conocer la magnitud de estas deformaciones para verificar las hipótesis de proyecto, en cuanto a la no superación de los estados límites.

Este control también sirve para comprobar que no se producen movimientos en la pantalla que puedan afectar al estado de conservación, tanto de la propia estructura como de estructuras vecinas.

- Cargas en elementos estructurales.

El objetivo de esta actividad es medir las variaciones de los empujes sobre las pantallas durante las diferentes fases del proceso constructivo. La necesidad de establecer este control, con el fin de comprobar que los esfuerzos en la pantalla no superan los límites de referencia establecidos en el cálculo, se deduce claramente de lo indicado en los párrafos anteriores.

Se controlarán los siguientes parámetros:

1. Empuje del terreno sobre las pantallas.

2. Esfuerzos (tensiones) en elementos estructurales.

- Control de niveles freáticos.

En la excavación entre pantallas en suelos con presencia de agua, el vaciado del terreno en el recinto debe realizarse en unas condiciones de estanqueidad que impidan un excesivo descenso del nivel freático en el trasdós de las pantallas durante el agotamiento del agua contenida entre las mismas.

Ante este eventual descenso del nivel freático se produce un reajuste tensional en las presiones efectivas, que originarán un cambio en el volumen en el suelo (consolidación) que se manifestará en forma de movimientos verticales de la superficie (subsidencia).

Por otro lado, las pantallas pueden producir un efecto barrera de las aguas subterráneas. El obstáculo al flujo de agua que generan las pantallas puede provocar una sobreelevación del nivel freático, con problemas de afección a edificios cercanos, en un lateral del túnel, y de excesivo descenso del nivel en el otro lateral, con los posibles efectos de subsidencia ya comentados.

Por estos motivos, además de prever medidas para minorizar el problema, se deberá controlar la cota del nivel freático.

Auscultación de edificios:

El control, durante la excavación, de los movimientos de edificios y estructuras localizados en la zona de afección es de vital importancia, por la repercusión social y económica que puede suponer la aparición de desperfectos en los mismos a causa de las obras.

Los parámetros fundamentales a controlar son:

1. Control de fisuras en edificios.

2. Control de grietas en galerías, colectores y otros servicios.

3. Asientos y movimientos horizontales en edificios.

4. Control de giros en edificios.

Auscultación del terreno colindante

Por otro lado, el control de los movimientos del terreno en distintos puntos (tanto en superficie como en profundidad) resulta necesario, ya que la excavación provoca un reajuste tensional en el terreno localizado alrededor de la excavación.

Los movimientos que se generan debido a este reajuste deben controlarse, en la medida en que pueden predecir posibles movimientos en estructuras próximas, además de aportar información vital en el caso de que se inicien fenómenos de inestabilidad.

Los parámetros fundamentales a controlar son:

1. Movimientos verticales en superficie.

2. Movimientos horizontales en profundidad.

3. Desplazamientos horizontales y verticales en profundidad.

A modo de resumen se presenta a continuación una tabla con los parámetros a controlar, junto con los dispositivos que se han considerado más adecuados para la auscultación de los tramos entre pantallas:

Tabla 8. Parámetros de control y dispositivos empleados.

Parámetro de control	Objetivo	Dispositivo / sensor
Desplazamientos horizontales y/o verticales en fachadas y en superficie	Control de la afección en las fases de ejecución de la obra sobre las estructuras anexas y el entorno	Hitos, bases de nivelación, clavos de nivelación y regletas en edificios.
Convergencias en pantallas	Control de desplazamientos en pantallas	Pernos para medida de convergencias mediante prismas
Desplazamientos relativos entre extremos de forjados intermedios en estaciones	Determinación del posible acortamiento de estos elementos, principalmente por retracción	
Desplazamientos verticales en profundidad	Control de la afección en las fases de ejecución de la obra sobre las estructuras anexas y el entorno	Tuberías para medida extensométrica (deberán permitir además el control simultáneo de movimientos horizontales)
Desplazamientos horizontales en profundidad, desde la superficie hasta la cota del pie de pantalla	Detección de movimientos horizontales que se produzcan en el interior de las pantallas	Tuberías inclinométricas
Apertura de fisuras	Control de fisuras durante las fases de ejecución de la obra sobre las estructuras anexas	Bases para medida con deformímetro y fisurómetros automatizables
Medida de giros en estructuras	Control de la afección en las fases de ejecución de la obra sobre las estructuras anexas	Bases para medida con clinómetro portátil o clinómetros automatizables
Variaciones en las presiones intersticiales	Detección de posibles variaciones originadas por el vaciado o por un “efecto barrera”	Piezómetros de cuerda vibrante y piezómetros abiertos
Empujes en el contacto losa drenante-terreno o contrabóveda-terreno	Detección del empuje real del terreno sobre la losa drenante o sobre la contrabóveda, en cada una de las fases de ejecución. Contraste frente a hipótesis de diseño	Células de presión total
Axiles en forjados intermedios en estaciones	Determinación del axil real en estos elementos, en cada una de las fases de ejecución. Contraste frente a hipótesis de diseño	
Esfuerzos en las pantallas	Control de los niveles de tensión alcanzados en el hormigón en cada una de las fases de ejecución. Contraste frente a hipótesis de diseño	Extensómetros de cuerda vibrante

3.3.2 Tramo en superficie

En este caso, los parámetros de control serán los relacionados con la auscultación de edificios y del terreno colindante, con el objetivo fundamental de detectar posibles problemas derivados de los trabajos de reposición de servicios afectados.

El alcance de los trabajos a realizar será el establecido en el Plan de Auscultación, que deberá estar redactado y aprobado antes del inicio de los trabajos.

4.- DISPOSITIVOS DE CONTROL

La definición de las características y precisiones mínimas a cumplir, tanto por el instrumental de medición como por las bases, y las propias de las observaciones de los diferentes equipos e instrumentos, se incluye en el artículo 696 del PPTP del proyecto.

Se incluye a continuación una descripción de las principales características de los dispositivos.

4.1 Equipos para control topográfico

Pernos de convergencia

Para efectuar el control de las convergencias entre pantallas y para el control de la retracción de los forjados intermedios, se instalarán pernos preparados para la fijación de prismas de puntería o, en caso de que el punto de medida no sea fácilmente accesible durante el seguimiento, mediante pernos con dianas fijas reflectantes.

Las lecturas en los pernos se realizarán mediante estación total automática de alta precisión.

Además, todos los pernos permitirán realizar medidas mediante cinta de medida de convergencias.

Puntos para nivelación con regleta invar.

La nivelación de las fachadas de los edificios próximos a la traza se realizará mediante la materialización de puntos para la medida con regleta invar.

Bases de referencia para medida de asientos (hitos de nivelación) y bases de nivelación profundas.

Las bases de referencia para medida de asientos (hitos de nivelación) y las bases de nivelación profunda (utilizadas como puntos de referencia para la realización de lecturas de nivelación) consisten en una varilla con cabeza semiesférica, anclada a la profundidad deseada.

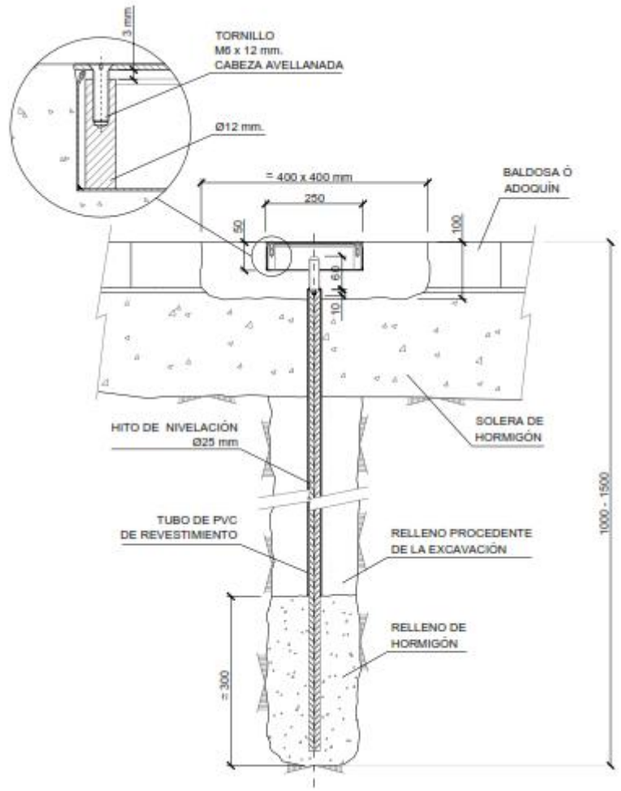
En el caso de los hitos de nivelación, la profundidad de anclaje es de 1 a 1,5 m, perforando el aglomerado y las capas más superficiales para evitar que por su mayor rigidez impidan controlar el desplazamiento del terreno situado bajo ellas.

Para las bases de nivelación, la profundidad garantizará que el punto de anclaje pueda considerarse fuera de la afección de las obras (referencia fija); dada la profundidad de las pantallas se ha considerado una profundidad de anclaje de 20 m para garantizar dichas referencias fijas.

Tanto en los puntos para nivelación con regleta invar como en los hitos de nivelación, las lecturas se realizarán mediante niveles de alta precisión. La medida de la cota de los hitos se realizará mediante miras invar con código de barras.

Para la nivelación se empleará el método del punto medio, con itinerarios de ida y vuelta, tomando como punto de partida una base de referencia.

Figura 5. Esquema de las bases de referencia.



4.2 Tuberías extensométricas

Para la medida de desplazamientos verticales del terreno en profundidad, en las proximidades de edificios o de zonas en las que se vayan a realizar actuaciones importantes relacionadas con servicios afectados, se emplearán extensómetros de varilla o hitos profundos anclados a diferentes profundidades.

Estos dispositivos requieren de una base de referencia topográfica. Las lecturas se tomarán mediante nivel de precisión dotado de micrómetro y mira de acero INVAR.

4.3 Tuberías inclinométricas.

Las tuberías inclinométricas se utilizarán para el control de los desplazamientos verticales de las pantallas. Se instalarán en el interior de un tubo de PVC embebido en el hormigón de las pantallas.

Las tuberías serán de aluminio extrusionado y anodizado o ABS y con cuatro acanaladuras para la guía de la sonda de lectura biaxial.

La toma de lecturas se realizará a intervalos de 0,5 m.

4.4 Medidores de juntas.

Para el control de la evolución de la apertura de fisuras en estructuras próximas a la traza se emplearán bases para medida con deformímetros o fisurómetros automatizables.

El empleo de uno u otro tipo depende fundamentalmente de las condiciones de acceso al punto a controlar y de la frecuencia de las lecturas a realizar.

Las bases para medida con deformímetro obligan a acceder al punto de control y a realizar lecturas manuales. Estos dispositivos consisten en pernos de acero inoxidable que se empotran en la fachada a controlar y cuya cabeza dispone de un apoyo cónico para posicionar las patas del equipo de medida de distancias (deformímetro).

En aquellas fisuras en las que se requiera automatizar las medidas o en las que existan dificultades para acceder al punto de medida, se instalarán fisurómetros automatizables.

4.5 Clinómetros.

Al igual que en el control de la evolución de la apertura de fisuras, para el control de giros en estructuras próximas a la traza se podrán emplear dispositivos que obligan a la realización de lecturas manuales (bases para medida con clinómetro portátil) o dispositivos que permiten la automatización de las lecturas (clinómetros automatizables).

Las bases para medida con clinómetro portátil consisten en un perfil rígido anclado a la estructura cuya inclinación se quiere controlar, con soportes para su colocación en superficies horizontales o verticales y disponen de unos pivotes de acero galvanizado sobre los que encaja el clinómetro portátil para la toma de lecturas.

En el caso de instalaciones en zonas en las que la base inclinométrica pueda verse sometida a influencias externas (golpes, etc.), se pueden instalar únicamente soportes para bases clinométricas portátiles.

En los puntos en los que se requiera automatizar las medidas o en los que existan dificultades para acceder al punto de medida, se utilizarán clinómetros automatizables de cuerda vibrante. Consisten en un cuerpo cilíndrico de acero inoxidable, en cuyo interior se encuentra alojado un péndulo, sujeto a una charnela elástica y a un hilo de acero 8cuerda vibrante). La variación de la posición del sensor en la vertical, produce un cambio en la tensión del hilo, permitiendo determinar el ángulo de rotación del centro de gravedad del péndulo con respecto a la vertical.

4.6 Piezómetros abiertos.

Se instalarán con la finalidad de conocer en cada momento la profundidad a la que se encuentra el agua en el trasdós de las pantallas y en aquellos puntos singulares de la traza.

Los piezómetros abiertos sirven para registrar las variaciones de altura en el nivel freático originadas por el vaciado o por un “efecto barrera” durante la ejecución de los muros pantalla.

4.7 Células de presión total.

Estos dispositivos permitirán controlar los empujes del terreno sobre la losa drenante o la contrabóveda, y medir las presiones que resisten las losas, estampidores y losa drenante o la contrabóveda, como consecuencia del empuje del terreno sobre las pantallas.

Para ello se instalarán en el contacto entre el hormigón y el terreno (losa drenante o contrabóveda) o embebidas en el hormigón, de forma que detecten las presiones que inciden en la superficie de la estructura.

El funcionamiento de las células de presión total estará basado en el principio de la cuerda vibrante.

4.8 Extensómetros de cuerda vibrante.

Se instalarán extensómetros por parejas, uno próximo a cada paramento del elemento a controlar, soldados a las armaduras de las pantallas, losas, estampidores y losa drenante o la contrabóveda.

Estos dispositivos permiten conocer las deformaciones unitarias (microdeformaciones) del elemento al que se fijan. Conocido el módulo de deformación, a partir de las deformaciones unitarias medias, podrán calcularse los esfuerzos a los que esté sometido dicho elemento.

5.- SITUACIÓN DE LA AUSCULTACIÓN. SECCIONES INSTRUMENTADAS.

5.1 Tramo entre pantallas y en rampa.

La distribución de los puntos en los que se llevará a cabo el control de los parámetros que se han descrito anteriormente se establece en base a la zonificación de riesgos, de acuerdo con dos tipos de concentración de puntos de control:

- Instrumentación extensiva: consiste en una instrumentación distribuida para establecer el seguimiento de algunas de las variables de control en las zonas cercanas a las obras, para, de este modo, poder controlar de forma extensiva las posibles afecciones sobre éstas.
- Instrumentación localizada: se materializa mediante un número de secciones tipo en las que se concentra el seguimiento de diferentes parámetros de control, con el objeto de alcanzar un conocimiento amplio de las diferentes soluciones estructurales adoptadas.
- Instrumentación de puntos singulares: En el presente proyecto no se contempla la afección a zonas singulares.

A lo largo del trazado, se dispondrán bases de referencia de nivelación topográfica fuera de la zona de influencia de las excavaciones. Se colocarán al menos cada 200 m y estarán referenciadas entre sí. En el caso de un entorno urbanizado como este, el número de bases de referencia topográfica vendrá marcado por la disponibilidad de puntos suficientemente alejados de la excavación y desde los que se domine visualmente la obra. Por esta razón, los puntos de referencia se definirán en el Plan Específico de Auscultación que presente el Contratista, de acuerdo con la visibilidad real disponible en la obra.

5.1.1 Instrumentación extensiva

5.1.1.1 Dispositivos de la instrumentación extensiva

- Pernos para la medida de convergencias mediante prismas, distribuidos en secciones de control, situadas aproximadamente cada 50 m de túnel, siempre y cuando no coincidan en las proximidades de secciones de control de instrumentación localizada. La sección tipo de medida de convergencias en pantallas estará compuesta por doce pernos (seis para el control de convergencias entre pantallas, cuatro para el control de la retracción en dintel y forjado intermedio y dos para el control de movimientos verticales en dintel y losa o contrabóveda).
- Bases de referencia para nivelación distribuidas a lo largo de toda la traza, a ambos lados de la sección en túnel.
- Regletas y/o clavos para la nivelación de los edificios y estructuras próximos a las obra. El número de puntos de control, en cada caso, viene determinado por la tipología de la estructura y su distancia a las obras.
- Fisurómetros y clinómetros con los que se realizará un control de movimientos en fisuras y de giros en alguna de las edificaciones próximas a las obras. La distribución de estos dispositivos será la que se indique en el plan de Auscultación, teniendo en cuenta el estado de conservación de los edificios y los desplazamientos inducidos por la excavación, de acuerdo con la Dirección Facultativa.

5.1.1.2 Distribución de las secciones y puntos de control de la instrumentación extensiva.

Las secciones de control para convergencia tienen la misma ubicación que los pernos de convergencias de las secciones de instrumentación localizada. Estas secciones se muestran en el plano que se adjunta como apéndice del presente anejo.

A continuación se presenta la ubicación de cada una de estas secciones de control de convergencias y el número de dispositivos:

Tabla 9. Secciones de control para convergencia.

Sección	Tipo	PK	Pantallas	Dintel-Forjado	Movimiento vertical
SPC-0	Instrumentación extensiva: Control de convergencias cada 50 m	0+240	6	4	2
SPC-1		0+330	6	4	2
SPC-2		0+430	4	4	2
SPC-3		0+500	4	2	2
SPC-4		0+550	4	-	1
Subtotal			24	14	9
Total pernos de convergencia			47		

La instrumentación de edificios y estructuras próximas a la obra está formada por regletas de nivelación. La colocación de estos dispositivos se muestra en el plano del apéndice 1.

En el Plan de Auscultación se incluirá, en su caso, la ubicación definitiva de las regletas de nivelación, así como la de los posibles fisurómetros o clinómetros que sea preciso colocar, en función del estado de conservación de los edificios una vez que se inicien las obras y de su ubicación respecto a las excavaciones. Asimismo, se incluirá también la ubicación de las bases de referencia.

5.1.2 Instrumentación localizada

5.1.2.1 Sección completa en túnel entre pantallas.

En este tipo de sección se instalarán los siguientes dispositivos:

- Doce (12) pernos para la medida de convergencias mediante prismas.
- Siete (7) bases de referencia para medida de asientos, distribuidas perpendicularmente al eje de la línea, tres a cada lado de la traza y una en el punto medio del dintel, una vez se haya ejecutado éste. La distancia de las bases a la pantalla será de 0,25H, 0,50H y H, siendo H la profundidad de la excavación. En el caso de que la presencia de edificios no permita esta distribución se instalarán sólo las bases que puedan cumplir, aproximadamente, esos posicionamientos. La función del punto situado en el eje de la traza será la de controlar los desplazamientos verticales del dintel hasta que la medida de este parámetro se pueda realizar mediante el perno instalado en la cara inferior del dintel.
- Dos (2) tuberías inclinométricas, una en cada una de las pantallas de la sección.
- Dos (2) piezómetros, uno a cada lado del recinto apantallado.
- Células de presión total, distribuidas de la siguiente forma: Una (1) en cada contacto pantalla-estampidor, una (1) en cada contacto pantalla-losa drenante o pantalla-contrabóveda y una (1) en el contacto losa drenante o contrabóveda-terreno.
- Catorce (14) extensómetros de cuerda vibrante, colocados por parejas: cuatro parejas en las pantallas, una en la bóveda, una en cada forjado intermedio y otra en losa drenante o en la contrabóveda, según el caso.
- Extensómetros de varillas y extensómetros incrementales: En principio, se prevé la instalación de tres (3) extensómetros de varillas. A nivel de proyecto se van a dejar establecidos los criterios de instalación, y será en el Plan de Auscultación donde se determine su ubicación.

5.1.2.2 Distribución de las secciones y puntos de control de la instrumentación localizada.

La ubicación de las secciones intensivas de control se ha establecido atendiendo a los siguientes criterios:

- Se han colocado secciones en el entorno de algunos de los edificios existentes, aunque en este caso esto no es realmente necesario, puesto que todos los edificios del tramo afectado por las excavaciones tienen un nivel de daños bajos y un nivel de vulnerabilidad bajo/medio, según el inventario. Concretamente, se han colocado secciones en los dos edificios del tramo que discurre entre pantallas que tienen un nivel de vulnerabilidad medio según el inventario, y en uno de los edificios de El Corte Inglés, que no se incluye en el inventario pero que tiene, también, un nivel de vulnerabilidad medio.
- Respetando lo anterior, se ha perseguido una distribución lo más uniforme posible de las secciones, de forma que no existan zonas de la traza, especialmente en tramos con edificios próximos, en las que las auscultación se limite a los controles extensivos.

La ubicación prevista para las secciones de instrumentación localizada es la que se presenta en la siguiente tabla, en la que se detallan el tipo y número de dispositivos previstos:

Tabla 10. Secciones de instrumentación localizada.

Sección	Tipo	P.K.	Hito de nivelación	Perno de convergencia	Célula de presión total	Piezómetro	Extensómetro	Tub. Extensométrica	Inclinómetro
SC-0	Completa pantallas	0+140	7	12	11	2	14	-	2
SC-1	Completa pantallas	0+190	7	12	11	2	14	-	2
SC-2	Completa pantallas C/Hilera 8. Corte Inglés	0+280	7	12	11	2	14	1	2
SC-3	Completa pantallas	0+380	7	30	13	2	24	-	2
SC-4	Completa pantallas/edificio C/Esperanto 8, 2I142EP008	0+470	7	8	7	2	8	1	2
SC-5	Completa pantallas/edificio C/Esperanto 10, 2I143EP010	0+590	6	5	5	2	6	1	2
Totales			41	79	58	12	80	3	12

5.2 Tramo en superficie.

En este caso, la instrumentación estará compuesta por regletas de nivelación, que se colocarán en todos los edificios existentes en el entorno del trazado.

Se contempla también la colocación de varios fisurómetros y clinómetros. Su número y ubicación deberán quedar justificados en el Plan de Auscultación, junto con la ubicación de los elementos topográficos precisos para el seguimiento.

La auscultación será más intensa en aquellos tramos en los que se lleven a cabo actuaciones de mayor alcance, con especial atención a los trabajos que conlleven excavaciones en zonas cercanas a las edificaciones existentes.

6.- PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA.

Como se ha indicado en el apartado nº2, para la realización del seguimiento se plantea la combinación de tres procedimientos:

- Seguimiento manual
- Seguimiento automatizado
- Seguimiento monitorizado.

Las características de cada uno de ellos son las siguientes:

Tabla 11. Características de los procedimientos de lectura.

Tipo de registro	Lectura	Transmisión al centro de control local (CCL)
Registro Manual	Manual	Manual (descarga desde lectores portátiles)
Automatización	Automatizada	Manual (descarga mediante ordenador portátil)
Monitorización	Automatizada	Automaizada (transmisión remota vía módem o radio)

La adquisición de datos de un dispositivo de control suele conllevar una cierta similitud entre dos términos tales como son **medida** y **lectura**. Sin embargo, resulta conveniente establecer cierta diferencia entre ambos, que viene dada por el tipo de dispositivo.

Existen dispositivos para los que el proceso de adquisición de datos requiere únicamente la conexión vía cable con una unidad de lectura, encargándose ésta de obtener el valor correspondiente a ese instante. La intervención del personal responsable es mínima, de tal manera que el posible factor humano, que pudiera distorsionar la bondad del resultado, se ve prácticamente eliminado. En estos casos, la acción de adquirir el dato se denomina **lectura**.

Sin embargo, otros dispositivos sí requieren la participación activa del personal para la obtención de resultados, ya que, por su fundamento de operatividad, resulta imprescindible ajustar mecánicamente el equipo de adquisición, a través del cual se determina la variación del parámetro cuantificado. Por ello, el factor humano cobra una importancia considerable, y, por tanto, la probabilidad de variaciones derivadas del procedimiento seguido se ve incrementada. Cuando la adquisición del dato se efectúa en estas condiciones empleamos el término **medida**.

Con el fin de incrementar la bondad de los resultados, a la hora de acometer un Plan de Auscultación, es conveniente minimizar el número de instrumentos cuya adquisición de datos se resuelva mediante una medida y no a través de una lectura. Este criterio se ha tenido en cuenta en la definición de los dispositivos de medida.

Por otro lado, también minimiza el riesgo de errores el empleo de sistemas de adquisición automatizados, en los que el aumento en el número de lecturas permite detectar y descartar rápidamente errores puntuales en las lecturas.

Además, la utilización de un sistema automatizado permite la posibilidad de realizar medidas de los diferentes dispositivos también de forma manual y simultanear soluciones de adquisición automática para el seguimiento con campañas puntuales de adquisición manual, que sirven como lecturas de comprobación del funcionamiento del sistema automático.

Las características técnicas de los elementos de medida serán, como mínimo, las especificadas en el PPTP del proyecto.

En los dispositivos en los que es posible la automatización (y por tanto también lo es la monitorización), el procedimiento que se utilice para la realización de lecturas variará en función de la ubicación del dispositivo y, especialmente, de la fase constructiva.

El sistema de auscultación planteado tendrá la suficiente flexibilidad (gracias a la conexión mediante enchufes rápidos y a la capacidad del software) como para variar el tipo de seguimiento seleccionado conforme se produzca el avance de la obra. De esta forma se realizarán seguimientos automatizados o monitorizados en aquellos puntos en los que se esperen las mayores velocidades de variación en los parámetros medidos (por la excavación del recinto apantallado, por ejemplo), llevándose a cabo un seguimiento manual en los que la fase constructiva sea menos comprometida.

Dado que el paso de seguimiento automatizado a monitorizado requiere variaciones en la configuración de la base de datos del sistema, con la consiguiente dedicación de tiempo por parte del personal dedicado a la auscultación, aunque todas las estaciones tendrán capacidad de transmisión remota de datos, dicho proceso sólo se habilitará en los casos en los que la Dirección Facultativa estime conveniente disponer de datos en tiempo real.

6.1 Centralización

La centralización de los equipos con señal eléctrica (fisurómetros automatizables, clinómetros automatizables, piezómetros, células de presión total y extensómetros de cuerda vibrante) en cada una de las secciones de control se realizará mediante preconcentración, con conexiones rápidas tipo enchufe.

Con este procedimiento se optimizan considerablemente las tareas de centralización de dispositivos y se reducen las afecciones al ritmo de ejecución de la obra. Por otro lado, permite la retirada del armario de centralización de cada sección en intervenciones en las que este pueda sufrir desperfectos, con la posibilidad de poder volver a colocarlo una vez ejecutada dicha intervención.

La preconcentración consiste en premontar en el extremo del cable de cada sensor, debidamente identificado, un conector tipo “militar” que se enchufe directamente a conectores preparados a tal efecto en la caja de centralización.

La conexión entre la caja de centralización y la correspondiente estación de adquisición de datos también se realizará mediante conexiones rápidas tipo enchufe, en este caso con un reducido número de mangueras multihilo.

Las cajas de centralización irán contenidas en un armario estanco con protección IP-65 y dispondrán de conectores que permitan la realización de lecturas manuales con equipos portátiles. Estos conectores estarán dispuestos sobre un panel frontal serigrafiado en el que constará la identificación de cada sector, así como la del sensor al que corresponde.

El armario dispondrá de puerta con llave de cierre y se fijará a un lugar protegido del agua y los golpes.

6.2 Lecturas manuales.

Todos los dispositivos de control descritos en apartados anteriores pueden leerse de forma manual mediante lectores portátiles.

La realización de un seguimiento manual implica un desplazamiento hasta el punto donde se ubique el dispositivo o hasta la correspondiente caja de centralización, en caso de dispositivos con señal eléctrica.

Para llevar a cabo la lectura de los dispositivos descritos en el apartado nº4 será necesario el empleo de los lectores que se indican a continuación:

- Nivel digital de alta precisión.
- Estación total de alta precisión.
- Cinta para la medida de convergencias.
- Sistema extensiométrico.
- Sistema inclinométrico.
- Deformímetro.
- Clinómetro portátil.
- Lector portátil de cuerda vibrante.
- Lector portátil potenciométrico.

Todos ellos cumplirán con las especificaciones técnicas mínimas que se incluyen en el Pliego.

6.3 Lecturas automatizadas o monitorizadas.

Para la realización de lecturas automatizadas o monitorizadas se conectará la caja de centralización de los dispositivos a una estación automática de adquisición de datos.

Se ha considerado la utilización de dos tipos de estaciones de adquisición: estaciones automáticas con capacidad para la lectura de hasta 8 canales (estaciones para el control de apertura de fisuras y de inclinación en fachadas) y estaciones de hasta 20 canales (estaciones en secciones completas). En los dos casos, todos los canales deberán permitir la conexión tanto de sensores de cuerda vibrante como de sensores analógicos, para conferir al sistema la capacidad de registrar datos en caso de que se decida, a lo largo de la obra, el empleo de una tipología de sensores diferente a la inicialmente prevista.

En el caso de requerirse monitorización, la transmisión remota de datos se realizará mediante módem GSM y otra vía con similares prestaciones.

7.- PLAN DE SEGUIMIENTO.

Inicialmente y sin prejuicio de que puedan introducirse modificaciones a la vista de la evolución de las magnitudes registradas o de los valores de los parámetros que de ellas puedan deducirse, se establecerán de modo general los criterios de lectura de los dispositivos de auscultación que se indican en el presente apartado.

La frecuencia de lecturas a establecer variará en función del tipo de adquisición de datos (adquisición manual o adquisición automatizada. Ver apartado nº6: Procedimientos de medida), dado que en el caso de la adquisición automática el aumento de la frecuencia de lectura implica un aumento en la información recibida sin incrementar la necesidad de recursos empleados.

En cualquier caso, todos los dispositivos de control del entorno deben estar instalados con antelación suficiente como para hacer posible la obtención de una lectura inicial que servirá de origen y referencia a las sucesivas.

Esta lectura “cero” se deberá verificar mediante un mínimo de dos lecturas, aunque se considera aconsejable la realización de tres lecturas, para comprobar que realmente se trata de un origen fiable. Asimismo, será necesario que éstas se realicen por delante del avance de las obras, con lo que, para aquellos dispositivos en los que sea posible, la lectura inicial se realizará antes de la ejecución de pantallas.

Los elementos de control instalados en elementos de la propia obra (por ejemplo, módulos de pantalla instrumentados) se deberán integrar en la obra a medida que se avanza en la ejecución. No obstante, para estos casos también se requiere disponer de datos de lectura en vacío y las correspondientes calibraciones con la mayor antelación posible a cada actividad a auscultar.

Una vez validada la lectura inicial, se iniciarán las campañas de seguimiento, cumpliendo con las frecuencias de lecturas establecidas, que podrán ser modificadas en función de los resultados obtenidos, de la evolución de los registros o de la superación de los umbrales de control establecidos.

La toma de lecturas (tras la lectura inicial) comenzará cuando se inicie la ejecución de las pantallas, y cesará cuando el frente de excavación se aleje 50 m.

A medida que el frente de excavación se acerque, se incrementará la frecuencia, alcanzándose la mayor intensidad cuando la sección de control esté situada justo en el frente de excavación, tal y como se indica en las tablas adjuntas.

Tabla 12. Frecuencia de lecturas según distancia y nivel de riesgo en excavación de estaciones entre pantallas. Adquisición manual.

Distancia desde ejecución de trabajos (m)	Nivel de riesgo		
	Verde	Ambar	Rojo
Ejecución de pantallas			
Entre (-50 y +50)	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales	Diaria
Vaciado entre pantallas			
Entre (- 100, -50) y (+25, +50)	1 lectura semanal	1 lectura semanal	2 lecturas semanales
Entre (- 50, -25) y (+10, +25)	1 lectura semanal	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales
Entre (- 25, +10)	2 lecturas semanales	3 lecturas semanales	Diaria
Lecturas para comprobar la estabilización			
Superior a 50 m	Una lectura quincenal el primer mes Una lectura mensual hasta estabilización		

Tabla 13. Frecuencia de lecturas según distancia y nivel de riesgo en excavación de estaciones entre pantallas. Adquisición automatizada.

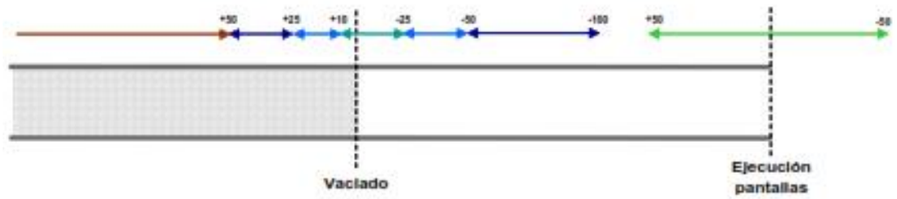
Distancia desde ejecución de trabajos (m)	Nivel de riesgo		
	Verde	Ambar	Rojo
Ejecución de pantallas			
Entre (-50 y +50)	2 lecturas diarias	2 lecturas diarias	1 lectura cada dos horas
Vaciado entre pantallas			
Entre (-100, -25) y (+10, +50)	1 lectura diaria		
Entre (- 25,- 10)	2 lecturas diarias	2 lecturas diarias	1 lectura cada dos horas
Lecturas para comprobar la estabilización			
Superior a 50 m	Una lectura diaria hasta comprobar estabilización (mínimo durante dos meses)		

Los criterios para la determinación de la estabilización de las medidas se deberán especificar en el Plan de Auscultación.

Las frecuencias indicadas en la tabla correspondiente a la adquisición automatizada se refieren tanto a seguimiento automatizado como a seguimiento monitorizado. En el caso del seguimiento automatizado la frecuencia de volcado de datos al centro de control local será igual a la frecuencia de seguimiento correspondiente a la adquisición manual.

En el siguiente croquis se observa la distribución de las zonas que determinan la variación de las frecuencias de la lectura:

Figura 6. Frecuencia de lectura en relación a los tramos en ejecución.



En las zonas en las que se decida establecer un seguimiento específico, la frecuencia a seguir durante la ejecución de las obras será de, al menos, una lectura diaria hasta haber verificado la estabilización de las medidas, tras la finalización de las obras. Esta frecuencia se incrementará en algunas fases, realizándose lecturas de forma continuada cuando así lo determine la Dirección Facultativa.

8.- GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN. CENTRO DE CONTROL

Todos los sensores de la instrumentación y sus correspondientes sistemas de lectura y transferencia de datos producirán diariamente una gran cantidad de información. Es frecuente, en casos como este, que una gran parte de esta información no sea utilizada

durante la obra en tiempo real. Para que la auscultación cumpla sus objetivos este defecto debe ser evitado a toda costa.

Para ello, el equipo de auscultación deberá establecer un procedimiento por el cual se garantice que toda la información sea leída y comparada con los valores previstos. Las discrepancias que puedan detectarse deben ser señaladas, discutidas y consideradas, después de lo cual deberán tomarse las medidas convenientes por los centros responsables de la toma de decisiones.

La única forma válida de manejar, sin retraso sensible, un gran número de datos, es mediante la ayuda de equipos informáticos dotados de aplicaciones diseñadas al efecto, capaces de almacenar la información, realizar comparaciones entre las medidas obtenidas y los límites de tolerancia (umbrales de control) para cada punto de control, y establecer avisos en función de estas comparaciones.

De esta forma, mediante el software adecuado, se dispondrá, puntualmente, de toda la información almacenada y contrastada frente a los límites preconfigurados. No obstante, aunque estos medios agilizan en gran medida el procesamiento de datos, por lo general no son suficientes para la toma de decisiones.

Por esta razón, se considera necesario que el Equipo Específico de Auscultación esté dotado de los medios humanos y materiales necesarios para llevar a cabo la gestión integral de la auscultación, con objeto de recibir la información de la instrumentación y llevar a cabo un seguimiento y explotación integral. Las funciones de este equipo de auscultación consistirán en:

- Registro de datos correspondientes al avance de la ejecución de las obras.
- Almacenamiento de la información previa referente a la estratigrafía y propiedades geotécnicas del terreno atravesado (las dos funciones anteriores tienen por objeto que el equipo de auscultación disponga en todo momento de información suficiente para poder determinar la normalidad de los comportamientos registrados, en función de estos factores).
- Almacenamiento de los resultados de las medidas procedentes de la auscultación.
- Comparación de los valores esperables calculados en fase de proyecto con los admisibles y los emitidos y emisión, en su caso, de las correspondientes alertas.
- Comprobación del grado de correspondencia entre los valores estimados y los realmente observados.

Para la realización de estas actividades se constituirá un centro de control local que estará situado en las dependencias de la obra. Contará con una red LAN con un servidor y hasta cuatro estaciones de trabajo adicionales para la realización de los trabajos correspondientes al análisis de la información procedente de la instrumentación y la edición de informes.

9.- PROGRAMA DE SUPERVISIÓN Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

En el servidor del centro de control local estará instalado un software específico de auscultación, cuyas utilidades básicas serán las siguientes:

- Gobernar la comunicación y toma de datos procedentes de las estaciones autónomas, de lo que se encargaría directamente un ordenador.
- Gestión de la configuración y parámetros de funcionamiento (base de datos de dispositivos, definición de lecturas programadas, históricos de datos).
- Registro de la información y formación de un fichero histórico.
- Permitir la introducción manual de los datos de auscultación no monitorizados, para incluirlos en el fichero histórico.
- Tratamiento y conversión de las lecturas a unidades de ingeniería de acuerdo con fórmulas de cálculo totalmente definibles en el programa y presentación de la información.
- Generación de informes.
- Definición, generación automática y gestión de alarmas, mediante la comparación automática de las medidas registradas con los valores de los umbrales de control predefinidos.
- Visualización de esquemas (planta, secciones, distribución de sensores).
- Capacidad de ampliación para controlar la toma de datos automatizada de otras magnitudes que decidieran controlarse posteriormente.

Para garantizar que toda la información que genera el sistema de auscultación sea realmente aprovechada, el software de control debe realizar todas estas operaciones de forma prácticamente automática, con el propósito de que el personal dedicado al seguimiento pueda dedicar la mayor parte de su tiempo a analizar los datos y no a tareas relacionadas con la presentación o el cálculo mecánico de las lecturas.

10.- UMBRALES DE RIESGO. PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN.

El Equipo de Auscultación deberá llevar a cabo una recopilación de las previsiones de proyecto, definiendo las señales de alerta oportunas y los rangos de actuación, antes del inicio de la obra.

Si la información existente en el proyecto no fuese suficiente, se deberá notificar este hecho a la Dirección Facultativa, que determinará el procedimiento de actuación a seguir.

En su caso, a partir de estas previsiones, comunicará a la Asistencia Técnica la conveniencia de realizar tratamientos, especificados en el proyecto u otros adicionales o preventivos, previos a la excavación, para evitar daños a los elementos del entorno.

Durante las obras deberá observar y controlar todos los parámetros que puedan ser alterados por la excavación (instrumentación) y en caso de aparición de síntomas (señales de alerta) que evidencien riesgo para instalaciones o edificios, decidirá el tratamiento oportuno con arreglo a los fenómenos observados.

Aún cuando las magnitudes de las variables a controlar se muevan dentro de los límites de referencia especificados en los cálculos teóricos como admisibles, el Equipo Específico de Auscultación llevará a cabo informes rutinarios en los que se destaquen estos hechos.

Respecto a la toma de decisiones, es fundamental para la seguridad de la obra que la cadena de transmisión quede rigurosamente establecida, y definidas las respectivas responsabilidades.

Los procedimientos a poner en marcha en correspondencia con los niveles de alerta establecidos serán los siguientes:

- Nivel de alerta 1: los valores medidos son en todos los casos inferiores al 95% de los esperados para la fase constructiva actual y en la evolución de las medidas no se aprecian tendencias indicativas de que se vayan a superar esos porcentajes.

Las actuaciones a llevar a cabo en este nivel de alarma son las siguientes:

1.- Seguimiento: se continuará con la frecuencia de lecturas prevista.

2.- Transmisión de la información: en caso de que no se supere el 90% de los valores esperados, la transmisión de información al Ingeniero Director y al Responsable del Constructor se realizará por medio de los informes de resultados para reunión de obra, en la fecha en la que se produzca dicha reunión.

3.- Si alguna de las medidas registradas se situase entre el 90 y el 95% de los valores previstos, la información se transmitirá de manera inmediata, sin esperar a la próxima reunión de obra.

Figura 7. Actuaciones correspondientes al nivel de alerta 1.

- Nivel de alerta 2: alguno de los datos registrados alcanza valores comprendidos entre el 95 y el 100% de los esperados o la evolución de las medidas es tal que se prevé que puedan alcanzarse estos valores antes de la próxima lectura.

Ante este tipo de situación, en primer lugar se deberá realizar una lectura de verificación y, en caso de confirmarse la lectura, chequear, si es posible, el estado del dispositivo de control utilizado y contrastar la lectura con las registradas en puntos próximos o para parámetros relacionables en el mismo punto.

En caso de confirmarse el nivel de alarma, las actuaciones a llevar a cabo serán las siguientes:

1.- Seguimiento: se incrementará la frecuencia de lecturas, de acuerdo con el Plan de Auscultación, de forma que, por seguridad, se intensifique el control sobre el elemento que ha provocado el nivel de alerta.

2.- Además, se realizará una inspección visual de la zona afectada.

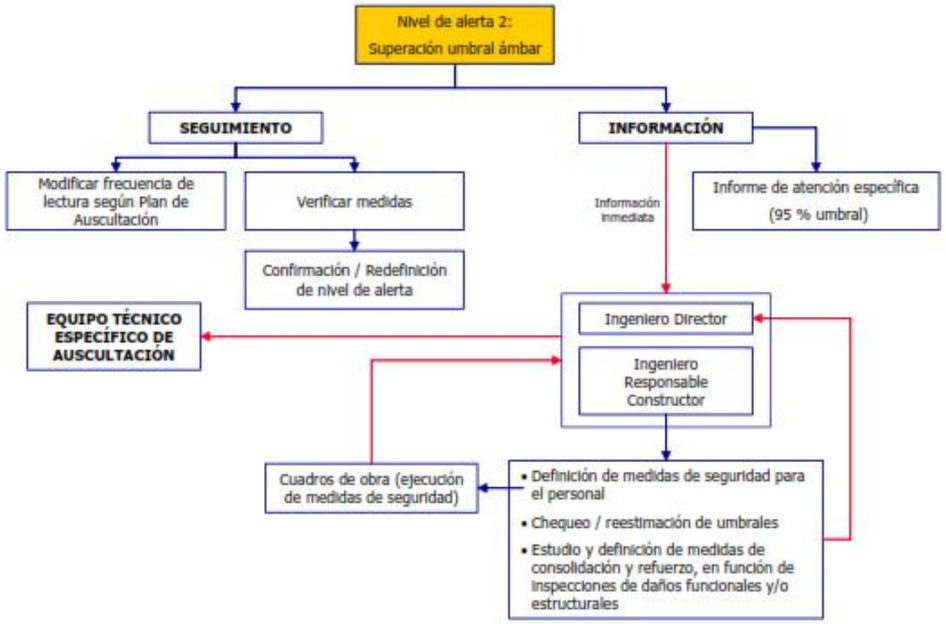
3.- Transmisión de la información: la transmisión de información al Ingeniero Director y al Responsable del Constructor se realizará de manera inmediata, sin esperar a la próxima reunión de obra ni a la edición del correspondiente informe en el que se recoja el paso a nivel de alarma 2.

4.- La empresa constructora será responsable de que se definan y pongan en conocimiento de los cuadros de obra las medidas de seguridad adecuadas al nivel de alerta declarado.

5.- También será responsable de que se realice una revisión de las hipótesis bajo las que se han estimado los umbrales de control que han dado lugar a la declaración del nivel de alarma y del estudio de la necesidad y definición, en su caso, de las medidas correctoras y/o de refuerzo y la revisión, si se estima necesario, del proceso constructivo.

El responsable del Constructor será también responsable de comunicar al Equipo de Auscultación las medidas adoptadas.

Figura 8. Actuaciones correspondientes al nivel de alerta 2.



- Nivel de alerta 3: alguno de los valores registrados alcanza valores superiores al 100% de los esperados o la evolución de las medidas es tal que se prevé que puedan alcanzarse estos valores antes de la próxima lectura.

Ante este tipo de situación se tomarán las mismas medidas que en la declaración de nivel de alerta 2, si es que éste no se había declarado anteriormente.

Adicionalmente, se realizarán las siguientes actuaciones:

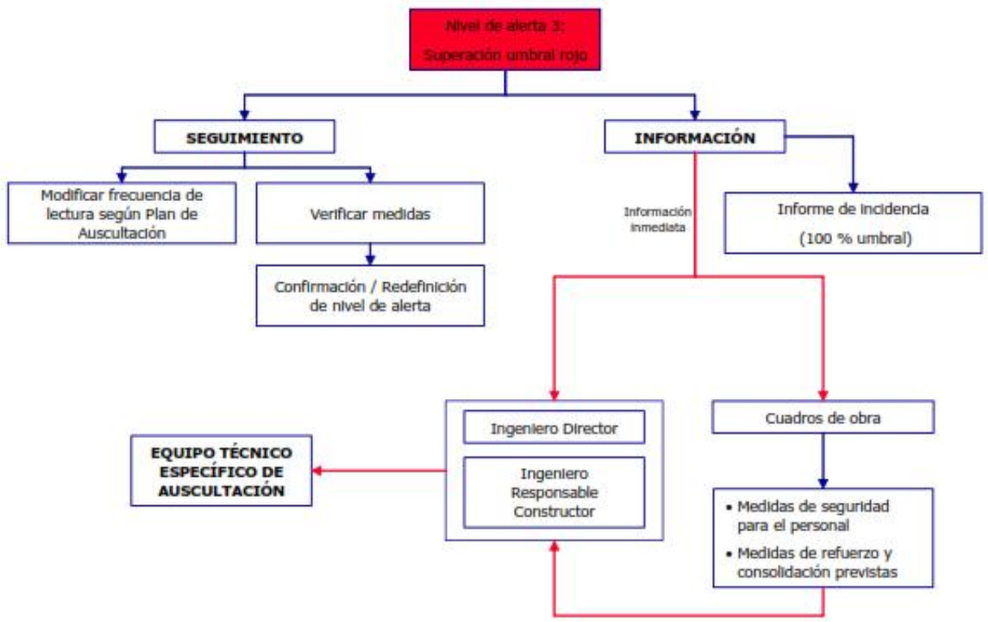
1.- Seguimiento: se incrementará la frecuencia de lecturas de acuerdo con el Plan de Auscultación.

2.- Transmisión de la información: la transmisión de información se realizará de manera inmediata, sin esperar a la próxima reunión de obra ni a la edición del correspondiente informe en el que se recoja el paso a nivel de alarma 3.

3.- En este caso, la información se transmitirá al Ingeniero Director y al Responsable del Constructor, y también directamente a los cuadros de obra, con el objeto de que estos últimos ejecuten directamente las medidas de seguridad y las medidas de refuerzo y consolidación que se hayan previsto en función de los valores registrados, e informen a su vez de sus actuaciones.

El Responsable del Constructor será también responsable de comunicar al Equipo de Auscultación las medidas adoptadas.

Figura 9. Actuaciones correspondientes al nivel de alerta 3.



Los procedimientos aquí descritos deberán ser concretados en el Plan de Auscultación, con la aprobación de la Dirección Facultativa. Asimismo, también deberán ser revisados en el Plan de Auscultación los porcentajes con respecto a los valores teóricos que determinan el paso de un nivel a otro.

Estos procedimientos definitivos se pondrán en conocimiento de todos los implicados, para su aceptación.

Se deberán facilitar al equipo de auscultación la información necesaria para generar un registro con los datos que permitan la localización inmediata de todos los implicados. El equipo de auscultación deberá proporcional una copia de esta información a todas aquellas personas incluidas en dicho registro y éstas, a su vez, deberán confirmar la exactitud de los datos incluidos que les afecten y serán responsables de notificar al equipo de auscultación cualquier modificación posterior en estos datos.

11.- INFORMES DE SEGUIMIENTO O ESTADO

Los resultados de la auscultación serán incorporados diariamente a las fichas de seguimiento de cada dispositivo, para su procesado inmediato y almacenamiento, de manera que en cualquier momento puedan ser consultados.

De manera inmediata a la actualización de la información se establecerá una comparativa con los umbrales de control definidos anteriormente, para que en caso de superarse el umbral ámbar se emita el correspondiente comunicado.

Con carácter rutinario y con independencia de que pudieran establecerse otros informes complementarios se establece el correspondiente procedimiento para la presentación de informes, así como el contenido de dicha presentación:

Tabla 14. Auscultación: Tipo de informe y contenido.

Tipo de Informe	Contenido
Informe de atención (superación del 90 % de las deformaciones previstas - umbral verde)	- Esquemas de situación de la instrumentación de la zona y de la sección donde se produzca la incidencia. - Esquema relativo al avance de la obra. - Resultados en forma de tablas y gráficos de los sensores donde se haya producido la incidencia.
Informe de atención específica (superación del 95 % de las deformaciones previstas - umbral ámbar)	- Esquemas de situación de la instrumentación de la zona y de la sección donde se produzca la incidencia. - Esquema relativo al avance de la obra. - Resultados en forma de tablas y gráficos de los sensores donde se haya producido la incidencia.
Informe de Incidencia (superación del 100 % de las deformaciones previstas - umbral rojo)	- Esquemas de situación de la instrumentación de la zona y de la sección donde se produzca la incidencia. - Esquema relativo al avance de la obra. - Resultados en forma de tablas y gráficos de los sensores donde se haya producido la incidencia.
Informe de resultados para la reunión de obra (con la periodicidad de dicha reunión)	- Esquemas de situación de la instrumentación (planta y sección de instrumentación). - Estado de la obra. Esquema relativo al avance de la obra. - Resultados en forma de tablas y gráficos de los valores registrados. - Valoración con relación a los umbrales de control.
Informe mensual de resultados	- Esquemas de situación de la instrumentación (planta y sección de instrumentación). - Estado de la obra. Esquema relativo al avance de la obra. - Resultados en forma de tablas y gráficos de los valores registrados. - Valoración con relación a los umbrales de control. - Análisis de los resultados obtenidos desde el punto de vista geotécnico-estructural y comparación con lo previsto en el proyecto de construcción.
Informe Final de Auscultación	- Esquemas definitivos de situación de la instrumentación. - Resultados en forma de tablas y gráficos de los valores registrados - Análisis de los resultados obtenidos desde el punto de vista geotécnico estructural y comparación con lo previsto en el proyecto de construcción. - Conclusiones aplicables a otras obras de características similares

El informe de atención (umbral verde) se editará y se remitirá a las partes implicadas (Dirección Facultativa y Contratista) en un plazo no mayor a veinticuatro (24) horas.

Los informes de atención específica (umbral ámbar) e incidencias (umbral rojo) se editarán tan pronto como sea posible y siempre antes de las veinticuatro (24) horas siguientes al registro de los valores que han determinado la generación de la alarma. No obstante, en estos casos, y como ya se ha indicado anteriormente, la comunicación del umbral alcanzado, según el protocolo correspondiente, deberá ser inmediata.

Los informes de resultados para la reunión de obra contendrán los valores registrados hasta cuarenta y ocho (48) horas antes de su entrega.

El informe mensual se remitirá a las partes implicadas (Dirección Facultativa y Contratista) dentro de los siete (7) primeros días del mes siguiente al que corresponda el informe. Englobará la información contenida en todos los informes de resultados del mes correspondiente.

12.- EQUIPO HUMANO

El volumen de información que se llega a generar en una obra de estas características, así como la importancia y complejidad de las diferentes tareas a desarrollar, exige que exista un equipo técnico dedicado exclusivamente a la realización de todas las actividades relacionadas con la auscultación de las obras.

La Asistencia Técnica, en nombre de la Dirección Facultativa, autorizará y supervisará los planes y las actividades que realice el Equipo Técnico de Auscultación.

Las funciones de este equipo serán las siguientes:

- Elaboración y presentación a la Asistencia Técnica de los correspondientes procedimientos específicos de instalación o lectura, con anterioridad a la instalación de las primeras unidades de cada tipo de dispositivo (tubería inclinométrica, células de presión total, piezómetros, etc.), así como en la puesta en funcionamiento de las estaciones remotas y el puesto central de control, y en la medida inicial de los diferentes parámetros.

Independientemente de lo anterior, en caso de que no se pueda demostrar amplia experiencia en estas actividades, el equipo encargado de la auscultación deberá contar con la asistencia técnica en obra del personal de las firmas suministradoras de los diferentes equipos, que deberá ser de probada experiencia en este tipo de trabajos, lo cual deberá comprometerse en los contratos correspondientes.

- Organizar la calibración de todos los aparatos de lectura (lectores portátiles y equipos topográficos), de acuerdo con la periodicidad que se indica en el Pliego. En el informe mensual que corresponda se incluirán los certificados de calibración de los equipos en los que se haya ejecutado dicha calibración en el periodo de tiempo abarcado por el informe.

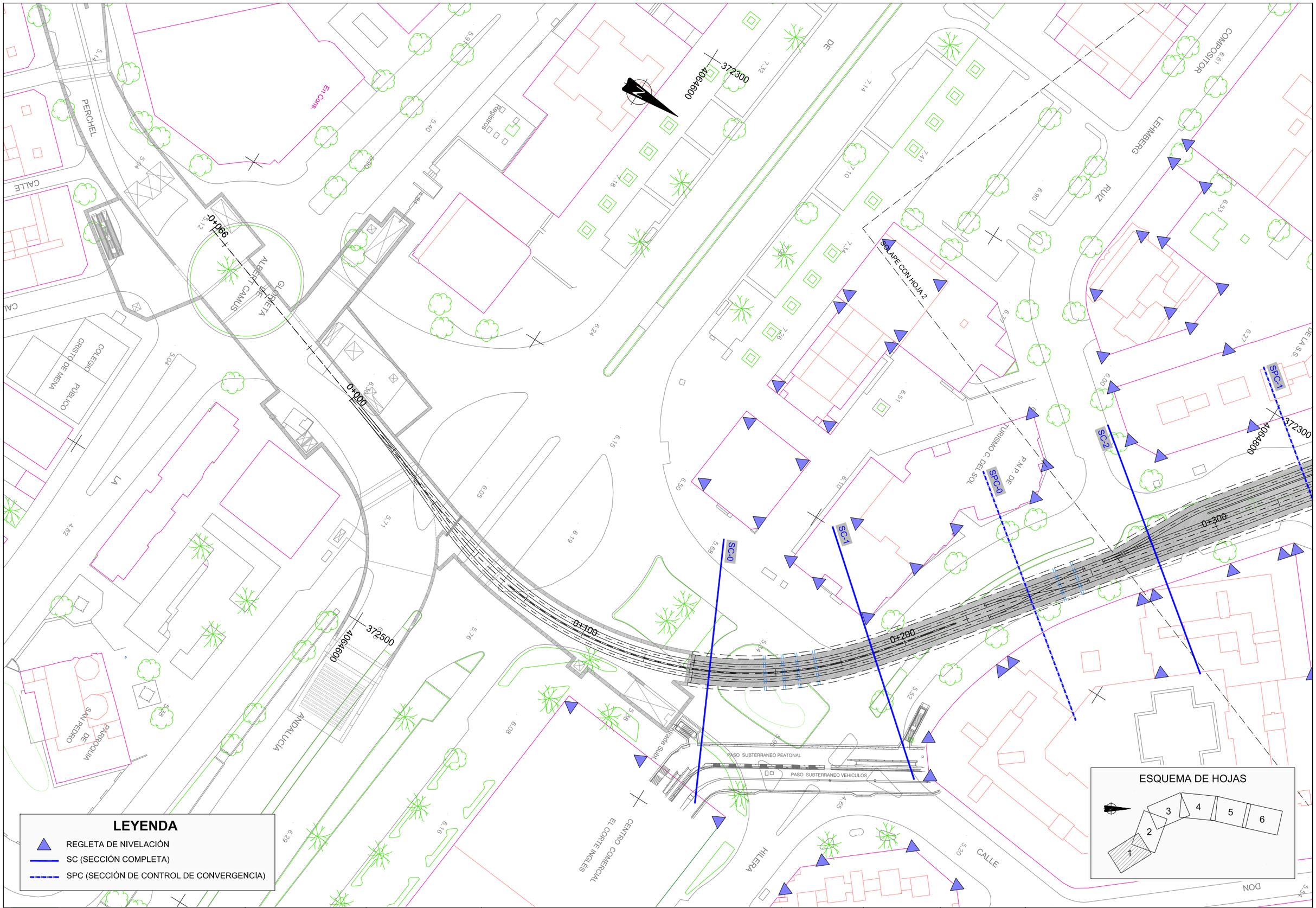
- Elaboración del Plan de Auscultación. Éste deberá respetar las condiciones especificadas en el presente anejo y en las prescripciones incluidas en el Pliego, si bien podrán plantearse modificaciones, que deberán ser propuestas a la aprobación de la Dirección Facultativa antes de su aplicación. El Plan de Auscultación deberá incluir los procedimientos a poner en marcha para cada nivel de alerta considerado.

- Chequeo y actualización de los umbrales de control, de acuerdo con la información de proyecto y en colaboración con la Asistencia Técnica. Diseño de los programas de auscultación.

- Desarrollo y puesta a punto de un sistema integrado de tratamiento de datos, en el que se almacenen los datos de la auscultación.

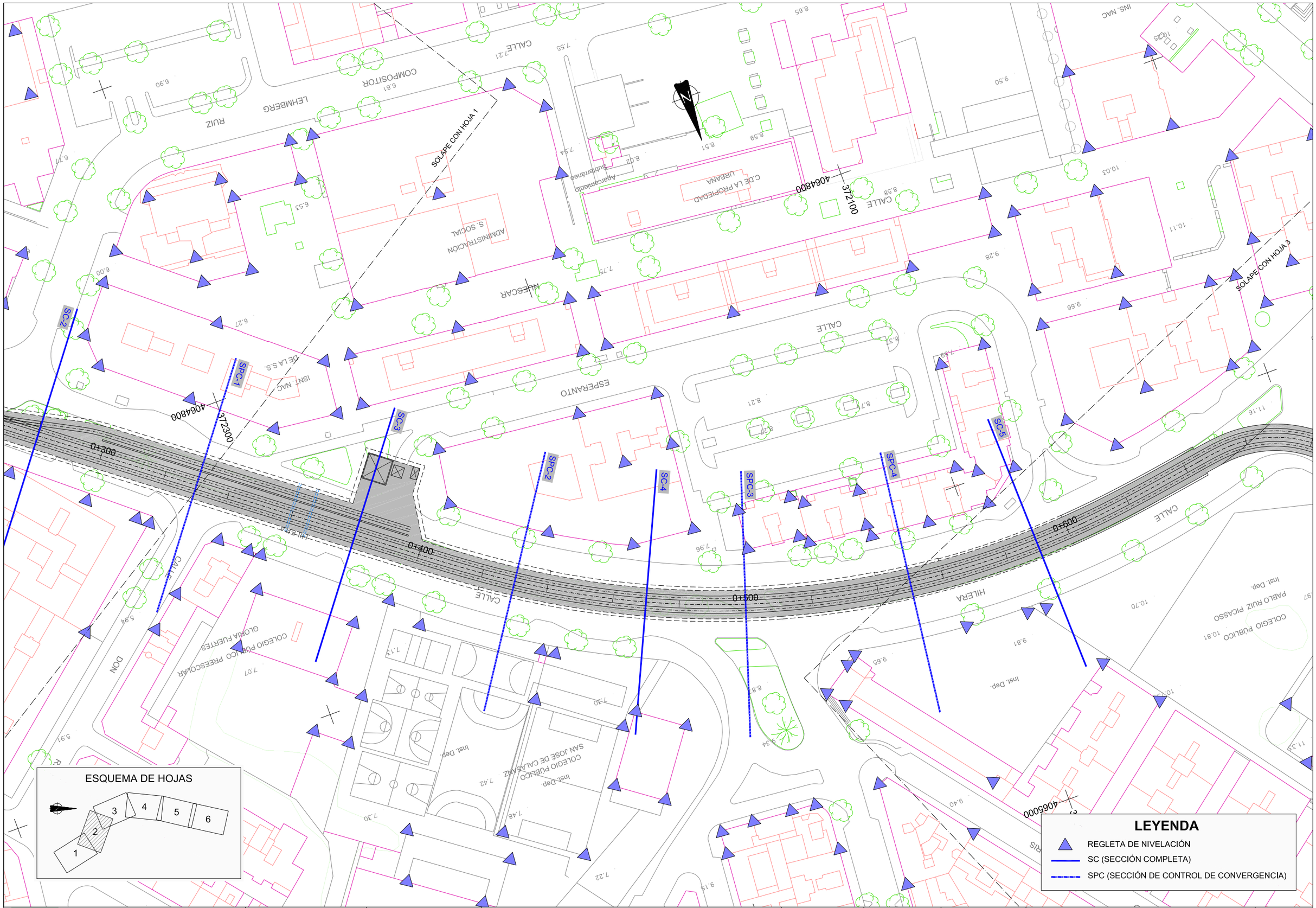
De entre el equipo humano que se encargará de realizar la auscultación hay que distinguir entre un equipo básico, cuya dedicación será permanente y exclusiva, y el personal de apoyo en labores de asesoramiento, que la empresa especialista pondrá a disposición del proyecto ante posibles imprevistos, durante el tiempo de ejecución de los trabajos.

Apéndice 1.- Planta de auscultación



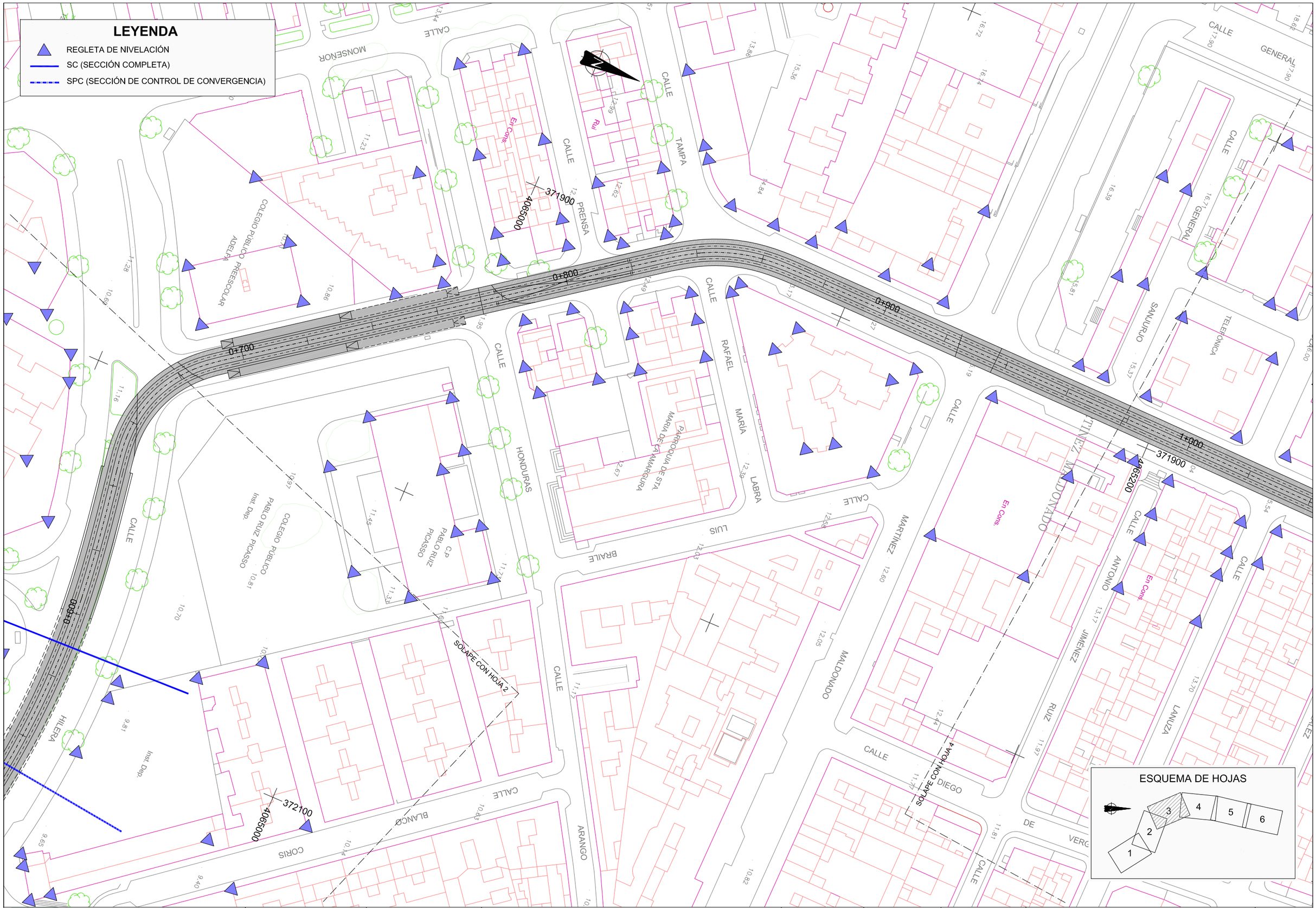
Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO:	REVISADO POR:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUIDO POR	Febrero - 2016	1:500	TÚNEL DE LÍNEA AUSCULTACIÓN DE SECCIONES	AN08,AP-1
				EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	FORMATO ORIGINAL UNE A-1	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA 1 DE 6



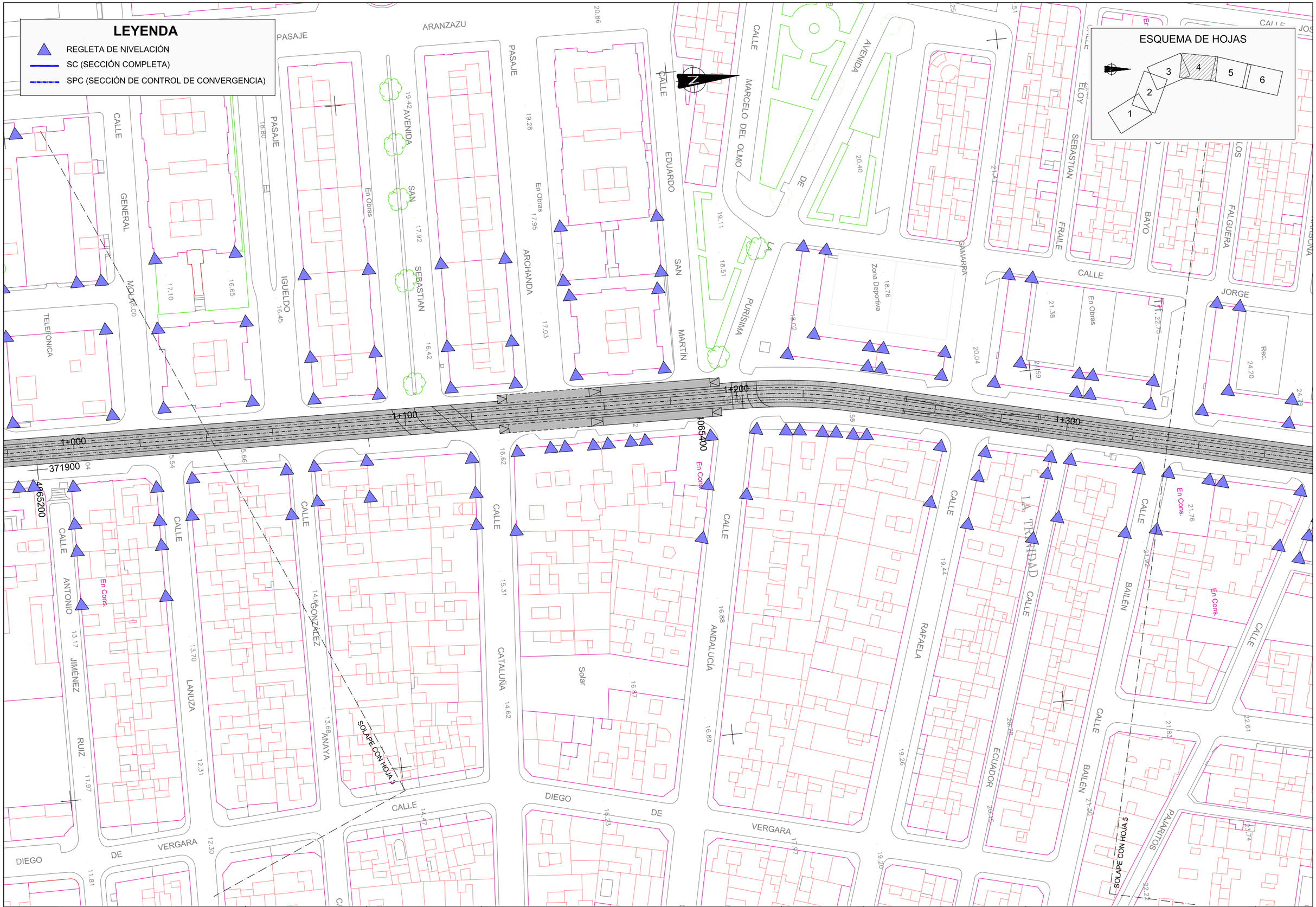
Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO:	REVISADO POR:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUIDO POR	Febrero - 2016	1:500	TÚNEL DE LÍNEA AUSCULTACIÓN DE SECCIONES	AN08,AP-1
				EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	FORMATO ORIGINAL UNE A-1	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA 2 DE 6



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO:	REVISADO POR:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUIDO POR	Febrero - 2016	1:500	TÚNEL DE LÍNEA AUSCULTACIÓN DE SECCIONES	AN08,AP-1
				EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	FORMATO ORIGINAL UNE A-1	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA 3 DE 6



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA.
TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Febrero - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: 1:500

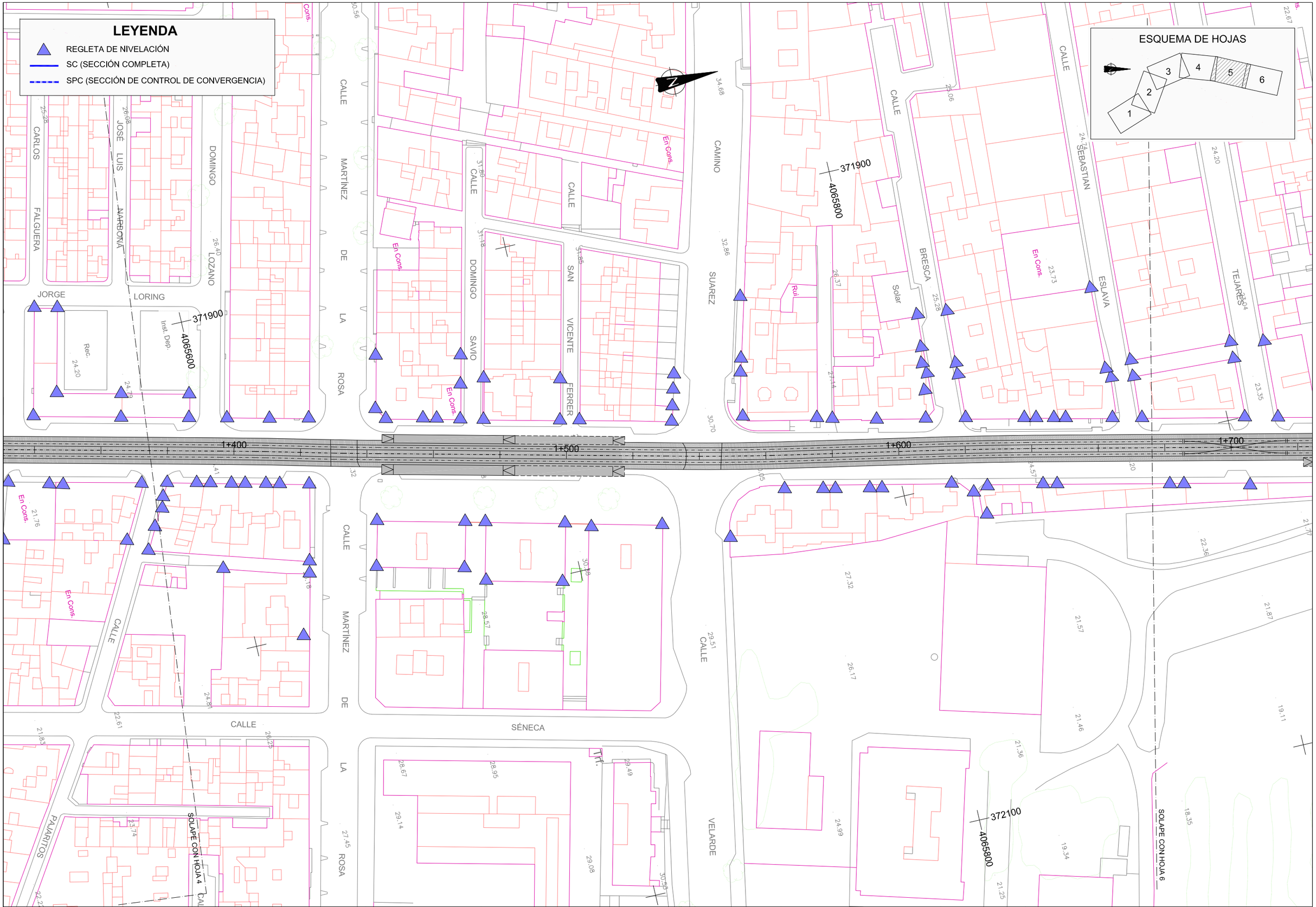
FORMATO ORIGINAL UNE A-1

PLANO: TÚNEL DE LÍNEA
AUSCULTACIÓN DE SECCIONES

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

NÚMERO DE PLANO: AN08,AP-1

HOJA 4 DE 6



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO:	REVISADO POR:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUIDO POR	Febrero - 2016	1:500	TÚNEL DE LÍNEA AUSCULTACIÓN DE SECCIONES	AN08,AP-1
				EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	FORMATO ORIGINAL UNE A-1	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA 5 DE 6

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6

LEYENDA

- REGLETA DE NIVELACIÓN
- SC (SECCIÓN COMPLETA)
- SPC (SECCIÓN DE CONTROL DE CONVERGENCIA)

SOLAPE CON HOJA 5

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA	AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA Febrero - 2016 EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	ESCALA 1:500 FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO TÚNEL DE LÍNEA AUSCULTACIÓN DE SECCIONES NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	NÚMERO DE PLANO AN08,AP-1 HOJA 6 DE 6

Apéndice 2.- Tramo subterráneo: Secciones de auscultación

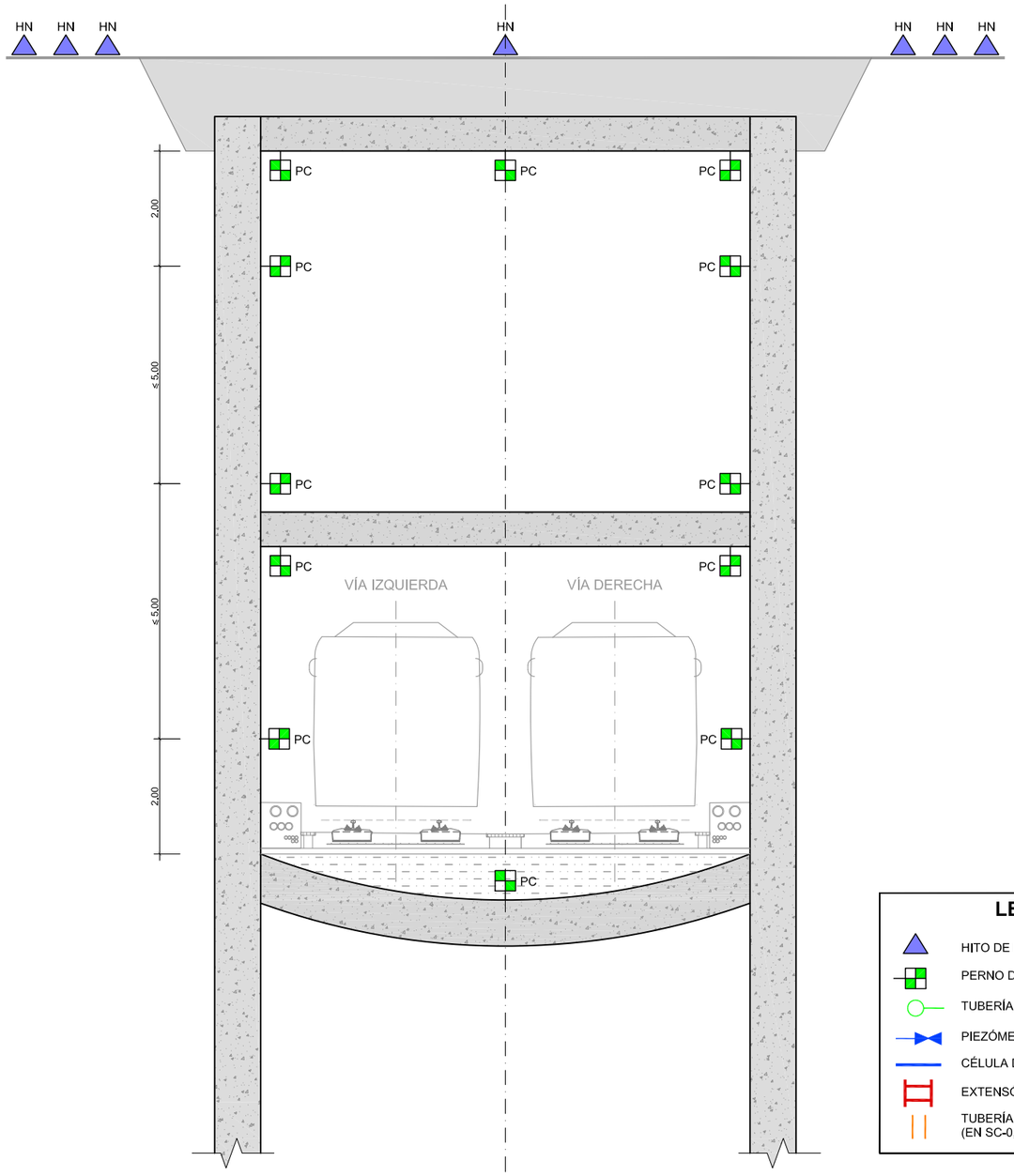
SECCIÓN TIPO INSTRUMENTACIÓN EXTENSIVA

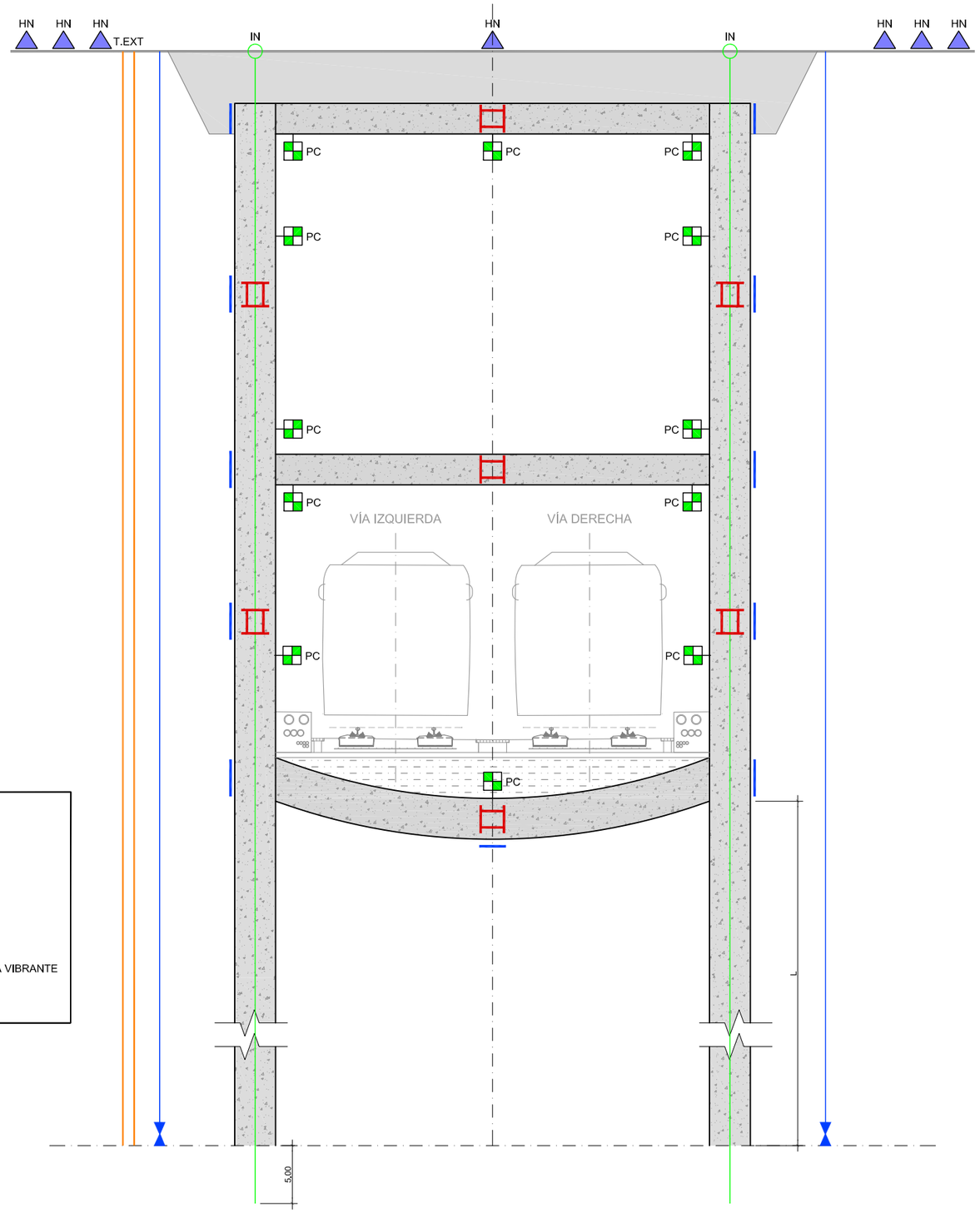
ESCALA 1:50

NOTAS: - El empleo y la disposición de los elementos de control son sólo orientativos. Estos aspectos deberán ser desarrollados en el plan específico de auscultación por parte del contratista.
- La sección del túnel es de carácter genérico. La completa definición de la estructura se incluye en los planos destinados a tal efecto.

SECCIÓN TIPO INSTRUMENTACIÓN LOCALIZADA

ESCALA 1:50





LEYENDA

- HITO DE NIVELACIÓN
- PERNO DE CONVERGENCIA
- TUBERÍA INCLINOMÉTRICA
- PIEZÓMETRO
- CÉLULA DE PRESIÓN TOTAL
- EXTENSÓMETRO DE CUERDA VIBRANTE
- TUBERÍA EXTENSOMÉTRICA (EN SC-0, SC-3 Y SC-5)

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA	AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA Febrero - 2016 EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	ESCALA 1:50 0 0,5 2m. FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO TÚNEL DE LÍNEA AUSCULTACIÓN DE SECCIONES NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	NÚMERO DE PLANO AN08,AP-2 HOJA 1 DE 1

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

ANEJO Nº 9 GEOTECNIA DEL CORREDOR Y ESTRUCTURAS

Fichero: TMM6202APR0_A09-Geotecnia del corredor y estructuras_Rev02.docx

Lista de Revisiones anteriores

Fecha	Revisión modificada	Causa de la modificación
Feb. 2016	Rev00	Definición a nivel de proyecto de construcción.
Mar. 2016	Rev01	Informe de supervisión

Equipo Redactor

Redactado:	Revisado y aprobado:
Mª Isabel Fiestas Carpena	**Juan Herrera Moscardó** **Marzo de 2016**

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN 1

2.- TRABAJOS REALIZADOS 1

2.1 Información del Estudio Informativo 2
2.2 Información del Anteproyecto 2
2.3 Información de la campaña geotécnica específica 2
2.4 Información de estudios geotécnicos próximos a la zona 2
2.5 Campaña específica realizada para el presente proyecto 2

3.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES 2

3.1 Plioceno: Arcillas limosas y limos arenosos (Ar-Am) 3
3.2 Arenas y gravas (Dr-G) 8
3.3 Arenas limosas y limos arenosos (Dr-Am y Dr-Am*) 13
3.4 Rellenos antrópicos (Qx) 16
3.5 Agresividad 16
3.6 Resumen de parámetros geotécnicos 17

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS 17

APÉNDICE 1.- MAPA GEOLÓGICO 1:50.000 (IGME)

APÉNDICE 2.- PLANTA DE SITUACIÓN DE PROSPECCIONES

APÉNDICE 3.- PERFIL LONGITUDINAL GEOTÉCNICO

APÉNDICE 4.- CAMPAÑA GEOTÉCNICA REALIZADA PARA LA PRESENTE ACTUACIÓN

APÉNDICE 5.- ENSAYOS DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO PROCEDENTES DE OTRAS CAMPAÑAS

AP.5.1.- ESTUDIO INFORMATIVO:

AP5.2.- ANTEPROYECTO:

AP5.3.- CAMPAÑA COMPLEMENTARIA GUADALMEDINA-RENFE:

AP5.4.- INFORMES GEOTÉCNICOS PRÓXIMOS (APARCAMIENTO AVDA. ANDALUCÍA):

APÉNDICE 6.- TABLAS Y CÁLCULOS DEL PROYECTO DEL TRAMO "GUADALMEDINA-RENFE"

Anejo nº 9 Geotecnia del corredor y estructuras

1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo contiene la información precisa para caracterizar los materiales presentes en las zonas por las que discurrirá la traza de la prolongación de la línea 2 del Metro de Málaga entre la estación de Guadalmedina y el Hospital Civil.

El trabajo realizado se ha enfocado de manera que pueda servir como base para los estudios y cálculos en los que intervienen las características geotécnicas de los materiales, con especial atención a la determinación de los parámetros necesarios para el diseño de las pantallas, de forma coordinada con el equipo de cálculo de estructuras.

Como documentación de partida se ha utilizado la información geotécnica de los tramos colindantes, junto con la recopilada para el anteproyecto. En algunos casos, la información se ha utilizado para la caracterización general. En otros, se han tomado datos específicos, bien por la cercanía, bien por la representatividad de la información.

Concretamente, se ha incorporado al presente anejo información procedente de los siguientes documentos:

- Estudio Informativo de la Red de metro de Málaga, de clave T-MA0003/PGE0. Cemosa. Julio de 2002.
- Trabajos de reconocimiento geotécnico recogidos en el “Anteproyecto de las líneas 1 y 2 de la Red de Metro de Málaga”. Cemosa. Septiembre de 2003.
- Trabajos de reconocimiento geotécnicos correspondientes a la campaña geotécnica complementaria realizada por LIDYCCE para FCC construcción para la construcción de las líneas 1 y 2 del metro de Málaga.
- Informe geotécnico realizado por SURCAYER para la construcción de aparcamiento en la Avda. de Andalucía a petición de la Sociedad Municipal de Aparcamientos y Servicios, S.A. en agosto de 2001.

Los ensayos de reconocimiento geotécnico de otras actuaciones que se han utilizado para la redacción del presente documento se incluyen en el apéndice 5.

De forma complementaria, se ha llevado a cabo una campaña geotécnica específica, encaminada a confirmar, matizar y, en algunos casos, a obtener, los parámetros de cálculo para el tramo de ampliación que se proyecta. Se incluye en el apéndice 4.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

Para la redacción del presente documento se ha tenido en cuenta el contenido geotécnico de los documentos elaborados para los tramos de metro cercanos, que se ha completado con una campaña específica, centrada en las zonas donde ha sido necesario ampliar la información.

Por su cercanía, cobran especial interés los sondeos que quedan reflejados en la planta del Apéndice 2 del presente anejo, que se relacionan a continuación:

Tabla 1. Sondeos considerados en el presente proyecto

Denominación	Procedencia del sondeo	Empresa	Coordenadas			Prof. (m)	Prof. N.F. (m)	Z N.F. (m.s.m.)	Fecha de los sondeos
			X	Y	Z				
S-1	Campaña realizada para la presente actuación	Geolen Ingeniería S.L.	392139	4064620	6,5	30,49	4,7	1,9	Jun. 2015
S-2			371958	4064717	9,5	23,00	6,8	2,7	Jun. 2015
S-3			371935	4065777	23,5	15,70	5,9	17,6	Jun. 2015
S-4			372070	4064692	7,8	17,00	6,0	1,8	Ag. 2015
S-14	Estudio informativo	CEMOSA	372621	4064589	5,8	12,50	3,4	2,4	May. 2002
SA-10	Anteproyecto	CEMOSA	372512	4064631	5,9	31,60	4,6	1,3	Ene. 2003
SA-11			372438	4064539	5,4	30,00	4,0	1,4	Ene.2003
SC-8	Campaña complement.	INDYCCE	372505	4064545	5,9	24,1	3,7	2,2	Ene. 2005
S1 APAv.And.	Informe geotécnico "Aparcamiento en Av. Andalucía"	SURCAYER S.A.	372481	4064658	6,0	21,00	5,9	0,1	Abr. 2001
S2 APAv.And.			372618	4064644	6,1	21,00	6,0	0,1	Abr. 2001

En los siguientes apartados se amplían los datos sobre los documentos de los que proceden los sondeos anteriores.

De forma complementaria, se han realizado varios ensayos de penetración dinámica tipo DPSH. Este tipo de ensayos se ha centrado, fundamentalmente, en el reconocimiento del tramo que discurre en superficie, aunque uno de ellos se sitúa en el tramo en rampa.

Tabla 2. Ensayos de penetración dinámica DPSH realizados para el presente proyecto

Denominación	Coordenadas			Prof. (m)	Fecha de ejecución
	X	Y	Z		
P-1	373334	4064881	7,8	6,60	Jun. 2015
P-2	371884	4065048	14,0	9,00	Jun. 2015
P-3	371870	4065391	17,8	10,40	Jun. 2015
P-4	371913	4065593	25,4	5,00	Jun. 2015
P-5	371935	4065713	30,5	6,80	Jun. 2015

2.1 Información del Estudio Informativo

A petición de GIASA, la empresa CEMOSA elaboró en 2002 una serie de perfiles geológicos que tomaban como referencia la base de datos de ensayos de reconocimiento geotécnico de la propia CEMOSA. Uno de los perfiles, concretamente el denominado "Perfil 1" de la línea 1, recoge dos sondeos, denominados S-12 y S-14, que se localizan cerca de la zona de actuación, especialmente el S-14.

El perfil citado en el párrafo anterior se incluye como documento 1 del apéndice 5.

2.2 Información del Anteproyecto

Para la redacción del Anteproyecto de las líneas 1 y 2 de la Red de Metro de Málaga se realizó una campaña de reconocimiento geotécnico. Dos de los sondeos de la citada campaña se encuentran muy cerca de la zona de actuación, por lo que se han incorporado al presente estudio. Se trata, concretamente, de los sondeos SA-10 y SA-11, que quedan recogidos en el documento 2 del apéndice 5, junto con el resto de los trabajos asociados a su ejecución, en este caso presiómetros, ensayos de permeabilidad y ensayos de laboratorio.

2.3 Información de la campaña geotécnica específica

Para completar el perfil geotécnico de las líneas 1 y 2 en aquellas zonas en las que se planteaba algún tipo de duda de cara a la caracterización del material del subsuelo, se llevó a cabo una campaña geotécnica específica para la actuación.

La citada campaña comprendía varios sondeos, con toma de muestras inalteradas y ejecución de ensayos SPT. En algunos de ellos, además, se realizaron ensayos presiométricos. Incluía también los ensayos de laboratorio correspondientes.

El sondeo más próximo a la zona de actuación (SC-8) se ha incorporado al estudio del presente proyecto, y queda recogido en el documento 3 del apéndice 5.

2.4 Información de estudios geotécnicos próximos a la zona

Por su cercanía, se han tomado como referencia dos de los sondeos realizados por la Sociedad Municipal de Aparcamientos y Servicios, S.A. para la construcción de un aparcamiento en la Avenida de Andalucía.

En el documento 4 del apéndice 5 se incluyen los partes de los sondeos (S-1 Ap.Av.Andalucía y S-2 Ap.Av.Andalucía) y un resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio.

2.5 Campaña específica realizada para el presente proyecto

El presente proyecto consta de un tramo inicial de pantallas ya ejecutadas, que forman parte de la actuación RENFE-GUADALMEDINA.

La mayor parte de los reconocimientos se centran en la caracterización del tramo soterrado de nueva construcción, que tendrá una longitud aproximada de 500 m, incluyendo la longitud de la rampa de salida al exterior.

También se han realizado trabajos para el estudio de las condiciones geotécnicas del resto del trazado, para lo cual se ha tenido en cuenta que dicho trazado discurrirá por una zona urbana consolidada que en la actualidad ya soporta el paso de vehículos, y que las cargas transmitidas por la infraestructura que se proyecta serán inferiores a las del tráfico actual.

La campaña de reconocimiento realizada consta de un total de cuatro sondeos y cinco ensayos de penetración dinámica tipo DPSH. Durante la ejecución de los sondeos se han llevado a cabo ensayos de permeabilidad y presiómetros.

Tanto los partes de los trabajos de campo como las actas de los ensayos "in situ" y de laboratorio se aportan en el apéndice 4 del presente anejo.

Todos los ensayos se han realizado conforme a lo establecido normas de ensayo vigentes en el momento de su ejecución, que quedan reflejadas en las actas.

3.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

La caracterización geotécnica de los materiales se basa tanto en los datos geológicos como en los trabajos de reconocimiento geotécnico realizados.

En referencia a estos últimos, cuanto mayor sea el número de ensayos empleados para caracterizar una unidad geotécnica, mayor será el nivel de representatividad de la misma. Por este motivo, la caracterización de los diferentes materiales se ha realizado tomando como referencia los ensayos de reconocimiento citados en el punto anterior, matizados en ocasiones con la experiencia de los tramos de metro más cercanos ya ejecutados. En las tablas con los resultados de los ensayos se incluyen en negrita los correspondientes a la campaña geotécnica realizada de forma específica para la presente actuación (S-1 a S-4), y el sondeo S-1 Ap.Av.Andalucía, que se localiza muy cerca del inicio del tramo.

Hay que indicar que en la determinación de los parámetros geotécnicos del tramo adyacente (Guadalmedina-RENFE) se tuvieron en cuenta las recomendaciones hechas por D.José María Rodríguez Ortiz (asesor geotécnico del metro de Málaga) para el tramo

Guadalmedina-Héroe de Sosota y Juan XXIII. De hecho, se optó por adoptar los mismos parámetros para ambos tramos.

Por otra parte, el dimensionamiento y verificación de las pantallas se ha realizado con el módulo de Muros Pantalla del programa CYPECAD que modeliza el terreno como una serie de muelles de constante elástica k (modelo Winkler) y parte de la distribución tensional del suelo en reposo. A partir de esa situación inicial va iterando obteniendo el valor de los empujes según la deformada de la pantalla, siendo según el caso empujes activos o pasivos, hasta que alcanza una situación de equilibrio.

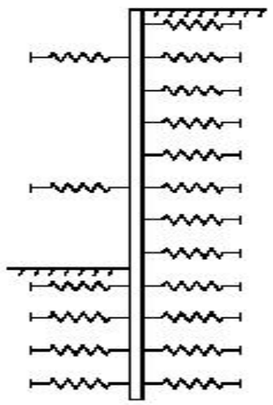
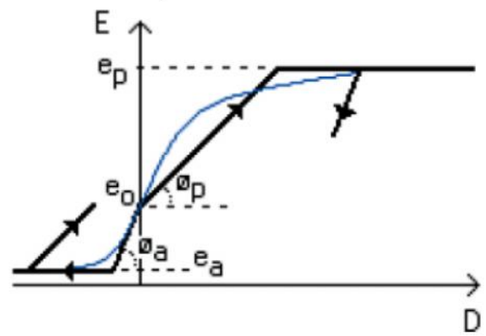


Figura 1. . Modelo de cálculo de comportamiento del terreno



Por tanto, es necesario determinar los siguientes parámetros para cada una de las formaciones que se verán afectadas por la excavación de las pantallas:

- Densidad aparente, densidad saturada y densidad sumergida.
- Cohesión efectiva.
- Ángulo de rozamiento interno efectivo.
- Coeficiente de balasto horizontal.
- Permeabilidad.

Los niveles geotécnicos detectados, de base a muro, son los siguientes:

- Arcillas limosas y limos arenosos (Ar-Am)
- Arenas y gravas (Dr-G)
- Arenas limosas y limos arenosos. Dentro de este nivel es preciso hacer una subdivisión que permita establecer comportamientos geotécnicos diferenciales. Por este motivo, los materiales del subnivel Dr-Am y los del Dr-Am* se definirán con distintos parámetros geotécnicos, que respondan al comportamiento que cabe esperar en cada caso.
- Rellenos antrópicos (Qx)

En los siguientes apartados se realizará una descripción de los materiales de cada nivel, basada en la información a la que se ha hecho referencia en apartados anteriores.

En cada caso, se incluirán los principales resultados que se han tenido en cuenta de cara a la asignación de parámetros geotécnicos.

3.1 Plioceno: Arcillas limosas y limos arenosos (Ar-Am)

Identificación

Las arcillas pliocenas constituyen el nivel de base en todo el tramo.

El techo de este estrato se encuentra a menor profundidad que en otros tramos del metro, de forma que a lo largo del tramo en túnel asciende de los 19 m de profundidad que se miden en el inicio de la actuación hasta los 12 m del entorno del tramo en rampa.

Dentro de los trabajos considerados para el estudio de los tramos adyacentes se identificaron un total de 42 muestras de arcillas pliocenas.

En los reconocimientos recogidos en el presente proyecto se cuenta con un total de 19 muestras caracterizadas en este nivel.

En la mayor parte de los casos se trata de arcillas de baja plasticidad con un elevado contenido en finos, próximo al 100% en muchas de las muestras, aunque en otras se ha detectado alguna arena y limos.

En relación a la caracterización realizada en el estudio de los tramos cercanos de las líneas 1 y 2, en el presente tramo se produce un aumento de las muestras clasificadas como arcillas de alta plasticidad, CH.

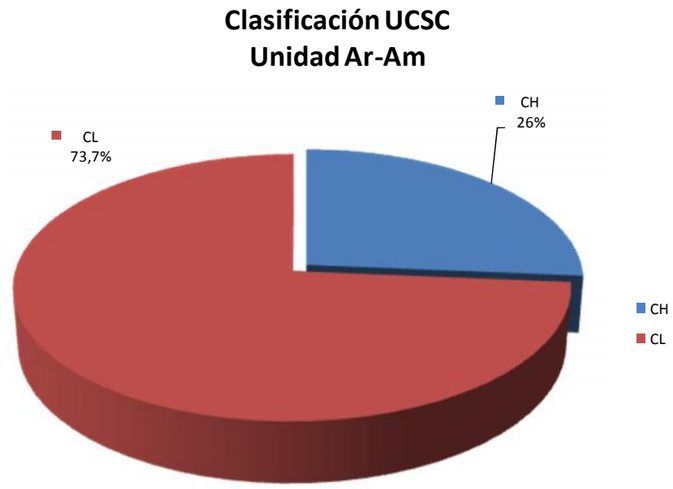
A continuación se incluye una relación con todos los ensayos correspondientes a los sondeos considerados más representativos del tramo en estudio.

Tabla 3. Ensayos realizados sobre las muestras de la formación de arenas limosas y limos arenosos (Ar-Am). En negrita, los ensayos localizados en la traza o adyacentes.

Sondeo	Grupo geot.	Litol.	Tipo de ensayo	MI	Prof.		Golpeo	N_{30}SPT	Ensayo de perm.	Ensayos presiométricos (OYO)					Granulometría, % que pasa		Límites Atterberg			Den. seca (T/m^3)	Hum. Nat. (%)	Den. Ap. (T/m^3)	Comp. simple (kg/cm^2)		Corte directo tipo CD Sondeos S-1,S-2 y S-3. CU Resto		SO4 (mg/kg)	B. Gully	MO %	CO_3CA	H. libre		
					De:	a:			K (m/s)	Poisson (Asignado)	P. Fluencia (MPa)	P. Límite (Menard) (MPa)	P. Límite (Mair y Wood) (MPa)	Módulo presiom. (S-1 y S-2 en MPa, S-11 en Kg/cm^2)	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP				Def. (%)	Carga	C (T/m^2)	Φ					H. inicial	H. final	% hinch.
S-1	**Ar-Am**	**CL**	**MI**	**4**	**18,00**	**18,60**	**13-21-32-41**								**100**	**96,2**	**43**	**21,2**	**21,8**	**1,73**	**24,4**	**2,15**	**18**	**4,53**	**4,7**	**26,8**							
S-1	**Ar-Am**		**SPT**	**7**	**18,60**	**19,20**	**17-20-24-27**	**44**																									
S-1	**Ar-Am**		**MI**	**5**	**20,50**	**21,10**	**17-20-27-35**																										
S-1	**Ar-Am**		**SPT**	**8**	**21,10**	**21,70**	**12-21-26-32**	**47**																									
S-1	**Ar-Am**		**PR**	**1**	**22,10**					**0,3**	**2,41**	**4,78**	**5,36**	**Carga: 89,56 Recarga: 204,19**																			
S-1	**Ar-Am**	**CL**	**MI**	**6**	**23,50**	**23,79**	**38-50**								**100**	**81,2**	**44,6**	**20,1**	**24,5**	**1,51**	**27,34**	**1,92**	**15**	**2,19**	**6**	**22**	**56**	**0**		**15,2**	**27,5**	**29,3**	**0,55**
S-1	**Ar-Am**		**SPT**	**9**	**23,79**	**24,39**	**15-20-26-31**	**46**																									
S-1	**Ar-Am**	**CL**	**TP**	**2**	**26,30**	**26,60**									**100**	**94,9**	**47,8**	**20,9**	**26,9**	**1,72**	**20,84**	**2,08**	**13**	**5,34**									
S-1	**Ar-Am**		**SPT**	**10**	**27,50**	**28,10**	**23-28-30-35**	**58**																									
S-1	**Ar-Am**		**TP**	**3**	**28,5**	**28,8**																											
S-1	**Ar-Am**		**PR**	**2**	**29,10**					**0,3**	**2,89**	**6,37**	**6,75**	**Carga: 116,57 Recarga: 274,15**																			
S-1	**Ar-Am**	**CL**	**MI**	**7**	**29,60**	**29,90**	**36-50**								**100**	**89,9**	**44,7**	**20,4**	**24,3**	**1,56**	**27,81**	**1,99**	**2**	**0,21**	**4,4**	**16**				**10,8**	**27,7**	**30**	**2,85**
S-1	**Ar-Am**		**SPT**	**11**	**29,89**	**30,49**	**26-32-35-38**	**67**																									
S-4	**Ar-Am**		**SPT-C**	**8**	**11,50**	**12,10**	**8-12-14-16**	**26**																									
S-4	**Ar-Am**		**TP**	**1**	**12,90**	**13,20**																											
S-4	**Ar-Am**		**SPT**	**9**	**16,40**	**17,00**	**9-13-16-19**	**29**																									
S-2	**Ar-Am**		**MI**	**3**	**12,80**	**13,40**	**11-17-24-32**																										
S-2	**Ar-Am**		**SPT**	**4**	**13,40**	**14,00**	**9-14-17-20**	**31**																									
S-2	**Ar-Am**		**Perm**	**1**	**14,55**	**16,30**			**$1,23*10^{-9}$**																								
S-2	**Ar-Am**		**PR**	**1**	**14,60**					**0,3**	**2,08**	**4,51**	**5,31**	**Carga: 80,77 Recarga: 135,27**																			
S-2	**Ar-Am**	**CH**	**TP**	**1**	**14,60**	**14,90**									**100**	**99,3**	**54,4**	**23,2**	**31,2**	**1,74**	**23,32**	**2,14**	**17**	**5,7**									
S-2	**Ar-Am**	**CH**	**MI**	**4**	**16,30**	**16,90**	**13-19-24-41**								**100**	**99**	**55,3**	**24,8**	**30,5**	**1,63**	**25,02**	**2,04**	**15**	**3,59**	**7,1**	**25,2**				**17,3**	**25,3**	**27,6**	**1,55**
S-2	**Ar-Am**		**SPT**	**5**	**16,90**	**17,50**	**8-16-19-23**	**35**																									
S-2	**Ar-Am**	**CL**	**MI**	**5**	**20,00**	**20,57**	**26-30-37-50**								**100**	**93,3**	**46,4**	**20,4**	**26**	**1,72**	**22,2**	**2,11**	**13**	**7,34**	**8,7**	**20,3**	**26**			**19,6**	**22,5**	**24,6**	**3,00**
S-2	**Ar-Am**		**SPT**	**6**	**20,57**	**21,17**	**17-20-26-29**	**46**																									

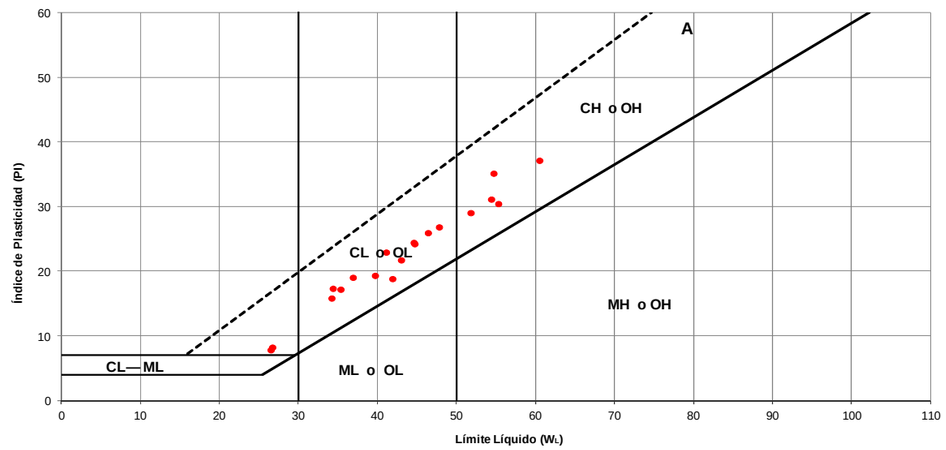
Sondeo	Grupo geot.	Litol.	Tipo de ensayo	MI	Prof.		Golpeo	N_{30}SPT	Ensayo de perm.	Ensayos presiométricos (OYO)					Granulometría, % que pasa		Límites Atterberg			Den. seca (T/m^3)	Hum. Nat. (%)	Den. Ap. (T/m^3)	Comp. simple (kg/cm^2)		Corte directo tipo CD Sondeos S-1,S-2 y S-3. CU Resto		SO4 (mg/kg)	B. Gully	MO %	CO_3CA	H. libre		
					De:	a:			K (m/s)	Poisson (Asignado)	P. Fluencia (MPa)	P. Límite (Menard) (MPa)	P. Límite (Mair y Wood) (MPa)	Módulo presiom. (S-1 y S-2 en MPa, S-11 en Kg/cm^2)	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP				Def. (%)	Carga	C (T/m^2)	Φ					H. inicial	H. final	% hinch.
S-2	**Ar-Am**		**PR**	**2**	**22,60**					**0,3**	**2,47**	**4,74**	**5,11**	**Carga: 48,86 Recarga: 109,96**																			
S-2	**Ar-Am**	**CH**	**TP**	**2**	**22,60**	**23,00**									**100**	**98,3**	**51,8**	**22,7**	**29,1**	**1,74**	**22,48**	**2,14**	**20**	**7,01**									
S-3	**Ar-Am**	**CL**	**MI**	**4**	**12,00**	**12,59**	**21-26-32-50**								**100**	**92,8**	**41,9**	**23**	**18,9**														
S-3	**Ar-Am**		**SPT**	**5**	**12,59**	**13,19**	**18-32-41-16**	**73**																									
S-3	**Ar-Am**		**MI**	**5**	**14,50**	**15,10**	**16-20-24-45**																										
S-3	**Ar-Am**		**SPT**	**6**	**15,10**	**15,70**	**9-20-29-37**	**49**																									
S1 Ap.Av.And.	**Ar-Am**	**CH**	**MA**		**19,4**	**19,8**									**100**	**95,53**	**60,5**	**23,2**	**37,2**						**1,3**	**12,5**							
S2 Ap.Av.And.	Ar-Am		SPT		18,3	18,75	21-23-27	50																									
S2 Ap.Av.And.	Ar-Am	CH	TP		19,2	19,6									100	95,73	54,7	19,4	35,2			2,02		2,65	1,3	12,5	0						
S2 Ap.Av.And.	Ar-Am		SPT		20,1	20,55	24-29-37	66																									
S2 Ap.Av.And.	Ar-Am	CL	TP		20,6	21									100	90,85	41,1	18,1	23			2,04		2,15									
SA-10	Ar-Am	CL	MI		21,00	21,60	11-19-30-37								100	90,7	34,2	18,3	15,9	1,8	19,1		10,2	6,55	9,0	35,8	0						
SA-10	Ar-Am		SPT		21,60	22,20	6-10-15-20	25																									
SA-10	Ar-Am		MI		24,00	24,60	12-21-33-47																										
SA-10	Ar-Am		SPT		24,60	25,20	6-10-13-20	23																									
SA-10	Ar-Am	CL	MI		27,00	27,60	16-22-30-41								100	67,6	26,7	18,4	8,3	1,85	17,6		13,2	4,59									
SA-10	Ar-Am		SPT		27,60	28,20	12-18-26-29	44																									
SA-10	Ar-Am	CL	MI		30,00	30,60	12-17-25-39								100	73,9	26,5	18,6	7,9	1,78	19,2		12	5,8	14,9	29,4	0						
SA-10	Ar-Am		SPT		30,60	31,10	18-29-42-50	71																									
SA-11	Ar-Am		PR		21,6					0,3	1,5	2,6		750																			
SA-11	Ar-Am		MI		22	22,6	18-29-43-52																										
SA-11	Ar-Am		SPT		22,6	23,2	16-24-30-41	54																									
SA-11	Ar-Am	CL	MI		24,9	25,3									100	95,9	39,7	20,3	19,4	1,69	23	2,079			1,1	36,6	0		1,9				
SA-11	Ar-Am		SPT		25,3	25,9	20-25-31-42	56																									
SA-11	Ar-Am	CL	MI		28	28,37									100	89,3	36,9	17,8	19,1								0						
SA-11	Ar-Am		SPT		28,37	28,97	18-32-42-53	74																									
SC-8	Ar-Am	CL	TP		20,5	20,8									100	92,6	35,3	18,1	17,3	1,73	21,26	2,095		3,82									
SC-8	Ar-Am	CL	MI		23,5	24,1									100	91,6	34,4	17	17,4	1,78	20,13	2,138		5,67									

Figura 2. Clasificación de las muestras de la unidad Ar-Am



Los ensayos relativos a la plasticidad de las arcillas se muestran en el gráfico de la Carta de Casagrande, donde se aprecia que presentan valores del Límite Líquido entre el 26,7 y el 60,5 %, con un valor medio del 43,2%, y un Índice de Plasticidad que oscila entre el 7,9 y el 37,2%, con un valor medio del 22,8%.

Figura 3. Carta de plasticidad de Casagrande de las muestras de la unidad Ar-Am



Estado natural (densidad seca y humedad)

Se cuenta con un total de 14 ensayos de densidad seca en esta unidad, con un valor mínimo de 1,51t/m^3, máximo de 1,85t/m^3 y valor medio de 1,71 t/m^3. Este valor es muy similar al considerado para los tramos cercanos, que resultó ser de 1,73 t/m^3.

En lo que se refiere a la humedad natural, el valor medio de los 14 ensayos considerados es del 22,4%, con un mínimo del 17,6% y un máximo del 27,8%. El valor de humedad natural medio para los tramos cercanos resultó ser de 21,8%, muy similar al obtenido en este caso.

Con estos datos, y tomando un peso específico de las partículas de 2,7 t/m^3, se establece que el grado de saturación del material es prácticamente del 100%.

Por tanto, se adopta como valor de densidad saturada el mismo que para los tramos adyacentes, que fue de 2,10 t/m^3.

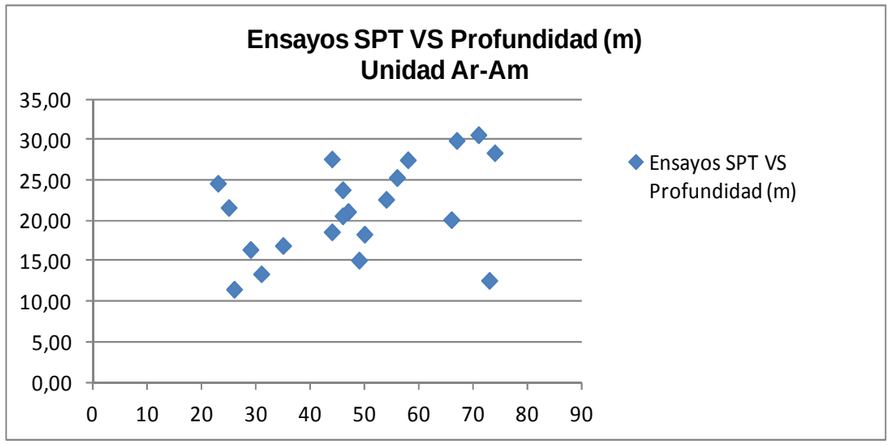
Resistencia

Para determinar la resistencia del material se dispone de ensayos SPT, ensayos de corte directo tipo CU y CD y ensayos de rotura a compresión simple.

El promedio del golpeo SPT de los datos del tramo es de 48, con un valor mínimo de 23 golpes y un máximo de 74. Este N30spt mínimo asciende a 26 si sólo se tienen en cuenta los ensayos realizados en la traza o adyacentes (tabla 3, en negrita).

Estos datos son considerablemente superiores a los asignados a la unidad en los estudios cercanos, donde el valor medio obtenido para la formación ha sido de 25, inferior al valor mínimo obtenido para el presente tramo. Por tanto, las consideraciones que se realicen tomando como referencia este valor, quedarán del lado de la seguridad.

Figura 4. Resultados de los ensayos SPT realizados en la formación Ar-Am. Se incluyen los del tramo de estudio y los más representativos de estudios cercanos.



En lo que se refiere a la rotura a compresión simple, se cuenta con 15 ensayos.

Uno de los ensayos, concretamente el correspondiente a la muestra tomada en el sondeo S-1 entre 29,60 y 29,90 m, no se va a tener en cuenta, ya que el valor anormalmente bajo obtenido (0,21 kg/cm^2) puede deberse a un problema de tallado, posiblemente relacionado con la presencia de alguna zona de concentración de arena.

Eliminado este dato, el valor mínimo es de 2,15 kg/cm^2, y el máximo de 7,34 kg/cm^2, con un valor medio de 4,8 kg/cm^2, ligeramente inferior al valor de 5,03 kg/cm^2 obtenido para los tramos adyacentes.

Además, se cuenta con un total de 10 ensayos de corte directo, de los que 5 son de tipo CU y 10 del tipo CD.

Existe una dispersión importante entre los datos, al igual que sucede en los tramos adyacentes.

En la información procedente de los tramos adyacentes se incluye un estudio de los ensayos triaxiales tipo CU con medida de presiones intersticiales, en base al cual se asigna al material una cohesión efectiva de 3,0 t/m^3 y un ángulo de rozamiento de 29 grados.

No obstante, se observa que los valores de cohesión del material del presente tramo son ligeramente superiores a los de los tramos adyacentes. Por otra parte, el ángulo de rozamiento interno es algo inferior, lo que se explica si se tiene en cuenta el mayor porcentaje de arcilla de alta plasticidad en el tramo en estudio.

Como conclusión, considerando el estudio de la formación realizado para otros tramos y teniendo en cuenta los matices que se derivan de los resultados obtenidos en la campaña específica realizada, se asigna a las arcillas Ar-Am una cohesión efectiva de 5,0 t/m^2, y un ángulo de rozamiento interno de 25 º.

Expansividad

Como se ha visto en el apartado correspondiente, el Índice de Plasticidad de las muestras es elevado.

Este hecho, unido al resultado de los ensayos de hinchamiento libre realizados, hace que sea preciso considerar que el material tiene un potencial expansivo medio-alto.

Deformabilidad. Coeficiente de balasto horizontal K_h.

Dentro del tramo se cuenta con 5 ensayos presiométricos para esta unidad.

El coeficiente de balasto horizontal, K_h, se va a obtener a partir de la formulación de Menard (1.964):

$$\frac{1}{K_h} = \frac{1}{E_M}\left[\frac{a}{2} + 0{,}133(9a)^{\alpha}\right]$$

Donde:

K_h=Coeficiente de balasto horizontal.

α= Coeficiente, que toma un valor de 0,5 en suelos cohesivos y de 0,35 en suelos granulares.

E_M=Módulo presiométrico del terreno.

a= Coeficiente, dado como $a = \frac{2}{3}h$, siendo h la longitud enterrada de la pantalla.

A partir del módulo presiométrico obtenido en cada caso, se obtienen los siguientes valores para el coeficiente de balasto horizontal K_h en la unidad Ar-Am.

Tabla 4. Coeficiente de balasto horizontal Kh obtenido a partir de los ensayos presiométricos de los sondeos del tramo a partir de la formulación de Menard (1964)* para la unidad Ar-Am.

	S1 Prof.12,10 m	S1 Prof.29,10 m	S2 Prof.14,60 m	S2 Prof.22,60 m	SA-11 Prof.21,60 m
E_p (t/m^2)	20.800,00	27.940,00	13.766,00	11.114,00	7.500,00
K_h (t/m^3)	18.459,35	24.795,88	12.216,90	9.863,33	6.656,02

* Se ha considerado el mismo valor de h utilizado en los tramos adyacentes. En el anejo 6 se incluyen los cálculos realizados para el proyecto Guadalmedina-RENFE.

Tal y como queda reflejado en la tabla anterior, los resultados obtenidos en la determinación del coeficiente de balasto se encuentran, en todos los casos, por encima de los obtenidos para los tramos adyacentes. No obstante, dada la relevancia que este parámetro tiene en los cálculos y considerando la dispersión que habitualmente tienen los datos obtenidos, se considera preciso tener en cuenta la totalidad de los ensayos disponibles.

Esta decisión deja los resultados del lado de la seguridad, aspecto básico a tener en cuenta cuando se trata de un dato sujeto a tantas variables como es el coeficiente de balasto horizontal, en una obra de la entidad de la que se está proyectando.

Por tanto, se considera conveniente adoptar un valor de coeficiente de balasto horizontal K_h de 5.000 t/m^3 para la formación Ar-Am, que coincide con el valor de cálculo de los tramos cercanos.

3.2 Arenas y gravas (Dr-G)

Identificación

A lo largo de todo el tramo de actuación se detecta una formación de arenas y gravas de espesor variable.

Su muro se encuentra sobre la formación de arcillas limosas y limos arenosos, y su techo es variable, de forma que en algunos casos se localiza en la formación de arenas limosas y limos arenosos (tramo en túnel) y en otros su cota asciende, de forma que se encuentran inmediatamente por debajo de los rellenos antrópicos (tramo en superficie). También es frecuente encontrar zonas en las que se produce una alternancia entre la formación de arenas y gravas (Dr-G) y la de arenas limosas y limos arenosos (Dr-Am) (zona final del tramo en superficie).

Estos materiales se detectan en los tramos de metro cercanos, y, al igual que sucede en el caso del presente tramo, en unos casos se extiende a lo largo de toda la potencia existente entre el techo de las arcillas Ar-Am y la base de los rellenos Qx, y en otros se alterna con la unidad Dr-Am. Esta última en algunos casos presenta una cierta continuidad tanto en planta como en alzado, mientras que en otros se encuentran lentejones, sin que se haya podido establecer una pauta en su distribución.

Centrando el estudio en el presente proyecto, en el tramo que discurre soterrado y al final del mismo (entorno del Hospital Civil) aparecen los materiales de la formación Dr-Am a techo de la formación Dr-G. Sin embargo, los resultados de los ensayos de penetración dinámica indican que, en la zona central del tramo, y una vez superados los rellenos Qx, se encuentra un material con un golpeo que se asemeja más al de la formación Dr-G por el contenido en gruesos de algunos niveles que al del material de la formación Dr-Am. Esto puede significar (y así se ha interpretado en el perfil geotécnico del anejo 3) que la formación Dr-G es la predominante entre el techo de las arcillas Ar-Am y el muro de los rellenos. Eso no implica que no puedan encontrarse zonas en las que aparezca la formación Dr-Am de forma localizada en el tramo central de la actuación, al igual que sucede en el tramo Guadalmedina-RENFE.

Los ensayos realizados en esta formación en los sondeos considerados de forma específica para el presente proyecto se recogen en la siguiente tabla:

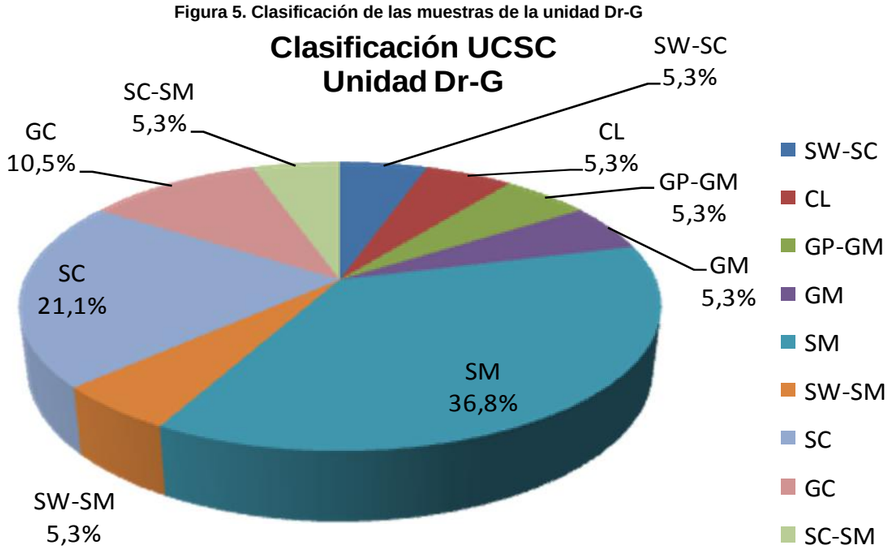
Tabla 5. . Ensayos realizados sobre las muestras de la formación de arenas y gravas (Dr-G). En negrita, los ensayos localizados en la traza o adyacentes.

Sondeo	Grupo geot.	Litol.	Tipo de ensayo	Prof.		Golpeo	N30SPT	Ensayo de perm.	Ensayos presiométricos (OYO)					Granul. % que pasa		Límites Atterberg			Den. seca (t/m^3)	Hum. Nat. (%)	Den. Ap. (t/m^3)	Comp. simple (kg/cm^2)		Corte directo tipo		SO4 (mg/kg)	B. Gully	MO %	CO_3CA %	H. libre		
				De:	a:			K (m/s)	Poisson (Asignado)	P. Fluencia (MPa)	P. Límite (Menard) (MPa)	P. Límite (Mair y Wood) (MPa)	Módulo presiom. (MPa)	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP				Def. (%)	Carga	C' (T/m^2)	Φ'					H. inicial	H. final	% hinch.
S-1	**Dr-G**	**SW-SC**	**SPT**	**6,00**	**6,60**	**7-11-12-15**	**23**							**60,0**	**10,8**	**22,6**	**16,1**	**6,5**														
S-1	**Dr-G**		**SPT**	**9,00**	**9,60**	**18-22-37-17**	**59**																									
S-1	**Dr-G**	**CL**	**MI**	**12,00**	**12,60**	**12-11-17-27**								**98,0**	**76,1**	**30,4**	**17,5**	**12,9**	**1,86**	**17,7**	**2,19**	**19,00**	**2,9**			**24**	**0**					
S-1	**Dr-G**		**SPT**	**12,60**	**13,20**	**10-11-12-15**	**23**																									
S-1	**Dr-G**		**SPT**	**15,00**	**15,60**	**10-13-17-20**	**30**																									
S-1			**TP**	**15,6**	**15,9**																											
S-4	**Dr-G**		**SPT**	**6,00**	**6,60**	**19-21-14-19**	**35**																									
S-4	**Dr-G**		**MA**	**6,60**	**6,90**																											
S-4	**Dr-G**		**SPT-C**	**7,00**	**7,90**	**10-11-11-6**	**22**																									
S-4	**Dr-G**		**SPT-C**	**8,50**	**9,10**	**7-22-19-13**	**41**																									
S-4	**Dr-G**		**MA**	**9,20**	**9,40**																											
S-4	**Dr-G**		**SPT-C**	**9,60**	**10,20**	**13-25-30-40**	**55**																									
S-4	**Dr-G**		**MA**	**10,20**	**10,40**																											
S-4	**Dr-G**		**SPT-C**	**10,50**	**10,93**	**48-26-50**	**100**																									
S-2	**Dr-G**	**GP-GM**	**MA**	**10,20**	**10,50**									**36,0**	**7,7**	**NP**	**NP**	**NP**								**21**						
S1 Ap.Av.And.	**Dr-G**		**SPT**	**6,00**	**6,45**	**26-30-31**	**61**																									
S1 Ap.Av.And.	**Dr-G**	**GM**	**MA**	**7,80**	**8,00**									**47,0**	**12,1**	**NP**	**NP**	**NP**														
S1 Ap.Av.And.	**Dr-G**	**SM**	**SPT**	**9,00**	**9,45**	**26-33-46**	**79**							**100,0**	**28,2**	**NP**	**NP**	**NP**														
S1 Ap.Av.And.	**Dr-G**	**SC**	**SPT**	**11,00**	**11,55**	**30-43-36**	**79**							**61,5**	**22,5**	**31,9**	**15,3**	**16,5**														
S1 Ap.Av.And.	**Dr-G**		**SPT**	**14,80**	**15,25**	**27-27-30**	**57**																									
S1 Ap.Av.And.	**Dr-G**	**SM**	**SPT**	**18,00**	**18,28**	**29-50/13**	**100**																									
S2 Ap.Av.And.	Dr-G	SM	SPT	4,2	4,65	8-9-10	19							98,8	16,6	NP	NP	NP								0						
S2 Ap.Av.And.	Dr-G	SW-SM	SPT	5,9	6,35	19-32-47	79							73,9	6,6	NP	NP	NP														
S2 Ap.Av.And.			SPT	7,5	7,95	19-12-10	22																									
S2 Ap.Av.And.	Dr-G	SM	SPT	9,6	10,05	10-19-24	43							99,4	27,8	NP	NP	NP								0						
S2 Ap.Av.And.			SPT	11,2	11,44	27-50/9	100																									

Sondeo	Grupo geot.	Litol.	Tipo de ensayo	Prof.		Golpeo	N30SPT	Ensayo de perm.	Ensayos presiométricos (OYO)					Granul. % que pasa		Límites Atterberg			Den. seca (t/m^3)	Hum. Nat. (%)	Den. Ap. (t/m^3)	Comp. simple (kg/cm^2)		Corte directo tipo		SO4 (mg/kg)	B. Gully	MO %	CO_3CA %	H. libre		
				De:	a:			K (m/s)	Poisson (Asignado)	P. Fluencia (MPa)	P. Límite (Menard) (MPa)	P. Límite (Mair y Wood) (MPa)	Módulo presiom. (MPa)	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP				Def. (%)	Carga	C' (T/m^2)	Φ'					H. inicial	H. final	% hinch.
S2 Ap.Av.And.	Dr-G	SM	SPT	14,1	14,55	19-30-43	73							80,3	17,0	NP	NP	NP								0						
S2 Ap.Av.And.			SPT	16	16,45	20-20-33	53																									
SA-10	Dr-G	SM	MI	12,00	12,60	4-24-12-12								100,0	14,7	NP	NP	NP	2,01	11,8						0						
SA-10	Dr-G		SPT	12,60	13,20	3-6-10-13	16																									
SA-10	Dr-G	SC-SM	MI	14,80	15,40	7-12-17-19	29							64,7	16,2	26,1	19,4	6,7	1,97	14,5						0						
SA-10	Dr-G		SPT	15,40	16,00	10-12-12-16	24																									
SA-10	Dr-G		MI	18,00	18,60	31-31-29-33																										
SA-10	Dr-G		SPT	18,60	19,20	19-12-18-17	30																									
SA-11	Dr-G		SPT	3,6	4,2	4-5-8-9	13																									
SA-11	Dr-G		MI	6	6,6	7-9-14-16								89,9	7,1	NP	NP	NP	1,6	17,7	1,88			0,9	37							
SA-11	Dr-G		SPT	6,6	7,2	6-8-10-14	18																									
SA-11	Dr-G	SC	MI	12	12,4	24-35-50								71,2	25,1	31,8	15,6	16,2	2,1	10,5	2,32	2,50	0,62			0						
SA-11	Dr-G		SPT	12,4	13	20-19-15-16	34																									
SA-11	Dr-G		MI	15	15,6	22-26-24-15								71,8	11,4																	
SA-11	Dr-G		SPT	15,6	16,2	14-11-12-13	23																									
SA-11	Dr-G		PR	17,6					0,32	0,3	0,5		5,4																			
SA-11	Dr-G	SM	MI	17,8	18,4	18-32-46-45								71,2	16,1	NP	NP	NP	2,02	13,5	2,29	0,81	0,05			0						
SA-11	Dr-G		SPT	18,4	19	4-3-4-6	7																									
SC-8	Dr-G		SPT	4	4,6		8																									
SC-8	Dr-G		SPT	5,5	6,1		25																									
SC-8	Dr-G		SPT	9,5	10,1		16																									
SC-8	DR-G		SPT	11	11,6		63																									
SC-8	Dr-G	GC	MI	12,5	13									56,5	18,6	28,3	17,5	10,8		12												
SC-8	Dr-G	SC	SPT	13,5	14,1									77,6	32,6	25,9	15,4	10,5														
SC-8	Dr-G	GC	MI	16,5	17,1									60,6	21,4	26,1	17,2	8,9		15,3												
SC-8	Dr-G	SC	SPT	18	18,6									69,8	23,9	25,4	16,5	8,9														

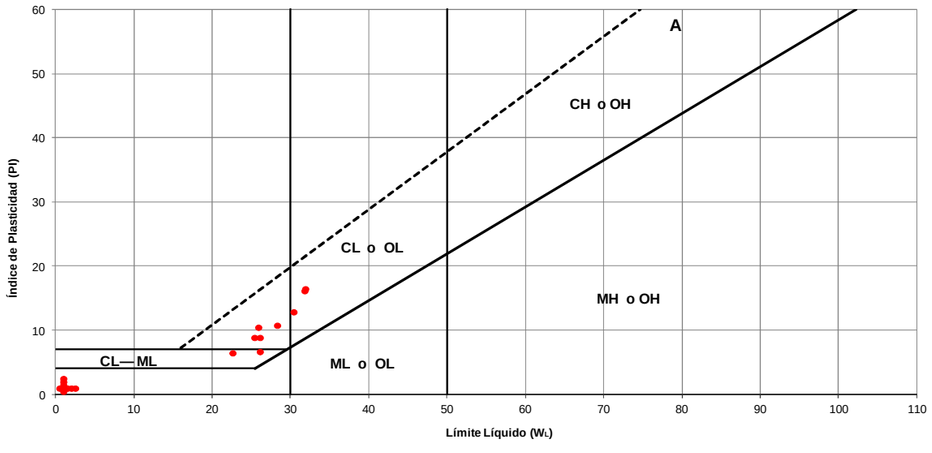
En general se trata de arenas con finos y con un porcentaje variable de gravas.

Figura 5. Clasificación de las muestras de la unidad Dr-G



Los ensayos relativos a la plasticidad de este nivel se muestran en el gráfico siguiente de la Carta de Casagrande, en el que se puede ver que hay un importante porcentaje de muestras que se clasifican como No Plásticas, con valores máximo y medio del Límite Líquido del 31,9% y 13,1% respectivamente, que en el caso del Índice de Plasticidad son del 16,5% y el 5,2%.

Figura 6. Carta de plasticidad de Casagrande de las muestras de la unidad Dr-G



Estado natural (densidad seca y humedad)

Al tratarse de materiales granulares, se cuenta con un número muy reducido de muestras inalteradas, y en muchos casos se han desmoronado durante el proceso de extracción. En la tabla resumen de la formación se incluyen un total de 6 ensayos completos de determinación del estado natural. En el caso de la densidad seca, el valor mínimo obtenido ha sido de 1,60 t/m^3, el máximo de 2,10 t/m^3 y el valor medio de 1,92 t/m^3. Este valor es muy similar al considerado para los tramos cercanos, que resultó ser de 1,90 t/m^3.

En lo que se refiere a la humedad natural, el valor medio de los 5 ensayos considerados es del 14,3%, con un mínimo del 10,5% y un máximo del 17,5%. El valor de humedad natural medio para los tramos cercanos resultó ser del 15,6%, muy similar al obtenido en este caso. Esta unidad se encuentra por debajo del nivel freático, por lo que la humedad debe corresponder a de un grado de saturación del 100%. De este modo, se considera que sigue siendo válido el mismo valor de densidad saturada considerado para el tramo adyacente, que fue de 2,10 t/m^3.

Resistencia

Para determinar la resistencia del material se dispone de ensayos SPT, ensayos de corte directo tipo CU y CD y ensayos de rotura a compresión simple.

En lo que se refiere a la rotura a compresión simple, se cuenta tan sólo con tres ensayos, puesto que no se han podido tallar más muestras. Lo mismo sucede en el caso del corte directo, donde tan sólo se ha podido realizar un ensayo.

En las muestras que se han podido tallar, los resultados obtenidos para los ensayos de rotura a compresión simple no se pueden considerar representativos, ya que arrojan valores anormalmente bajos en dos de los casos, algo habitual cuando en una muestra se intercalan materiales cohesivos con materiales granulares dispuestos en capas. Queda tan sólo un resultado, que arroja un valor de rotura a compresión simple de 2,9 kg/cm^2.

Los valores obtenidos en el ensayo de corte directo entran dentro de lo esperado para este tipo de material, ya que se ha obtenido una cohesión efectiva de 0,9 t/m^2, y el ángulo de rozamiento interno efectivo es de 37º.

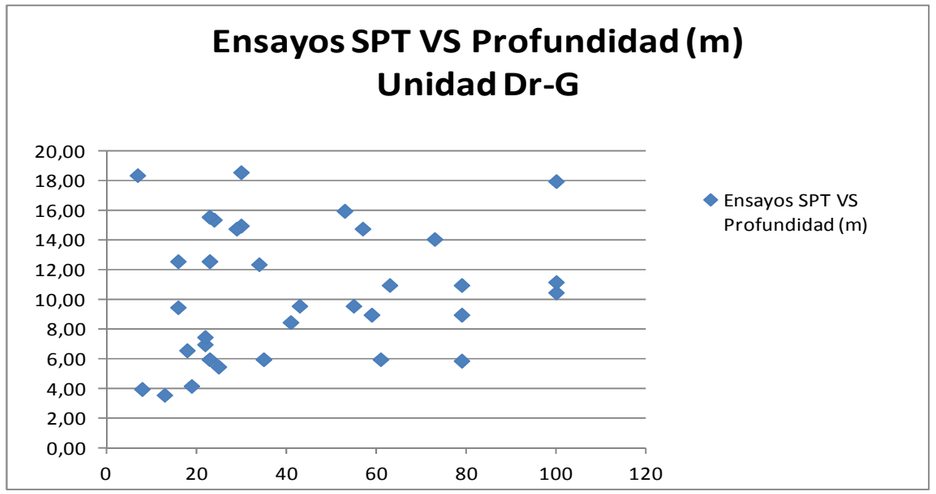
El número de ensayos que se han podido realizar es muy bajo, y por este motivo, se opta por centrar la caracterización en los datos de los golpeos SPT y de los ensayos de penetración dinámica.

El promedio del golpeo SPT de los sondeos considerados representativos de cara a la caracterización de la formación para el presente tramo (tabla 5) es de 43, con un valor

mínimo de 7 y máximos de rechazo. Si se centra el estudio de forma específica en los sondeos realizados en la traza o adyacentes (tabla 5, en negrita) se comprueba que sólo 3 de los 14 valores obtenidos son inferiores a 30, siendo el mínimo N30spt de 22.

Estos datos son considerablemente superiores a los asignados a la unidad en los estudios cercanos, donde el valor medio obtenido para la formación ha sido de 30. Por tanto, las consideraciones que se realicen tomando como referencia este valor, quedarán del lado de la seguridad.

Figura 7. Ensayos SPT realizados en la formación Dr-G



Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, podrían adoptarse para esta unidad los mismos parámetros adoptados para los tramos adyacentes (C'=0 y Φ=37º). Sin embargo, el porcentaje de arcilla de las muestras ensayadas en este tramo es superior al de las muestras de los tramos adyacentes, y por ese motivo se ha optado por tomar un valor de ángulo de rozamiento interno algo inferior.

De este modo, a esta formación se le asigna un valor nulo de cohesión, y un ángulo de rozamiento interno de 34º.

Expansividad

Tal y como se ha indicado en el apartado dedicado a la identificación de los materiales de esta formación, los límites de Atterberg son bajos, de forma que sólo tienen plasticidad las muestras que contienen algo de arcilla, y, en cualquier caso, siempre con valores bajos.

Por tanto, no cabe esperar que se desarrollen procesos relacionados con el potencial expansivo del material.

Deformabilidad. Coeficiente de balasto horizontal K_h.

Dada la similitud entre la caracterización de la presente formación en el tramo actual y en los tramos adyacentes, se ha optado por adoptar los mismos parámetros de deformabilidad.

Empleando correlaciones basadas en el ensayo SPT, para los tramos cercanos se obtenían módulos de elasticidad del orden de 2.500 t/m^2. Por otra parte, el módulo de Young de la unidad Dr-G se fijó en 4.500 t/m^2, y el módulo de balasto horizontal, K_h, en 2.000 t/m^3 (ver cálculos en apéndice 6).

Permeabilidad

No se han realizado ensayos específicos para el presente proyecto encaminados a determinar la permeabilidad de esta formación. Se trata de un parámetro sumamente importante de cara al estudio hidrogeológico de afección a la circulación del acuífero cuaternario de la ciudad de Málaga, así como al estudio de las medidas necesarias para su reposición, por lo que se ha considerado necesario tener en cuenta el estudio realizado en los tramos adyacentes para la caracterización de esta formación, que no sólo se basa en la ejecución de ensayos, sino que se nutre de la experiencia que se ha ido adquiriendo durante la construcción de los tramos que actualmente están en obras o en servicio.

Los ensayos Lefranc realizados sobre estos materiales han arrojado una gran variedad de resultados, desde valores propios de materiales poco permeables hasta ensayos en los que se perdía el agua que se necesita para realizar el ensayo, como sucedía en el realizado en el tramo anterior, Guadalmedina-RENFE.

El valor medio de los ensayos Lefranc sin tener en cuenta aquellos ensayos en los que se perdía agua es de $4{,}8\cdot10^{-4}$ m/s. Por otra parte, el ensayo de bombeo realizado para el proyecto de Integración del Ferrocarril de Málaga arrojó un valor de $1{,}3\cdot10^{-3}$ m/s.

Además, cabe hacer las siguientes consideraciones:

- En el anejo de Climatología, Hidrología e Hidrogeología se han utilizado valores dentro del modelo hidrogeológico realizado encaminado a estimar los caudales circulantes por el subsuelo de Málaga.
- Esta unidad geotécnica es la que constituye la zona más permeable del acuífero cuaternario, y por lo tanto tiene mucha incidencia en cuanto al dimensionamiento de las obras de drenaje de agua freática transversales al túnel.
- El rango de permeabilidades de la unidad Dr-G varía entre $1\cdot10^{-3}$ y $5\cdot10^{-4}$ m/s.

El valor que se adopta a efectos de cálculo es el mismo que se ha considerado en los tramos adyacentes, que resulta ser de $1\cdot10^{-3}$ m/s.

3.3 Arenas limosas y limos arenosos (Dr-Am y Dr-Am*)

La formación de arenas limosas y limos arenosos se extiende a lo largo de todo el tramo de estudio. Aparece dispuesta en capas, sin que se pueda establecer una secuencia clara de distribución, como suele ser habitual en los depósitos aluviales.

Por otra parte, también parece haber diferencias importantes en la consolidación del material entre unas zonas y otras. Esto no sólo depende de la edad del material o de las cargas que ha soportado hasta el momento, sino también de su cercanía a antiguos cauces de arroyos o canales, que se disponen de forma irregular y que cortan la traza en zonas localizadas, posiblemente buscando el río Guadalmedina.

Resulta difícil establecer el origen de dichos arroyos, ya que podrían deberse a antiguos procesos relacionados con las condiciones hidrológicas de la zona, pero también podrían tener, en algunos casos, un origen antrópico, ya que en ocasiones se detectan en su entorno materiales de relleno que no corresponden a las litologías del entorno. Con los datos disponibles, es difícil establecer la diferencia entre lo que se deriva de la actuación de la naturaleza y lo que es consecuencia de la acción del hombre.

Desde el punto de vista geotécnico, la consecuencia de lo anterior es que se plantea la necesidad de establecer una diferenciación dentro de los materiales de la formación de arenas limosas y limos arenosos, de forma que los tramos con N_{spt} inferior a 20 quedarían dentro de la subdivisión denominada Dr-Am*, y los que superen este valor se incluirán en la subdivisión Dr-Am.

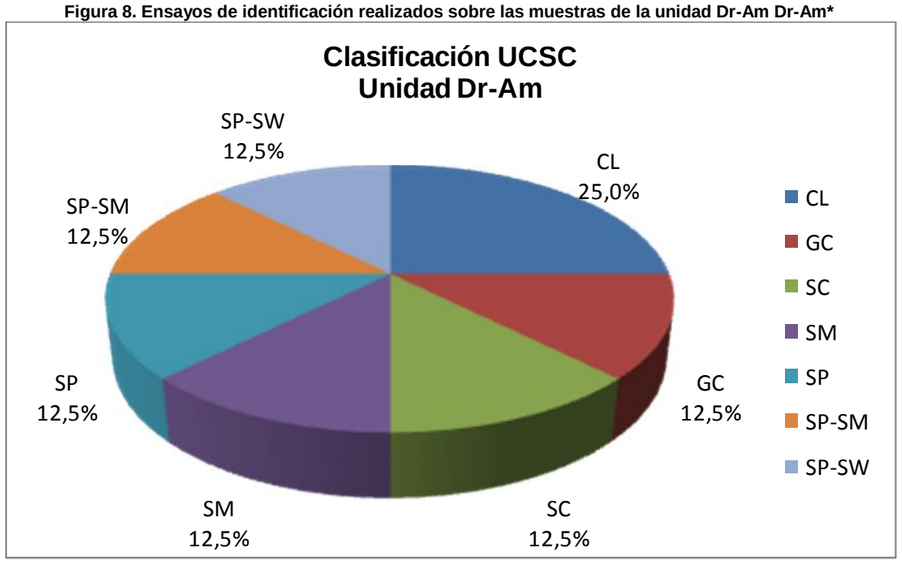
Identificación

A lo largo de todo el tramo que discurre en túnel, y una vez superada la capa de rellenos antrópicos, se encuentran arenas limosas y limos arenosos.

La característica más destacada de estos materiales es la diversidad en la granulometría de las muestras tomadas.

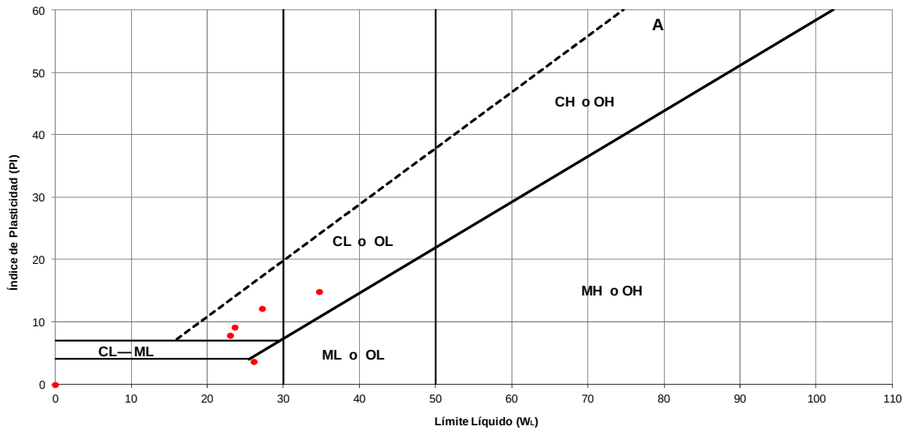
Se cuenta con un total de 18 muestras de estos materiales, de las cuales se han identificado 8, cuya clasificación ha sido la siguiente:

Figura 8. Ensayos de identificación realizados sobre las muestras de la unidad Dr-Am Dr-Am*



Los ensayos relativos a la plasticidad se muestran en el gráfico siguiente de la Carta de Casagrande. Eliminando una muestra no plástica, que por sus características podría estar en una zona de transición con la unidad Dr-G, los valores del Límite Líquido oscilan entre el 23,6 y el 34,7%, con un valor medio del 26,9%, y el Índice de Plasticidad que oscila entre el 3,7 y el 14,7%, con un valor medio del 9,5%.

Figura 9. Carta de Casagrande de las muestras de la unidad Dr-Am Dr-Am*



Los ensayos realizados en esta formación en los sondeos considerados de forma específica para el presente proyecto se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Ensayos realizados sobre las muestras de la unidad Dr-Am Dr-Am*. En negrita, los ensayos localizados en la traza o adyacentes.

Sondeo	Grupo geot.	Litol.	Tipo de ensayo	Prof.		Golpeo	N30SPT	Ensayo de perm.	Ensayos presiométricos (OYO)					Granul. % que pasa		Límites Atterberg			Den. seca (t/m^3)	Hum. Nat. (%)	Den. Ap. (t/m^3)	Comp. simple (kg/cm^2)		Corte directo tipo		SO4 (mg/kg)	B. Gully	MO %	CO_3CA %	H. libre		
				De:	a:			K (m/s)	Poisson (Asignado)	P. Fluencia (MPa)	P. Límite (Menard) (MPa)	P. Límite (Mair y Wood) (MPa)	Módulo presiom. (MPa)	UNE 5	UNE 0,08	LL	LP	IP				Def. (%)	Carga	C' (T/m^2)	Φ'					H. inicial	H. final	% hinch.
S-1	**Dr-Am**	**CL**	**MI**	**4,00**	**4,60**	**6-7-9-20**								**99,0**	**55,8**	**23,6**	**14,4**	**9,2**	**1,99**	**14**	**2,26**	**12,0**	**2,06**			**33**	**16**					
S-1	**Dr-Am**		**SPT**	**4,60**	**5,20**	**8-11-14-18**	**25**																									
S-4	**Dr-Am***		**SPT**	**4,00**	**4,60**	**7-8-8-7**	**16**																									
S-4	**Dr-Am***		**SPT**	**5,00**	**5,60**	**8-7-8-9**	**15**																									
S-2	**Dr-Am***	**GC**	**MI**	**5,00**	**5,60**	**14-8-8-10**								**65,0**	**32,7**	**23,0**	**15,1**	**7,9**								**26**						
S-2	**Dr-Am***	**SC**	**SPT**	**5,60**	**6,20**	**8-4-4-2**	**8**							**68,0**	**29,9**	**27,2**	**15,0**	**12,2**														
S-2	**Dr-Am***		**SPT**	**8,30**	**8,90**	**3-2-4-3**	**6**																									
S-3	**Dr-Am**	**SM**	**MI**	**6,00**	**6,60**	**14-21-26-31**								**100,0**	**49,5**	**26,1**	**22,4**	**3,7**	**1,55**	**20,1**	**1,86**	**3,00**	**1,07**									
S-3	**Dr-Am**		**SPT**	**6,60**	**7,20**	**10-21-22-33**	**43**																									
S-3	**Dr-Am**	**CL**	**MI**	**9,00**	**9,60**	**9-14-19-32**								**100,0**	**76,4**	**34,7**	**20,0**	**14,7**	**1,67**	**22,8**	**2,05**	**12,00**	**2,84**									
S-3	**Dr-Am**		**SPT**	**9,60**	**10,20**	**9-13-16-20**	**29**																									
SA-10	Dr-Am*	SP	MI	6,00	6,60	3-12-17-16								91,4	3,5				1,66	26,6						0		0,1				
SA-10	Dr-Am*		SPT	6,60	7,20	6-8-6-7	14																									
SA-10	Dr-Am*	SP-SM	MI	9,00	9,60	5-6-6-5								87,2	5,8				1,7	20,4						0						
SA-10	Dr-Am*		SPT	9,60	10,20	2-4-6-6	10																									
SA-10	DR-Am*		Perm	10,80	11,80			$8,49*10^{-6}$																								
SA-11	Dr-Am	SP-SW	MI	9	9,6	12-20-25-32								100,0	9,6	0,0	0,0	0,0	1,6	23,1	1,97	3,20	0,25			0		0,1				
SA-11	Dr-Am		SPT	9,6	10,2	56-17-15-16	32																									

Estado natural (densidad seca y humedad)

Se cuenta con un total de 6 ensayos de densidad seca de esta unidad, con un valor mínimo de 1,55 t/m^3, máximo de 1,99 t/m^3 y valor medio de 1,69 t/m^3. Este valor es muy similar al considerado para los tramos cercanos, que resultó ser de 1,56 t/m^3.

En lo que se refiere a la humedad natural, el valor medio de los 6 ensayos considerados es del 21,2%, con un mínimo del 14,0% y un máximo del 26,6%. El valor de humedad natural medio para los tramos cercanos resultó ser de 21,6%, muy similar al obtenido en este caso.

Por tanto, se pueden adoptar, de forma conservadora, los valores consensuados para los tramos de metro cercanos.

Estos materiales se encuentran bajo el nivel freático o en su zona de influencia. De este modo, se asigna a la Unidad Dr-Am* una densidad saturada de 2,0 t/m^3, igual a la media obtenida a lo largo de la totalidad de ensayos de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga, mientras que a la unidad Dr-Am se le ha asignado una densidad saturada ligeramente superior, de 2,1 t/m^3.

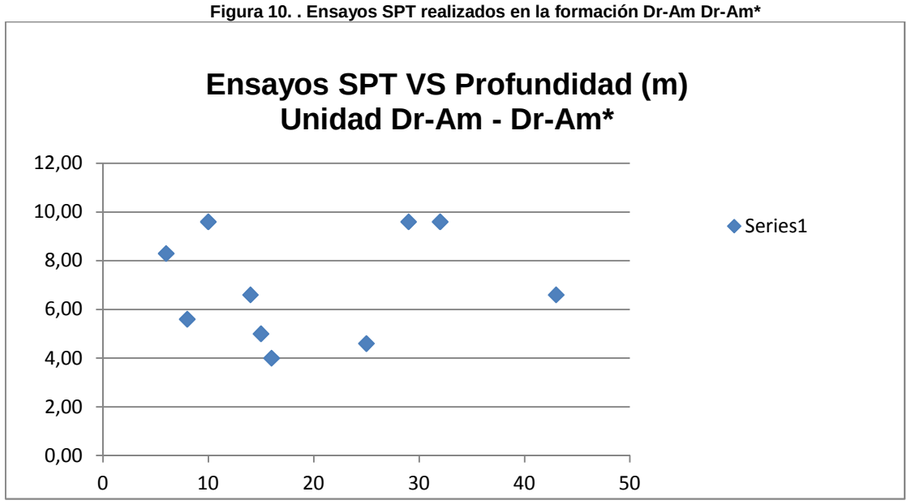
Resistencia

Para determinar la resistencia del material se dispone de ensayos SPT, de ensayos de penetración dinámica tipo DPSH y de ensayos de rotura a compresión simple.

Las cuatro muestras ensayadas a rotura a compresión simple corresponden a materiales de la subdivisión Dr-Am. Los dos valores más elevados (2,06 y 2,84 kg/cm^2) corresponden a las muestras más cohesivas (CL), mientras que los dos valores más bajos (1,07 y 0,25 kg/cm^2) corresponden a muestras con un mayor contenido en gruesos (SM y SP-SW, respectivamente). No ha sido posible realizar este tipo de ensayo en las muestras del subgrupo Dr-Am* debido a la imposibilidad de tallar las muestras.

En lo que se refiere a los ensayos SPT, recogidos en la tabla 6, existe una diferencia importante entre los resultados obtenidos para cada subgrupo: mientras que en los materiales incluidos en la fracción denominada Dr-Am* los golpeos oscilan entre 6 y 16, con un valor medio de 11 golpes, en el caso del grupo Dr-Am el valor mínimo de golpeo es de 29, y el máximo de 43, con una media de 35 golpes.

Figura 10. . Ensayos SPT realizados en la formación Dr-Am Dr-Am*



En los tramos adyacentes tan sólo se contaba con un valor de SPT para la caracterización del subgrupo Dr-Am*, que resultó ser de 7 golpes y fue el que se adoptó como valor representativo. En este caso, dentro de esta formación se han obtenido varios resultados que superan ese valor, por lo que podrán considerarse válidos los parámetros utilizados.

Para el subgrupo Dr-Am, se consideró representativo un N_{spt} de 20, considerablemente inferior a los valores obtenidos en el tramo actual.

Por tanto, por homogeneidad con los tramos adyacentes y considerando que, en cualquier caso, se está del margen de la seguridad, se adoptan los mismos valores de referencia considerados para los tramos adyacentes para la unidad Dr-Am, con un valor de cohesión efectiva de 1,0 t/m^2 y un ángulo de rozamiento interno de 34º.

En el caso de los materiales del grupo Dr-Am*, se realizan algunos ajustes, derivados de las condiciones específicas del tramo. Concretamente, se considera una pequeña cohesión efectiva, de 0,5 t/m^2, frente a la cohesión nula considerada en los tramos adyacentes, y, en consonancia, el ángulo de rozamiento interno se reduce a 27º, frente a los 30º considerados para los tramos adyacentes.

Expansividad

Tal y como se ha indicado en el apartado dedicado a la identificación de los materiales de esta formación, los límites de Atterberg son bajos, por lo que no cabe esperar que se desarrollen procesos relacionados con el potencial expansivo del material.

Deformabilidad. Coeficiente de balasto horizontal K_h.

Dentro de los ensayos considerados más representativos para el presente proyecto y de la campaña específica de la actuación, no se incluyen ensayos presiométricos en esta unidad.

No obstante, sí se ha realizado este estudio para el tramo Guadalmedina-RENFE, contando con la totalidad de los ensayos realizados en estos materiales en las líneas 1 y 2 del metro de Málaga. Se considera, por tanto, que los resultados obtenidos con un muestreo tan amplio son válidos para el tramo actual, teniendo en cuenta, además, que van a quedar del lado de la seguridad, según se ha visto en apartados anteriores.

Considerando los ensayos presiométricos realizados en la unidad, y a partir de la formulación de Menard (1964), para el coeficiente de balasto horizontal K_h se obtiene un valor mínimo de 600 t/m^3 y un máximo de 6.000 t/m^3, por lo que se ha adoptado un valor de 3.000 t/m^3 para el grupo Dr-Am y un valor ligeramente inferior al mínimo obtenido, concretamente 500 t/m^3, para el grupo Dr-Am*.

Esta decisión deja los resultados del lado de la seguridad, y parece muy conveniente cuando se trata de un dato sujeto a tantas variables como es el coeficiente de balasto horizontal, en una obra de la entidad de la que se está proyectando.

Permeabilidad

Se ha llevado a cabo un ensayo de permeabilidad en la unidad Dr-Am*, con un resultado de 8,49*10-^{6} m/s.

Por otra parte, para el tramo cercano se ha considerado como representativo el obtenido al considerar la totalidad de los ensayos de permeabilidad realizados en esta unidad a lo largo de las líneas 1 y 2 del Metro de Málaga.

De este modo, se opta por asignar un valor de $5{\cdot}10^{-6}$ m/s para el subgrupo Dr-Am y de $5{\cdot}10^{-5}$m/s para el Dr-Am*.

3.4 Rellenos antrópicos (Qx)

Corresponden a los primeros metros del subsuelo del trazado del Metro de Málaga, y están vinculados a la actividad humana.

Estos materiales presentan una gran heterogeneidad, por lo que no cabe pensar en determinar unas características a partir de ensayos de laboratorio, si bien se ha contrastado que presentan una compacidad que varía de baja a media según los golpeos de los ensayos SPT y los ensayos de penetración dinámica.

En general, su calidad geotécnica es mala. Los parámetros geotécnicos representativos se han determinado en base a la experiencia de otras similares, que se han utilizado también en el resto de los tramos del metro de Málaga.

De este modo, se asigna a los rellenos una densidad saturada de 1,95 t/m^3, un valor de cohesión efectiva nulo, ángulo de rozamiento interno de 27º, coeficiente de balasto horizontal de 200 t/m^3 y un valor de permeabilidad K de $8{\cdot}10^{-5}$ m/s.

3.5 Agresividad

La instrucción EHE recoge una serie de ensayos a realizar tanto en el suelo como en el agua que pueda estar en contacto con los elementos construidos, encaminados a asegurar la durabilidad del hormigón y de las armaduras.

La referencia a considerar es, concretamente, la tabla 8.2.3.b de la instrucción de hormigón estructural, EHE, en la que se incluyen los ensayos a llevar a cabo. En la EHE se indica también la normativa a emplear en cada caso.

Tabla 7. Tabla 8.2.3.b de la EHE, extraída de la página Web del Ministerio de Fomento

Tipo medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		Qa	Qb	Qc
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
Agua	Valor pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO2 Agresivo mg CO²/l	15 - 40	40 - 100	> 100
	Ión Amónico mg NH+/l	15 - 30	30 - 60	> 600
	Ión Magnesio mg mg²+/l	300 - 1.000	1.000 - 3.000	> 3.000
	Ión Sulfato SO²-/l	200 - 600	600 - 3.000	> 3.000
	Residuo seco mg/l	75 - 150	50 - 75	< 50
Suelo	Grado acidez Baumann-Gully	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato SO4 ²-/kg suelo seco	2.000 - 3.000	3.000 - 12.000	> 12.000

Los ensayos realizados sobre muestras de suelos y de aguas en los sondeos considerados para el presente tramo son los siguientes:

Tabla 8. Resultados de los ensayos de agresividad realizados sobre muestras de suelos

Sondeo	Prof. inicial	Prof. final	Ensayos en suelos	
			SO_4 (mg/kg)	Acidez Baumann-Gully
S-1	4	4,6	33	16
S-1	12	12,6	24	0
S-1	23,5	23,79	56	0
S-2	2	2,6	28	10
S-2	5	5,6	26	-
S-2	10,2	10,5	21	-
S-2	20	20,57	26	-
S-3	2	2,6	27	4
S-2 Ap.Av.And.	4.20	4.65	0	-
S-2 Ap.Av.And.	9,6	10,05	0	-
S-2 Ap.Av.And.	14,1	14,55	0	-
S-2 Ap.Av.And.	19,2	19,6	0	-
SA-10	3	3,6	100	-
SA-10	6	6,6	0	-
SA-10	9	9,6	0	-
SA-10	12	12,6	0	-
SA-10	14,8	15,4	0	-
SA-10	21	21,6	0	-
SA-10	30	30,6	0	-
SA-11	9	9,6	0	-
SA-11	12	12,4	0	-
SA-11	17,8	18,4	0	-
SA-11	24,9	25,3	0	-
SA-11	28	28,37	0	-

Tabla 9. Resultados de los ensayos de agresividad realizados sobre muestras de aguas. Se marcan en amarillo los valores que determinan el tipo de exposición a considerar.

Parámetros ensayados en muestras de agua/Procedencia de la muestra	S-1	S-2.
Valor de pH	7,1	6,4
CO2 (mg/l)	7	4
Amonio (mg/l)	0	0
Magnesio (mg/l)	56	44
Sulfato (mg/l)	124	229
Residuo seco (mg/l)	850	982

Los ensayos realizados indican que es preciso considerar un grado de agresividad débil, por lo que debe considerarse un tipo de exposición Q_a.

Este dato concuerda con el que se obtiene del estudio de agresividad recogido en el proyecto del tramo anterior, Guadalmedina-RENFE.

3.6 Resumen de parámetros geotécnicos

En base a lo establecido en los apartados anteriores, se adopta el siguiente cuadro de parámetros geotécnicos:

Unidad geotécnica	Densidad saturada (ton/m^3)	Cohesión C' (ton/m^2)	Ángulo de rozamiento interno F'	Módulo de Young (ton/m^2)	Coeficiente de balasto horizontal Kh (Ton/m^3)	Coeficiente de balasto (placa circular)	Permeabilidad K (m/s)
Qx	1,95	0,00	27,00	800,00	200,00	400,00	$8*10^{-5}$
Dr-Am*	2,00	0,50	27,00	1.200,00	500,00	350,00	$5*10^{-5}$
Dr-Am	2,10	1,00	34,00	5.500,00	3.000,00	800,00	$5*10^{-6}$
Dr-G	2,10	0,00	34,00	4.500,00	2.000,00	1.200,00	$1*10^{-3}$
Ar-Am	2,10	5,00	25,00	6.500,00	5.000,00	1.800,00	$1*10^{-8}$

Es preciso considerar un tipo de exposición Q_a para los elementos de hormigón que puedan estar en contacto con el terreno o con el nivel freático.

Por otra parte, y desde el punto de vista de la seguridad, se considerará que el nivel freático se encuentra a la cota inferior de la losa de cubierta.

4.- CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

El inicio del tramo enlaza con el final del tramo anterior. Por este motivo, los parámetros asignados a los diferentes niveles geotécnicos atravesados coinciden, en gran medida, con los del tramo Guadalmedina-RENFE.

La diferencia principal entre ambos proyectos, en lo que se refiere al tramo entre pantallas, y desde el punto de vista geotécnico, estriba en la aparición de un nivel de arenas limosas y limos arenosos Dr-Am* continuo, que en el tramo Guadalmedina-RENFE aparece tan sólo de forma localizada. Este nivel se extiende a lo largo de la mayor parte del nuevo tramo en túnel, con una potencia creciente con el kilometraje, que se estabiliza aproximadamente en el inicio de la rampa de salida, para reducirse de nuevo una vez que finaliza la rampa, de forma que entre los PK 0+800 y 1+200 deja de tener continuidad.

En el resto del trazado, y una vez superada la capa de rellenos antrópicos, se encuentra la unidad Dr-G, con niveles localizados de los materiales de la unidad Dr-Am.

Para el tramo en superficie, se consideró la posibilidad de eliminar los rellenos, pero esto no va a ser necesario más que en los primeros niveles, porque la actuación que se plantea no genera nuevas cargas.

De hecho, las cargas que se transmitirán al terreno serán inferiores a las que actualmente soporta la mayor parte de la superficie sobre la que se actúa, ya que se reduce de forma

importante el tráfico a lo largo de gran parte de la sección. Concretamente, en la zona de circulación de vehículos, las cargas transmitidas serán inferiores a las actuales, ya que la intensidad del tráfico será inferior. En la zona de paso del metro, las cargas transmitidas al terreno serán algo inferiores a las que se transmiten en la actualidad, debido al reparto que lleva a cabo la sección tranviaria. No es preciso considerar, por tanto, una nueva distribución de tensiones en el terreno.

Por otra parte, la mayor parte de los asientos que tendrían que haberse producido como consecuencia de los procesos de urbanización y de la circulación de vehículos ya deben haber tenido lugar.

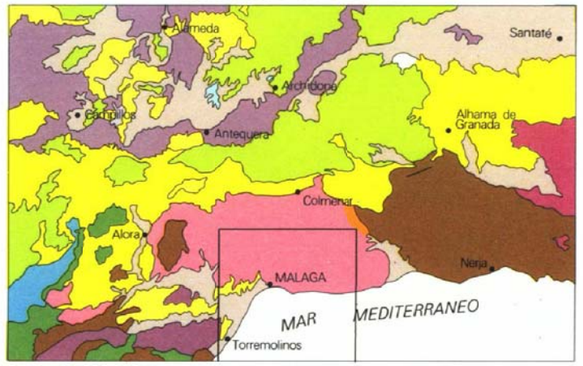
No obstante, en la parte del tramo que discurrirá en superficie se considera el saneo de los primeros 1,80 m del terreno, con objeto de regularizar la zona de paso de la infraestructura y de permitir la instalación de los diferentes elementos que van asociados a la misma. Como medida complementaria de seguridad, y con objeto de asegurar la durabilidad de la infraestructura que se proyecta, en el fondo de excavación se colocará una geomalla biaxial de regularización, que debe tener un módulo elástico de diseño mínimo de 750 kN/m y una deformación máxima del 6%, en ambos casos tanto en sentido longitudinal como transversal .

El espesor eliminado se sustituirá por una primera capa de material formada por 60 cm de suelo adecuado (S1) y del material procedente del escarificado del firme. A continuación se colocaría una capa de 40 cm de suelo seleccionado (S2 mínimo), seguida de 25 cm de zahorra, sobre la que se dispondrán el hormigón de limpieza de la losa y la propia losa, en la que se integraría el carril.

No se descarta que sea preciso llevar a cabo saneos localizados, o que se puedan plantear situaciones puntuales que requieran de especial atención, y es por ello que los trabajos deberán contar en todo momento con la supervisión de un técnico especialista en geotecnia, con capacidad para analizar y dar respuesta a las diferentes situaciones que se puedan plantear en obra.

Apéndice 1.- Mapa geológico 1:50.000 (IGME)

ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000

- Cuaternario
- Terciario
- Unidades terciarias alóctonas

SUBBETICO
- Mesozoico post-triásico y terciario
- Triásico

UNIDAD DE LAS NIEVES

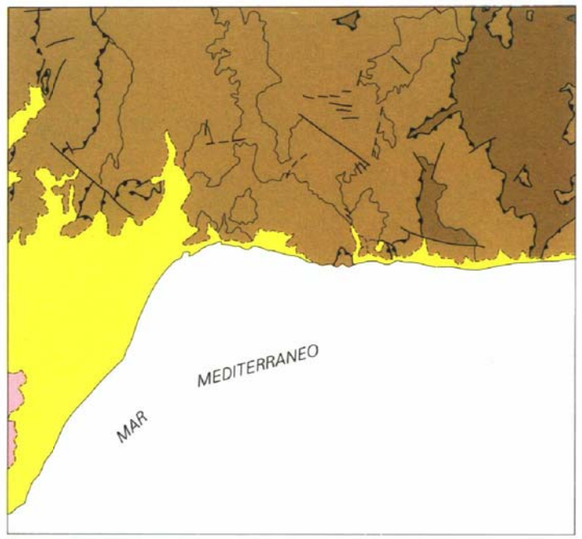
MALAGUIDE

ALPUJARRIDE
- Cámbrico-Permotrias
- Permotrias- Triásico

UNIDAD DE BLANCA

ROCAS ULTRABASICAS

ESQUEMA DE UNIDADES TECTONICAS



Escala 1:250.000

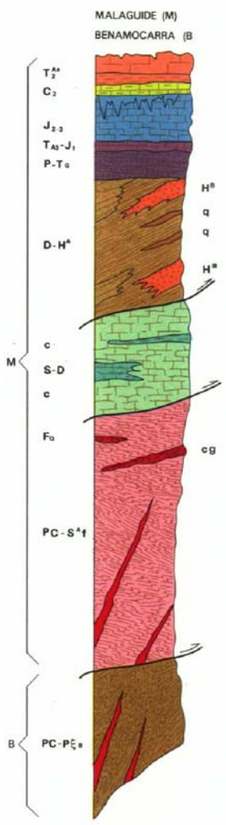
- Post-Manto
- Maláguide
- Unidad de Benamocarra
- Alpujárride
- Unidad de Blanca

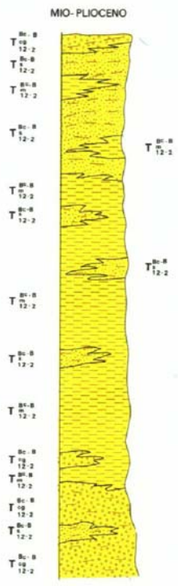
SIGNOS CONVENCIONALES

- Contacto normal
- Contacto discordante
- Contacto mecanico
- Falla
- Falla supuesta o deducida
- Cabalgamiento
- Cabalgamiento supuesto o deducido
- Anticlinal
- Dirección y buzamiento horizontal
- Dirección y buzamiento vertical
- Dirección y cantidad de buzamiento
- Esquistosidad,dirección y buzamiento
- Fósiles (invertebrados)
- Microfauna
- Mina inactiva
- Cantera activa
- Cantera inactiva
- Mena metálica de cobre (Cu)

SP EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
C.S.G. 1972
Base topográfica y tirada : Instituto Geográfico Nacional
Grabado y fotomecánica: Cartográfica Ibérica S A. (Cibesa)
Depósito legal: M- 6.789-1978

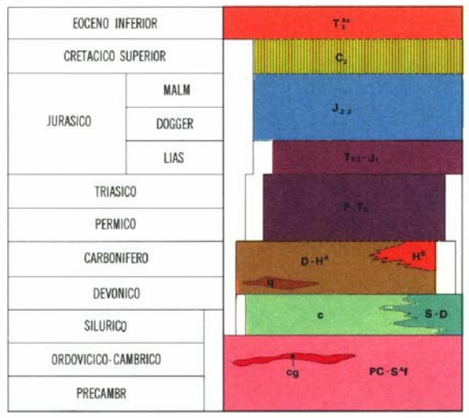
COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS





Escala 1:1.000

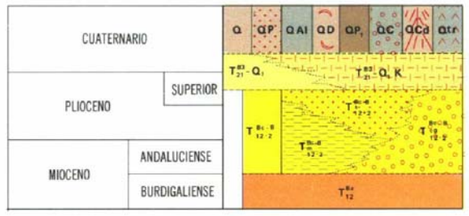
MALAGUIDE



T_2^{Ae}	Calizas y margas
C_2	Calizas rojas
J_{2-3}	Calizas blancas
$T_{A3}-J_1$	Dolomias
$P-T_G$	Areniscas, conglomerados, yesos y arcillas
H^B	Conglomerado poligénico
q	Liditas
$D-H^A$	Grauwacas y filitas
S-D	Calizas,filitas y grauwacas
c	Calizas
cg	Conglomerados siliceos
$PC-S^Af$	Filitas y metareniscas

LEYENDA

SEDIMENTOS POST-MANTOS



Q	Indiferenciado
QP	Playas
QAl	Aluvial
QD	Dunas
QP_1	Arenisca y conglomerados
QC	Coluviones
QCd	Conos
Qtr	Tobas
$T_{21}^{B3}-Q_1$	Piedemontes sin costras calcareas
$T_{21}^{B3}-Q_1K$	Piedemontes con costras calcareas
T_{12-2}^{Bc-B}	Indiferenciado: Arenas y arcillas
T_{12-2}^{Bc-B}	Conglomerados
T_{12-2}^{Bc-B}	Arenas
T_{12-2}^{Bc-B}	Arcillas y/o Margas
T_{12}^{Ba}	Areniscas y conglomerados

LEYENDA

UNIDAD DE BENAMOCARRA

PALEOZOICO	$PC-P\xi_B$	$PC-P\xi_B$	Micaesquistos con granate, andalucita y estaurolita
PRECAMBRICO			

ALPUJARRIDE

PERMICO- TRIAS INFERIOR?	$P-T_{A1}\xi T_A$	$P-T_{A1}\xi T_A$	Esquistos y cuarcitas

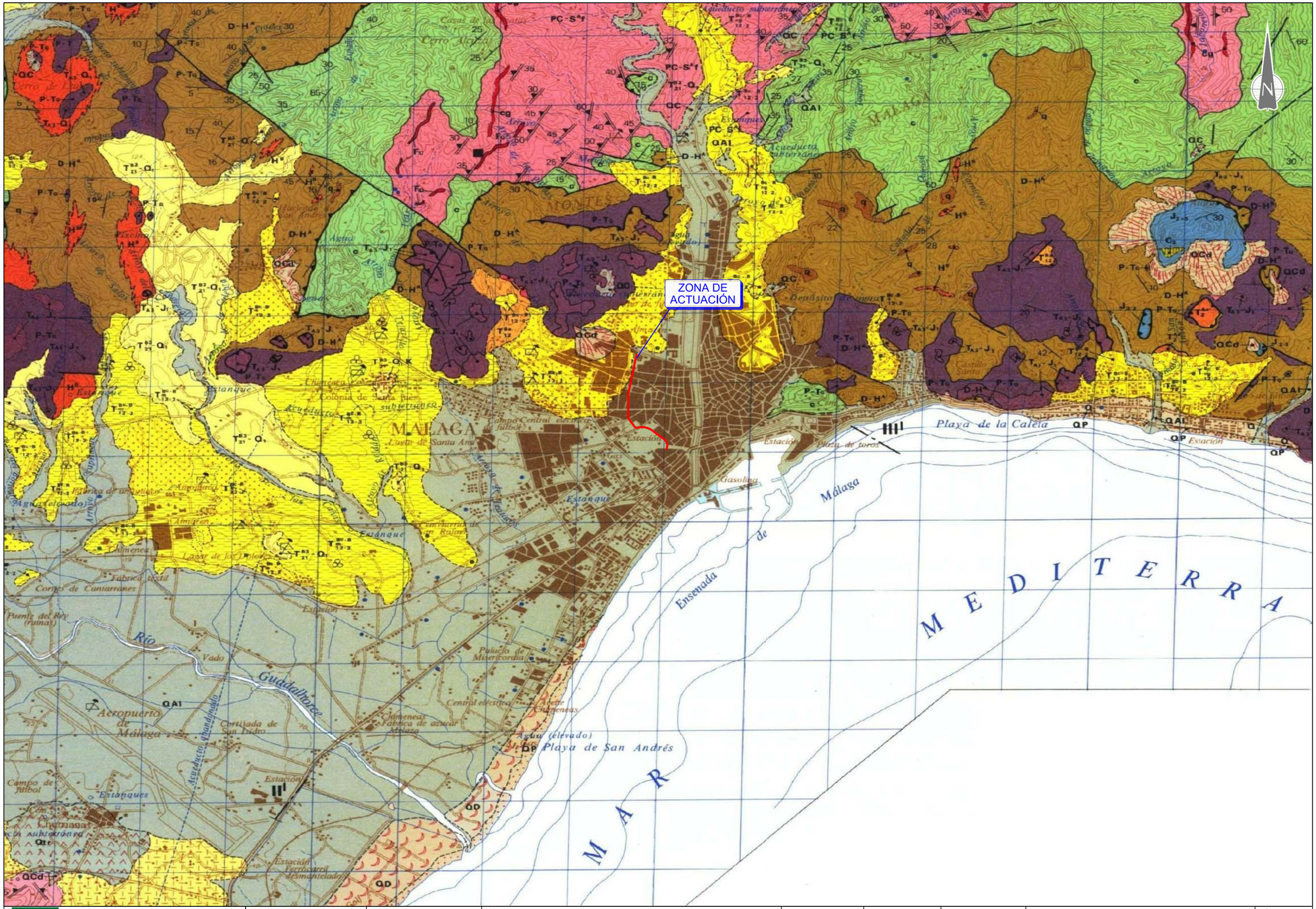
UNIDAD DE BLANCA

TRIASICO?	$T_A\Delta\xi A$	$T_A\Delta\xi A$	Mármol azul tableado

ROCAS FILONIANAS

F_G	F_G	Diques de cuarzo

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA	AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTINEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA Enero - 2016 EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	ESCALA INDICADAS FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO MAPA GEOLÓGICO 1:50.000 (IGME) NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	NÚMERO DE PLANO AN-09 AP-1 HOJA 1 DE 2



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO:	REVISADO POR:	TÍTULO DEL PROYECTO	SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUIDO POR	Enero - 2016	S/E	MAPA GEOLÓGICO 1:50.000 (IGME)	AN-09 AP-1
				EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	FORMATO ORIGINAL UNE A-1	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA 2 DE 2

Apéndice 2.- Planta de situación de prospecciones

INICIO DE PROYECTO
P.K. 0+000.000
X= 372444.481
Y= 4064562.905

INFRAESTRUCTURA EN PROYECTO
RENFE - GUADALMEDINA

ESTACIÓN DE GUADALMEDINA

VÍA IZQUIERDA

VÍA DERECHA

DSI-54E1-50-1/6-CT-D

BRETELLE CARRIL UIC54
Radio R=50 Tangente 1/6

REBAJE PARA PASO DE AGUA FREÁTICA DE 5 x 3 m

REBAJE PARA PASO DE AGUA FREÁTICA DE 5 x 3 m

SOLAPE CON HOJA 2

PASO SUBTERRANEO PEATONAL

PASO SUBTERRANEO VEHICULOS

SA-11

SC-8

S-14

S-1 AP
AV.ANDALUCIA

SA-10

S-2 AP
AV.ANDALUCIA

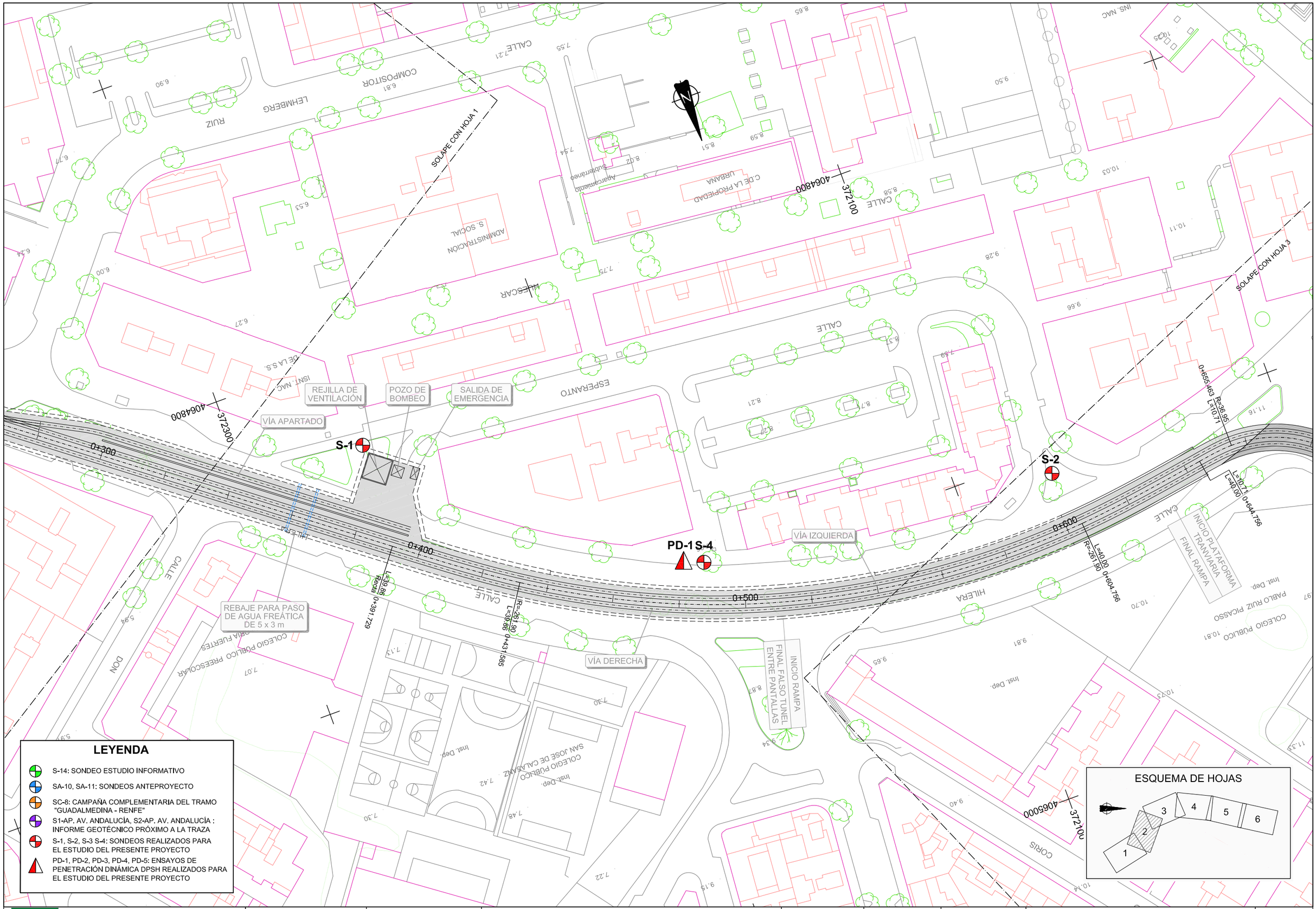
LEYENDA

- S-14: SONDEO ESTUDIO INFORMATIVO
- SA-10, SA-11: SONDEOS ANTEPROYECTO
- SC-8: CAMPAÑA COMPLEMENTARIA DEL TRAMO "GUADALMEDINA - RENFE"
- S1-AP. AV. ANDALUCÍA, S2-AP. AV. ANDALUCÍA : INFORME GEOTÉCNICO PRÓXIMO A LA TRAZA
- S-1, S-2, S-3 S-4: SONDEOS REALIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL PRESENTE PROYECTO
- PD-1, PD-2, PD-3, PD-4, PD-5: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH REALIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL PRESENTE PROYECTO

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA	AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA Febrero - 2016 EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	ESCALA 1:500 FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO PLANTA SITUACIÓN PROSPECCIONES NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	NÚMERO DE PLANO AN09,AP-2 HOJA 1 DE 6



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA	AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR	FECHA Febrero - 2016 EXPEDIENTE T-MM6202/APR0	ESCALA 1:500 FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO PLANTA SITUACIÓN PROSPECCIONES NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	NÚMERO DE PLANO AN09,AP-2 HOJA 2 DE 6

LEYENDA

- S-14: SONDEO ESTUDIO INFORMATIVO
- SA-10, SA-11: SONDEOS ANTEPROYECTO
- SC-8: CAMPAÑA COMPLEMENTARIA DEL TRAMO "GUADALMEDINA - RENFE"
- S1-AP. AV. ANDALUCÍA, S2-AP. AV. ANDALUCÍA : INFORME GEOTÉCNICO PRÓXIMO A LA TRAZA
- S-1, S-2, S-3 S-4: SONDEOS REALIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL PRESENTE PROYECTO
- PD-1, PD-2, PD-3, PD-4, PD-5: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH REALIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL PRESENTE PROYECTO

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A / SUSTITUIDO POR	FECHA: Febrero - 2016 / EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0	ESCALA: 1:500 / FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO: PLANTA SITUACIÓN PROSPECCIONES / NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	NÚMERO DE PLANO: AN09,AP-2 / HOJA: 3 DE 6

ESQUEMA DE HOJAS

1 2 3 4 5 6

BLAKE
PASAJE ARANZAZU
CALLE GENERAL MOLA
PASAJE IGUELDO
AVENIDA SAN SEBASTIAN
PASAJE ARCHANDA
CALLE EDUARDO SAN MARTÍN
CALLE MARCELO DEL OLMO
AVENIDA DE PURÍSIMA
CAMARA
CALLE ELOY SEBASTIAN FRAILE
CALLE BAYO
CALLE LOS FALGUERA
CALLE JORGE
TELEFÓNICA
Zona Deportiva
En Obras
Rec.
PARADA P2
PD-3
VÍA IZQUIERDA
VÍA DERECHA
BRETELLE CARRIL Ri-60N
Radio R=100 Tangente 1/7
1+000
1+100
1+200
1+300
0+985.983 R=4000.00 L=10.00
0+995.983 Recta L=10.00
1+195.196 Recta L=15.00
1+210.196 R=150.00 L=15.00
1+227.330 R=150.00 L=15.00
1+242.330 Recta L=15.00
371900
4065400
4065200
CALLE ANTONIO JIMÉNEZ
CALLE LANUZA
CALLE GONZALEZ ANAYA
CALLE CATALUÑA
CALLE ANDALUCÍA
CALLE RAFAELA
CALLE LA TRINIDAD
CALLE ECUADOR
CALLE BAILÉN
CALLE PALANTITOS
CALLE DIEGO DE VERGARA
Solar
En Cons.
SOLAPE CON HOJA 3
SOLAPE CON HOJA 5

LEYENDA

- S-14: SONDEO ESTUDIO INFORMATIVO
- SA-10, SA-11: SONDEOS ANTEPROYECTO
- SC-8: CAMPAÑA COMPLEMENTARIA DEL TRAMO "GUADALMEDINA - RENFE"
- S1-AP. AV. ANDALUCÍA, S2-AP. AV. ANDALUCÍA : INFORME GEOTÉCNICO PRÓXIMO A LA TRAZA
- S-1, S-2, S-3 S-4: SONDEOS REALIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL PRESENTE PROYECTO
- PD-1, PD-2, PD-3, PD-4, PD-5: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH REALIZADOS PARA EL ESTUDIO DEL PRESENTE PROYECTO

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ	REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL	SUSTITUYE A / SUSTITUIDO POR	FECHA: Febrero - 2016 / EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0	ESCALA: 1:500 / FORMATO ORIGINAL UNE A-1	PLANO: PLANTA SITUACIÓN PROSPECCIONES / NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

NÚMERO DE PLANO: AN09,AP-2
HOJA 4 DE 6

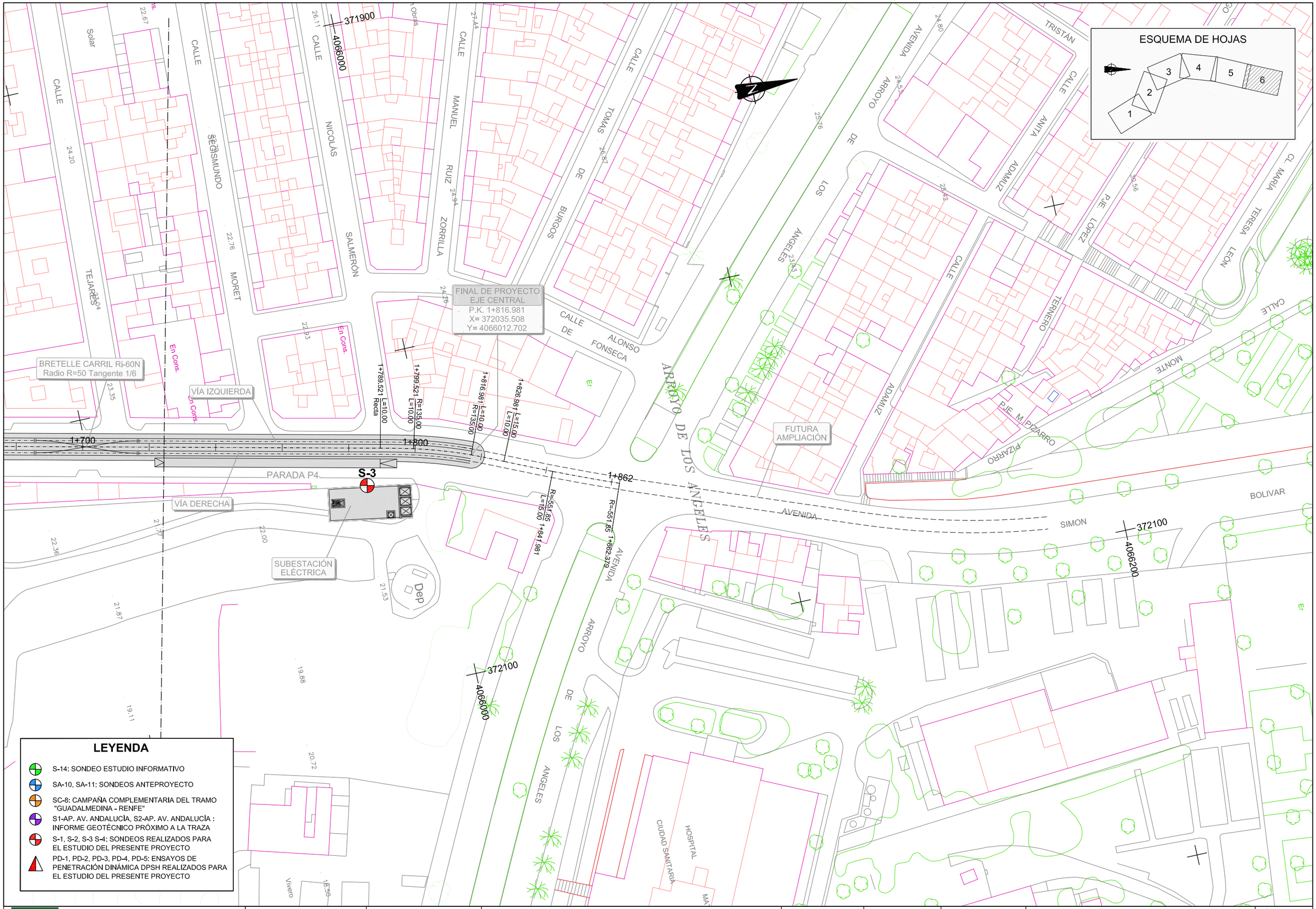
Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA.
TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A	FECHA	ESCALA	PLANO	NÚMERO DE PLANO
	Febrero - 2016	1:500	PLANTA SITUACIÓN PROSPECCIONES	AN09,AP-2
SUSTITUIDO POR	EXPEDIENTE	FORMATO ORIGINAL UNE A-1	NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:	HOJA 5 DE 6
	T-MM6202/APR0			



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Febrero - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: 1:500

FORMATO ORIGINAL UNE A-1

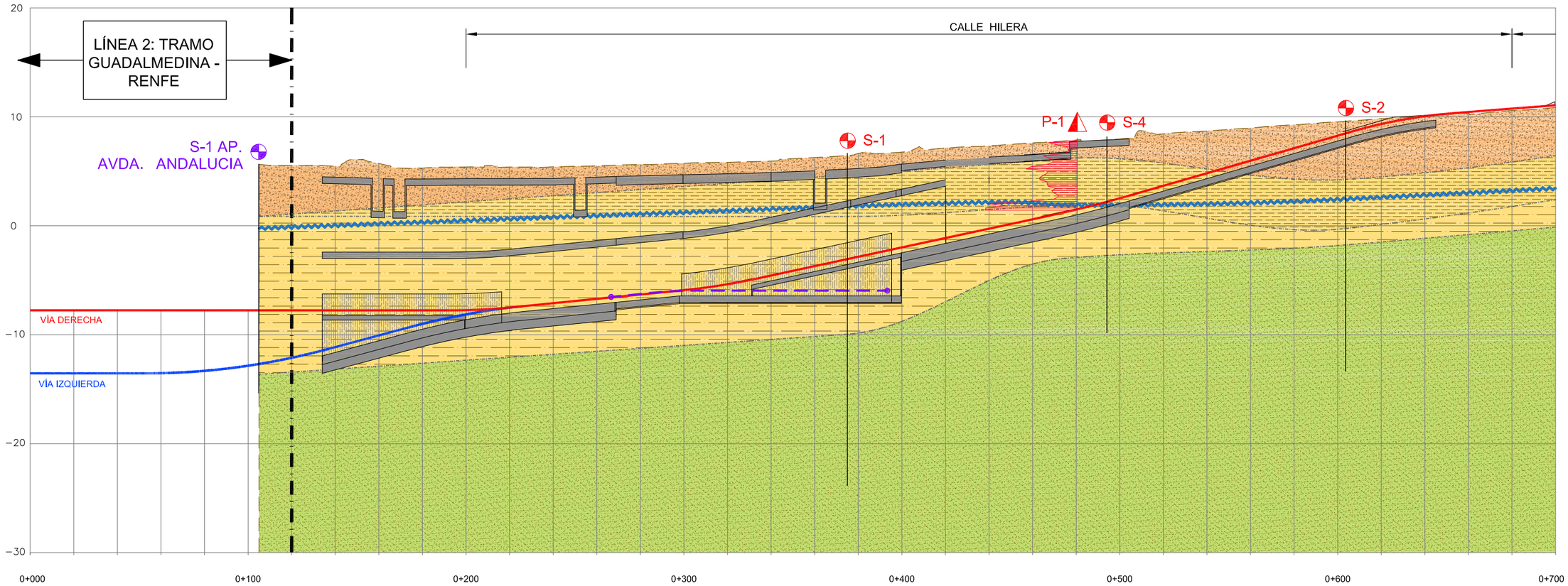
PLANO: PLANTA SITUACIÓN PROSPECCIONES

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

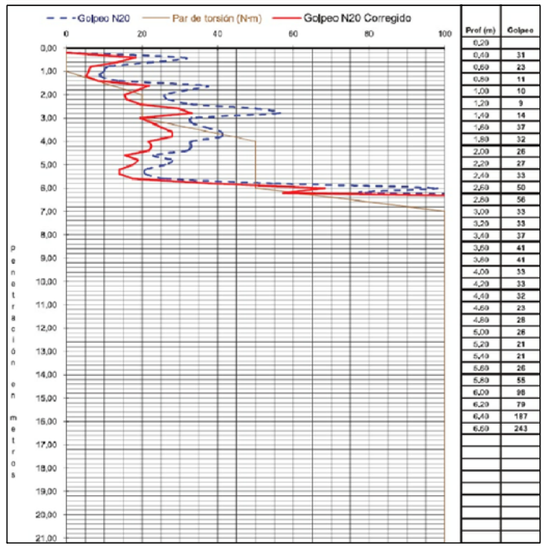
NÚMERO DE PLANO: AN09,AP-2

HOJA 6 DE 6

Apéndice 3.- Perfil longitudinal geotécnico



PENETRO P-1



Prof (m)	Golpeo
0,29	
0,49	31
0,69	23
0,89	11
1,09	10
1,29	9
1,49	14
1,69	37
1,89	32
2,09	26
2,29	27
2,49	33
2,69	50
2,89	56
3,09	33
3,29	33
3,49	37
3,69	41
3,89	41
4,09	33
4,29	33
4,49	32
4,69	23
4,89	28
5,09	28
5,29	21
5,49	21
5,69	26
5,89	55
6,09	98
6,29	79
6,49	187
6,69	243

LEYENDA

- Qx - RELLENOS ANTRÓPICOS
- Dr-G - ARENAS Y ARENAS CON GRAVA
- Dr-Am* - ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS, SPT ≤ 10
- Dr-Am - ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS, SPT >_10
- Ar-Am - ARCILLAS Y LIMOS
- NIVEL FREÁTICO
- SUPERFICIE SUPUESTA DE LOS CONTACTOS ENTRE CAPAS
- SONDEO ESTUDIO PRÓXIMO A LA TRAZA
- SONDEO CAMPAÑA PRESENTE ACTUACIÓN
- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CAMPAÑA PRESENTE ACTUACIÓN

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Enero - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: EH=1:1000 EV=1:200 (0 10 40m. / 0 2 8m.)

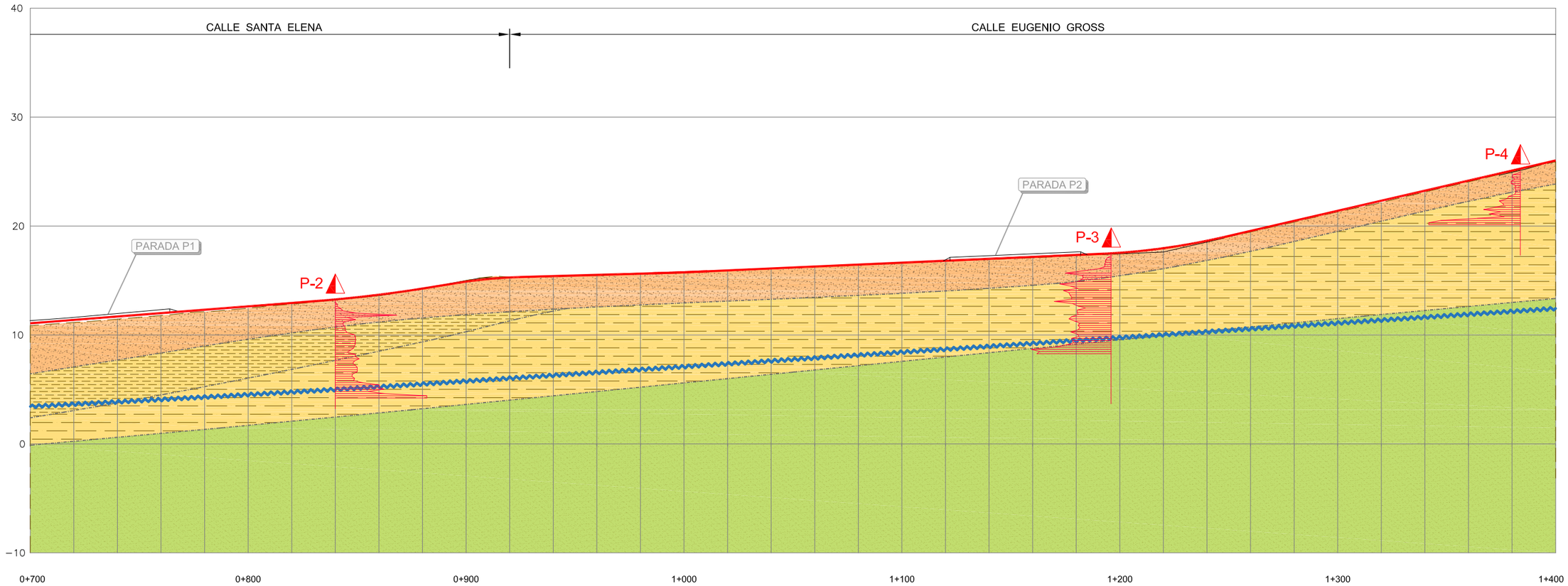
FORMATO ORIGINAL UNE A-1

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL GEOTÉCNICO ESTADO PROYECTADO

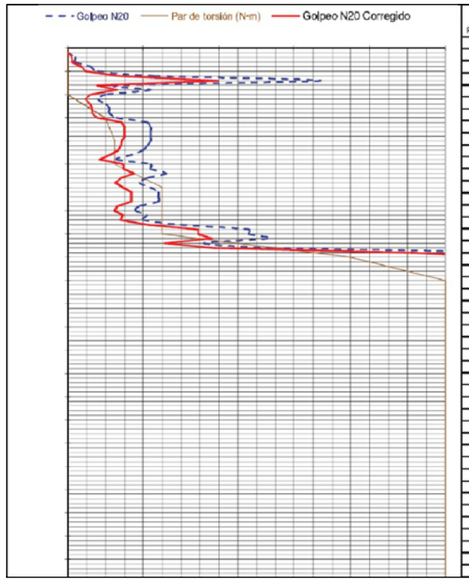
NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

NÚMERO DE PLANO: AN04,AP-2

HOJA 1 DE 3

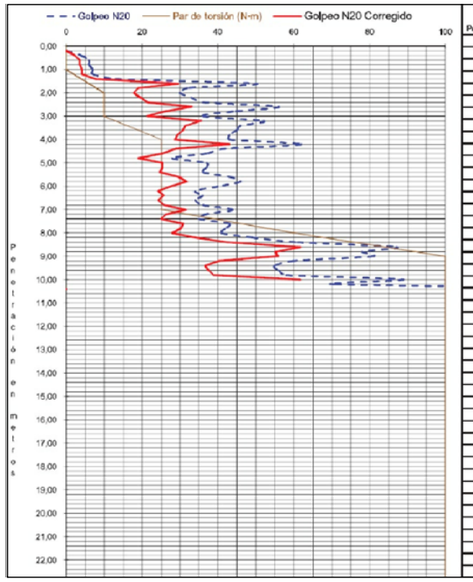


PENETRO P-2



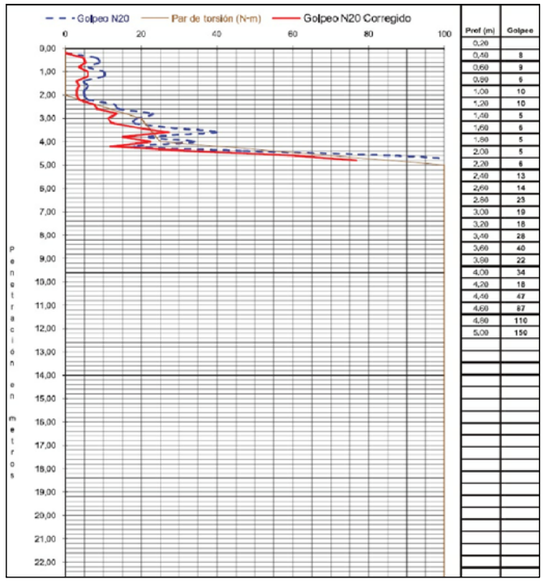
Pref (m)	Golpeo
0,20	
0,40	2
0,60	2
0,80	6
1,00	8
1,20	23
1,40	67
1,60	13
1,80	22
2,00	10
2,20	8
2,40	10
2,60	11
2,80	11
3,00	13
3,20	21
3,40	22
3,60	22
3,80	22
4,00	22
4,20	21
4,40	20
4,60	17
4,80	13
5,00	22
5,20	22
5,40	26
5,60	21
5,80	19
6,00	22
6,20	24
6,40	24
6,60	24
6,80	19
7,00	18
7,20	21
7,40	26
7,60	30
7,80	48
8,00	48
8,20	53
8,40	36
8,60	54
8,80	126
9,00	190

PENETRO P-3



Pref (m)	Golpeo
0,20	
0,40	4
0,60	6
0,80	6
1,00	7
1,20	7
1,40	13
1,60	50
1,80	32
2,00	30
2,20	33
2,40	38
2,60	56
2,80	44
3,00	36
3,20	52
3,40	46
3,60	45
3,80	43
4,00	43
4,20	62
4,40	42
4,60	37
4,80	28
5,00	37
5,20	37
5,40	38
5,60	43
5,80	46
6,00	40
6,20	34
6,40	36
6,60	34
6,80	38
7,00	46
7,20	37
7,40	35
7,60	43
7,80	42
8,00	41
8,20	49
8,40	61
8,60	87
8,80	78
9,00	81

PENETRO P-4



Pref (m)	Golpeo
0,20	
0,40	8
0,60	9
0,80	9
1,00	10
1,20	10
1,40	6
1,60	6
1,80	5
2,00	5
2,20	6
2,40	13
2,60	14
2,80	23
3,00	19
3,20	18
3,40	28
3,60	40
3,80	22
4,00	34
4,20	18
4,40	47
4,60	87
4,80	110
5,00	150

LEYENDA

- Qx - RELLENOS ANTRÓPICOS
- Dr-G - ARENAS Y ARENAS CON GRAVA
- Dr-Am* - ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS, SPT ≤ 10
- Dr-Am - ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS, SPT ≥ 10
- Ar-Am - ARCILLAS Y LIMOS
- NIVEL FREÁTICO
- SUPERFICIE SUPUESTA DE LOS CONTACTOS ENTRE CAPAS
- SONDEO ESTUDIO PRÓXIMO A LA TRAZA
- SONDEO CAMPAÑA PRESENTE ACTUACIÓN
- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CAMPAÑA PRESENTE ACTUACIÓN

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Enero - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: EH=1:1000 EV=1:200

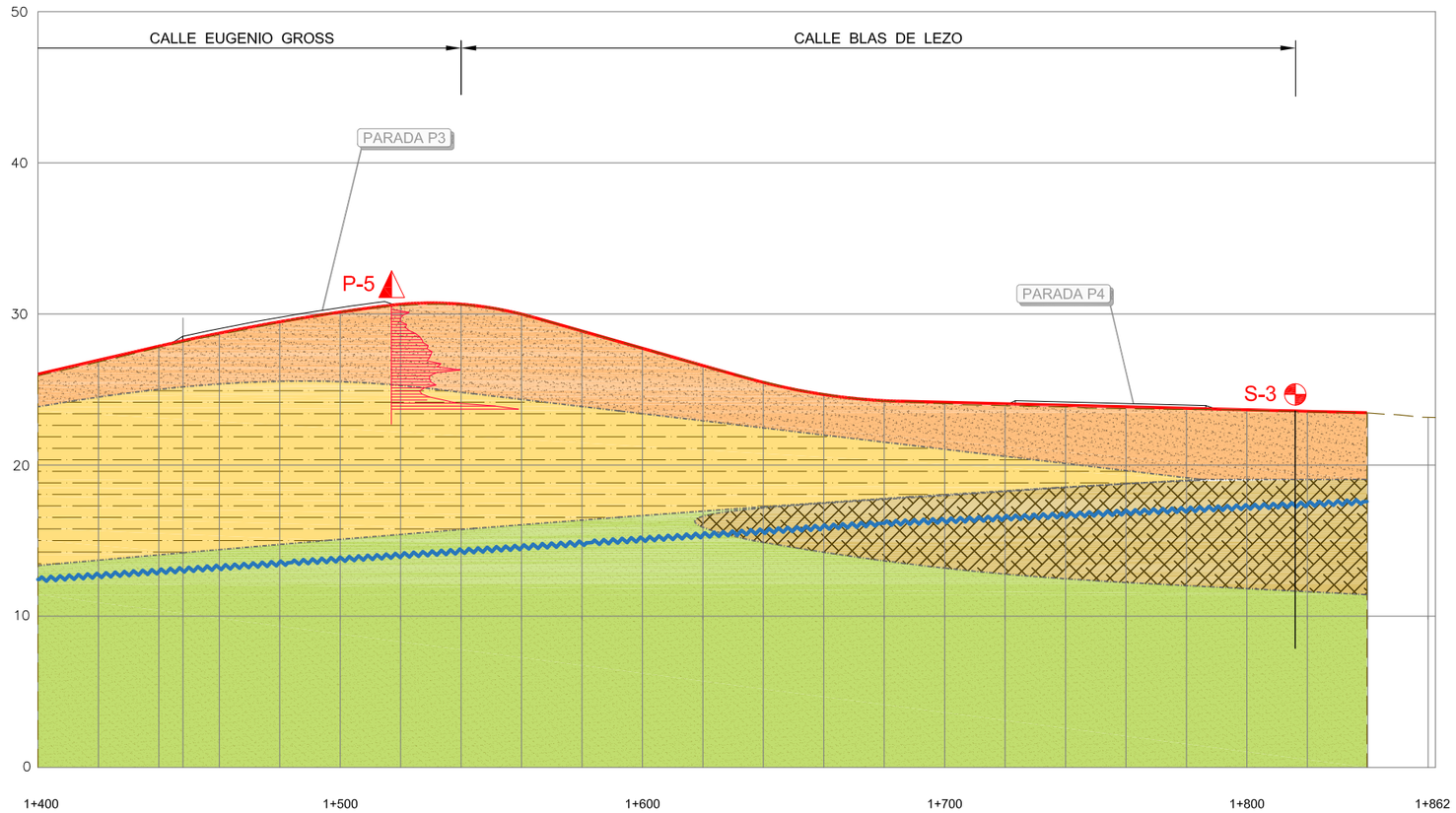
FORMATO ORIGINAL UNE A-1

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL GEOTÉCNICO ESTADO PROYECTADO

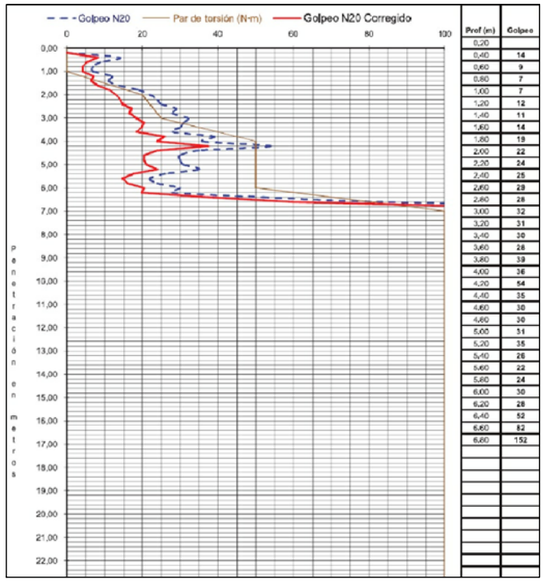
NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

NÚMERO DE PLANO: AN04,AP-2

HOJA 2 DE 3



PENETRO P-5



Prof (m)	Golpeo
0,20	
0,40	14
0,60	9
0,80	7
1,00	7
1,20	12
1,40	11
1,60	14
1,80	19
2,00	22
2,20	24
2,40	25
2,60	29
2,80	28
3,00	32
3,20	31
3,40	30
3,60	28
3,80	39
4,00	36
4,20	54
4,40	35
4,60	30
4,80	30
5,00	31
5,20	35
5,40	26
5,60	22
5,80	24
6,00	30
6,20	28
6,40	52
6,60	82
6,80	152

LEYENDA

- Qx - RELLENOS ANTRÓPICOS
- Dr-G - ARENAS Y ARENAS CON GRAVA
- Dr-Am* - ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS, SPT ≤ 10
- Dr-Am - ARENAS LIMOSAS Y LIMOS ARENOSOS, SPT >10
- Ar-Am - ARCILLAS Y LIMOS
- NIVEL FREÁTICO
- SUPERFICIE SUPUESTA DE LOS CONTACTOS ENTRE CAPAS
- SONDEO ESTUDIO PRÓXIMO A LA TRAZA
- SONDEO CAMPAÑA PRESENTE ACTUACIÓN
- ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CAMPAÑA PRESENTE ACTUACIÓN

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

AUTOR DEL PLANO: D. HORACIO PEDRAZA MARTÍNEZ

REVISADO POR: D. JUAN HERRERA MOSCARDÓ

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. PROLONGACIÓN DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA - HOSPITAL CIVIL

SUSTITUYE A

SUSTITUIDO POR

FECHA: Enero - 2016

EXPEDIENTE: T-MM6202/APR0

ESCALA: EH=1:1000 EV=1:200 (0 10 40m. / 0 2 8m.)

FORMATO ORIGINAL UNE A-1

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL GEOTÉCNICO ESTADO PROYECTADO

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

NÚMERO DE PLANO: AN04,AP-2

HOJA 3 DE 3

Apéndice 4.- Campaña geotécnica realizada para la presente actuación

C/ Maimónides, 6. T. 955721809
Valencina de la Concepción T. 955721935
41907·Sevilla F. 955721936
www.geolen.es info@geolen.es

geolén ingeniería

INFORME DE RESULTADOS

TÍTULO:
INFORME DE RESULTADOS DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA PARA EL PROYECTO DE TRAZADO DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA. TRAMO: GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL. CLAVE: T-MM6202/AGEO.

PETICIONARIO:
AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCIA.

REF: S15/134
SEPTIEMBRE 2015

ingeniería | geotecnia | medio ambiente | control de calidad

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 2

2 TRABAJOS REALIZADOS 2

2.1 TRABAJOS DE CAMPO 2

2.1.1 CALICATAS DE RECONOCIMIENTO DE SERVICIOS SOTERRADOS 2

2.1.2 SONDEOS A ROTACIÓN 3

2.1.3 ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS. 4

2.1.4 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA 4

2.2 TRABAJOS DE LABORATORIO 5

APÉNDICES

APÉNDICE 1: SITUACIÓN DE LAS PROSPECCIONES

APÉNDICE 2: REGISTRO DE LOS SONDEOS

APÉNDICE 3: ACTAS DE ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

APÉNDICE 4: REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

APÉNDICE 5: ACTAS DE ENSAYOS DE LAORATORIO

APÉNDICE 6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

APÉNDICE 7: SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan los resultados de la campaña geotécnica realizada por GEOLEN INGENIERÍA, S.L. bajo encargo de la AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, para el estudio geotécnico necesario para el "PROYECTO DE TRAZADO DE LA LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA, TRAMO: GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL".

2 TRABAJOS REALIZADOS

La totalidad de los trabajos realizados durante esta campaña son los que se exponen a continuación:

Trabajos de campo

- 8 calicatas de reconocimiento con el objeto de detectar servicios soterrados.
- 4 Sondeos a rotación con extracción continua de testigo.
- 5 Ensayos de penetración dinámica DPSH.
- 4 Ensayos presiométricos en sondeos.
- 1 Ensayo de permeabilidad Lefranc.
- 10 Medidas de la profundidad del nivel freático.
- 3 tomas de agua del nivel freático para su posterior análisis en laboratorio.
- Reconocimiento visual de la zona por parte de un geólogo experto incluyendo la testificación in situ del sondeo.

Estos trabajos fueron realizados entre los días 17 y 29 de Junio de 2015, con excepción del sondeo S-4 que se llevó a cabo el día 26 de Agosto de 2015. A continuación se tratan más detalladamente los trabajos realizados.

Trabajos de laboratorio

- 17 Determinación de la granulometría de un suelo según Norma UNE 103100:95.
- 17 Determinaciones de los límites de Atterberg por el método de la cuchara de Casagrande S/UNE 103.103:93.
- 12 Ensayos de rotura a compresión simple en probetas de suelo S/UNE 103400:1993.
- 5 Ensayos de corte directo de tipo CD (consolidado y drenado) según Norma UNE 103.401/98; IT-12.
- 4 Determinaciones del hinchamiento libre de un suelo en edómetro según Norma UNE 103601:1996.
- 2 Determinaciones del contenido en materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico S/UNE 103204:1993.
- 8 Determinaciones del contenido en sulfatos S/UNE 83963:2008.
- 3 Determinación de la agresividad Baumann-Gully de un suelo según EHE-08/CAPÍTULO 8,2,3 EHE.
- 4 Determinaciones del contenido en carbonatos de un suelo S/UNE 103200-93.
- 2 Determinaciones de la agresividad química del agua para el hormigón S/ARTÍCULO 8, 2, 3 EHE Y UNE 83951:2008

2.1 TRABAJOS DE CAMPO

2.1.1 CALICATAS DE RECONOCIMIENTO DE SERVICIOS SOTERRADOS

Con objeto de no provocar daños a servicios soterrados durante la ejecución de las diferentes prospecciones geotécnicas (sondeos y ensayos de penetración dinámica), se han realizado previamente calicatas de reconocimiento en cada uno de los puntos afectados. En consecuencia, se han excavado manualmente un total de ocho calicatas donde con posterioridad se han emplazado los tres sondeos a rotación y los cinco ensayos de penetración dinámica DPSH.

La profundidad máxima alcanzada en estas excavaciones ha sido de aproximadamente un metro y medio en todos los casos. A parte de certificar la realización de las prospecciones con la seguridad de no afectar a servicios soterrados, durante la excavación de las mismas se ha recogido información de la naturaleza de los materiales presentes hasta dicha profundidad. Una vez finalizadas las prospecciones, se ha llevado a cabo la reposición de las zonas afectadas por las mismas.

En el Apéndice 6 Reportaje Fotográfico, se pueden apreciar fotografías de estas calicatas.

2.1.2 SONDEOS A ROTACIÓN

Se han perforado cuatro sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo denominados S-1, S-2, S-3 y S-4. En los mismos se han realizado ensayos de penetración estándar S.P.T (con cuchara y con punta cónica), toma de muestras inalteradas (MI), de testigos parafinados (TP) y muestras alteradas (MA). En uno de estos sondeos, concretamente en el sondeo S-2, se realizó un ensayo de permeabilidad Lefranc de carga variable a una profundidad comprendida entre los 15,55 y 16,30 m. El acta de resultados de este ensayo de permeabilidad se presenta a continuación de la testificación del sondeo S-2 en el Apéndice 2.

Los datos obtenidos en los sondeos se resumen en la siguiente tabla:

SONDEO	PROF,	ENSAYO	Profundidad (m)		Golpeo	N_{30SPT}	N_{MI}	$N_{30SPT-PC}$	Tubería Piezométrica (m)	Arqueta
			Inicio	Final	15 cm					
		MI	2,00	2,60	5-8-11-13	-	19			
		SPT	2,60	3,20	7-12-14-19	26	-			
		MI	4,00	4,60	6-7-9-20	-	16			
		SPT	4,60	5,20	8-11-14-18	25	-			
		SPT	6,00	6,60	7-11-12-15	23	-			
		SPT	9,00	9,60	18-22-37-17	59	-			
		MI	12,00	12,60	12-11-17-27	-	28			
		SPT	12,60	13,20	10-11-12-15	23	-			
		SPT	15,00	15,60	10-13-17-20	30	-			
		TP	15,60	15,90		-	-			
S-1	30,49	MI	18,00	18,60	13-21-32-41	-	53		39,49	Si
		SPT	18,60	19,20	17-20-24-27	44	-			
		MI	20,50	21,10	17-20-27-35	-	47			
		SPT	21,10	21,70	12-21-26-32	47	-			
		MI	23,50	23,79	38-50R	-	R			
		SPT	23,79	24,39	15-20-26-31	46	-			
		TP	26,30	26,60		-	-			
		SPT	27,50	28,10	23-28-30-35	58	-			
		TP	28,50	28,80		-	-			
		MI	29,60	29,89	36-50R	-	R			
		SPT	29,89	30,49	26-32-35-38	67	-			
		MI	2,00	2,60	8-11-16-31		27			
		SPT	2,60	3,20	6-11-14-20	25	-			
		MI	5,00	5,60	14-8-8-10	-	16			
		SPT	5,60	6,20	8-4-4-2	8	-			
		SPT	8,30	8,90	3-2-4-3	6	-			
		TP	10,20	10,50		-	-			
S-2	23,00	MI	12,80	13,40	11-17-24-32	-	41		23,00	Si
		SPT	13,40	14,00	9-14-17-20	31	-			
		TP	14,60	14,90		-	-			
		MI	16,30	16,90	13-19-24-41	-	43			
		SPT	16,90	17,50	8-16-19-23	35				
		MI	20,00	20,57	26-30-37-50R	-	67			
		SPT	20,57	21,17	17-20-26-29	46	-			
		TP	22,60	23,00		-	-			
		MI	2,00	2,60	8-11-11-13	-	22			
		SPT	2,60	3,20	6-5-5-8	10	-			
		SPT	4,00	4,60	13-14-15-19	29	-			
		MI	6,00	6,60	14-21-26-31	-	47			
		SPT	6,60	7,20	10-21-22-33	43	-			
S-3	15,70	MI	9,00	9,60	9-14-19-32	-	33		15,70	Si
		SPT	9,60	10,20	9-13-16-20	29	-			
		MI	12,00	12,59	21-26-32-50R	-	58			
		SPT	12,59	13,19	18-32-41-46	73	-			
		MI	14,50	15,10	16-20-24-45	-	44			
		SPT	15,10	15,70	9-20-29-37	49	-			
		SPT	4,00	4,60	7-8-8-7	16	16			
		SPT	5,00	5,60	8-7-8-9	15	15			
		SPT	6,00	6,60	19-21-14-19	35	35			
		MA	6,60	6,80						
		SPT-PC	7,00	7,90	10-11-11-6-6-10			12		
		SPT-PC	8,50	9,10	7-22-19-13			41		
S-4	17,00	MA	9,20	9,40					17,00	Si
		SPT-PC	9,60	10,20	13-25-30-44			55		
		MA	10,20	10,40						
		SPT	10,50	10,93	48-26-50R	R				
		SPT	11,50	12,10	8-12-14-16	26				
		TP	12,90	13,20						
		SPT	16,40	17,00	9-13-16-19	29				

En la tabla anterior, la columna de “Golpeo cada 15 cm” se refiere a los datos mecánicos aportados durante el proceso de hinca del SPT convencional (con “cuchara”), SPT con punta cónica (SPT-PC) o bien toma de muestra inalterada (MI), que se divide en 4 tramos de 15 cm cada uno con la excepción de un SPT-PC (S-4 de 7,00-7,90 m), donde se ha considerado oportuno prolongarlo para la detección de un posible nivel de baja resistencia. El valor N_{30SPT} representa la suma de las dos tandas centrales de la hinca correspondiente a cada ensayo SPT, lo mismo ocurre para el valor $N_{30SPT-PC}$ y para $N_{MI.}$

Tras la finalización de los sondeos, se dejó instalada en cada uno de ellos una tubería de PVC ranurado para la medida del nivel freático. En este sentido, con posterioridad a la ejecución de los sondeos y una vez estabilizada la lámina de agua subterránea, se ha procedido a la medida de los niveles freáticos en diferentes fechas, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

SONDEO	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (metros desde la superficie)				
	22-06-2015	24-06-2015	25-06-2015	29-06-2015	26-08-2015
S-1			4,55	4,66	4,85
S-2		6,90	6,85	6,83	7,20
S-3	5,96				6,10
S-4					6,05

En todos los sondeos se han tomado muestras de agua para su posterior análisis en laboratorio.

En el Apéndice 1 de este informe se presenta un plano con la localización de estos trabajos.

En el Apéndice 2 se hace entrega de los registros de los sondeos.

2.1.3 ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS.

En dos de los sondeos realizados en la presente campaña, en el S-1 y S-2, se han llevado a cabo ensayos presiométricos. Con este tipo de ensayos, obtenemos parámetros geotécnicos relevantes como el módulo de corte o las presiones de fluencia y límite. En estos ensayos se ha empleado un presio-dilatómetro de tipo Oyo Elasmeter-2, que alcanza presiones de trabajo de hasta 200 bares. A continuación se presenta una tabla con los sondeos y las profundidades donde se realizaron estos ensayos:

SONDEO	PROFUNDIDAD ENSAYO PRESIOMÉTRICO (metros desde la superficie)
S-1	22,10
S-1	29,10
S-2	14,60
S-2	22,60

Las actas de estos ensayos pueden ser consultadas en el Apéndice 3 del presente informe.

2.1.4 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Se han realizado cinco ensayos de penetración dinámica del tipo DPSH. Con la ejecución de ensayos de penetración dinámica, obtenemos un registro continuo de la resistencia con la profundidad, representándose los datos arrojados en diagramas profundidad/golpeo.

El trabajo ha sido realizado con un penetrómetro dinámico automático de la marca TECOINSA, tipo DPSH, de las siguientes características:

- Peso de la maza ..... 63,5 kg
- Peso de varillaje ..... 8,84 kg/m
- Peso de la cabeza ..... 1,5 kg
- Altura de caída .... 75 cm
- Superficie de la puntaza..... 20 cm^2
- Diámetro de Varillaje..... 32 mm

La profundidad de rechazo alcanzada en estas prospecciones se muestra en la siguiente tabla:

ENSAYO DPSH	PROFUNDIDAD (m)
P-1	6,60
P-2	9,00
P-3	10,40
P-4	5,00
P-5	6,80

Los registros de estos ensayos se consultar en el Apéndice 4 del presente informe y la situación de los mismos en el Apéndice 1.

2.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras tomadas en los sondeos, se han llevado a cabo ensayos de laboratorio cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla resumen:

	PROF.			CLASIFICACIÓN DEL SUELO (USCSC)	GRANULOMETRÍA					LÍMITES DE ATTERBERG			HUMEDAD Y DENSIDAD			C.SIMPLE		CORTE DIRECTO		HINCH. LIBRE	ENSAYOS QUIMICOS			
REC.	P1	P2	(m)		#20	#5	#2	#0.4	#0,08	LL	LP	IP	w (%)	ya (t/m^3)	y_d (t/m^3)	Def %	q_u (kg/cm^2)	c' (kp/cm^2)	FI'	%	M.O.(%)	SO_4 (mg/Kq)	A.B.G	$CaCO_3$ (%)
S-1	4	4,6	4,30	CL-ARCILLA ARENOSA.	100,0	99,0	97,0	86,0	55,8	23,6	14,4	9,2	13,97	2,27	1,99	12	2,06				0,34	33	16	
S-1	6	6,6	6,30	SW/SC-ARENA GRAVOSA CON ALGO DE ARCILLA.	86,0	60,0	47,0	20,0	10,8	22,6	16,1	6,5												
S-1	12	12,6	12,30	CL-ARCILLA CON BASTANTE ARENA.	100,0	98,0	97,0	93,0	76,1	30,4	17,5	12,9	17,69	2,19	1,86	19,00	2,90					24		
S-1	18	18,6	18,30	CL-ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD.	100,0	100,0	100,0	100,0	96,2	43,0	21,2	21,8	24,40	2,15	1,73	18,00	4,53	0,47	26,80					
S-1	23,5	23,8	23,65	CL-ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ALGO DE ARENA.	100,0	100,0	100,0	95,0	81,2	44,6	20,1	24,5	27,34	1,92	1,51	15,00	2,19	0,60	22,00	0,55		56		15,20
S-1	26,3	26,6	26,45	CL-ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA.	100,0	100,0	100,0	100,0	94,9	47,8	20,9	26,9	20,84	2,08	1,72	13,00	5,34							
S-1	29,6	29,9	29,75	CL-ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ALGO DE ARENA.	100,0	100,0	100,0	99,0	89,9	44,7	20,4	24,3	27,81	1,99	1,56	2,00	0,21	0,44	16,00	2,85				10,80
S-2	2	2,6	2,30																			28	10	
S-2	5	5,6	5,30	GC_GRAVA CON BASTANTE ARENA Y ARCILLA.	80,0	65,0	58,0	46,0	32,7	23,0	15,1	7,9										26		
S-2	8,3	8,9	8,60	SC-ARENA CON BASTANTE GRAVA Y ARCILLA.	88,0	68,0	62,0	45,0	29,9	27,2	15,0	12,2												
S-2	10,2	10,5	10,35	GP/GM_GRAVA CON BASTANTE ARENA E INDICIOS DE ARCILLA.	70,0	36,0	26,0	17,0	7,7	NP	NP	NP										21		
S-2	14,6	14,9	14,75	CH-ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD.	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	54,4	23,2	31,2	23,32	2,15	1,74	17	5,7							
S-2	16,3	16,9	16,60	CH-ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD.	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	55,3	24,8	30,5	25,02	2,04	1,63	15	3,59	0,71	25,2	1,55				17,30
S-2	20	20,6	20,30	CL-ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON INDICIOS DE ARENA.	100,0	100,0	100,0	100,0	93,3	46,4	20,4	26,0	22,20	2,10	1,72	13,00	7,34	0,87	20,30	3,00		26		19,60
S-2	22,6	23	22,80	CH-ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD.	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	51,8	22,7	29,1	22,48	2,13	1,74	20	7,01							
S-3	2	2,6	2,30																		0,31	27	4	
S-3	6	6,6	6,30	SM-ARENA LIMOSA.	100,0	100,0	100,0	95,0	49,5	26,1	22,4	3,7	20,04	1,86	1,55	3	1,07							
S-3	9	9,6	9,30	CL-ARCILLA CON BASTANTE ARENA.	100,0	100,0	100,0	100,0	76,4	34,7	20,0	14,7	22,77	2,05	1,67	12	2,84							
S-3	12	12,6	12,30	CL-ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON INDICIOS DE ARENA.	100,0	100,0	100,0	100,0	92,8	41,9	23,0	18,9												
				min	70,0	36,0	26,0	17,0	7,7	22,6	14,4	3,7	14,0	1,9	1,5	2,0	0,2	0,4	16,0	0,6	0,3	21	4	10,8
				max	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	55,3	24,8	31,2	27,8	2,3	2,0	20,0	7,3	0,9	26,8	3,0	0,3	56,0	16,0	19,6
				med	95,5	89,8	87,5	82,1	69,6	38,6	19,8	18,8	22,3	2,1	1,7	13,3	3,7	0,6	22,1	2,0	0,3	30,1	10,0	15,7
				num	**17**	**17**	**17**	**17**	**17**	**16**	**16**	**16**	**12**	**12**	**12**	**12**	**12**	**5**	**5**	**4**	**2**	**8**	**3**	**4**

Las actas de los ensayos de laboratorio se pueden consultar en el Apéndice 5 del presente informe de resultados.

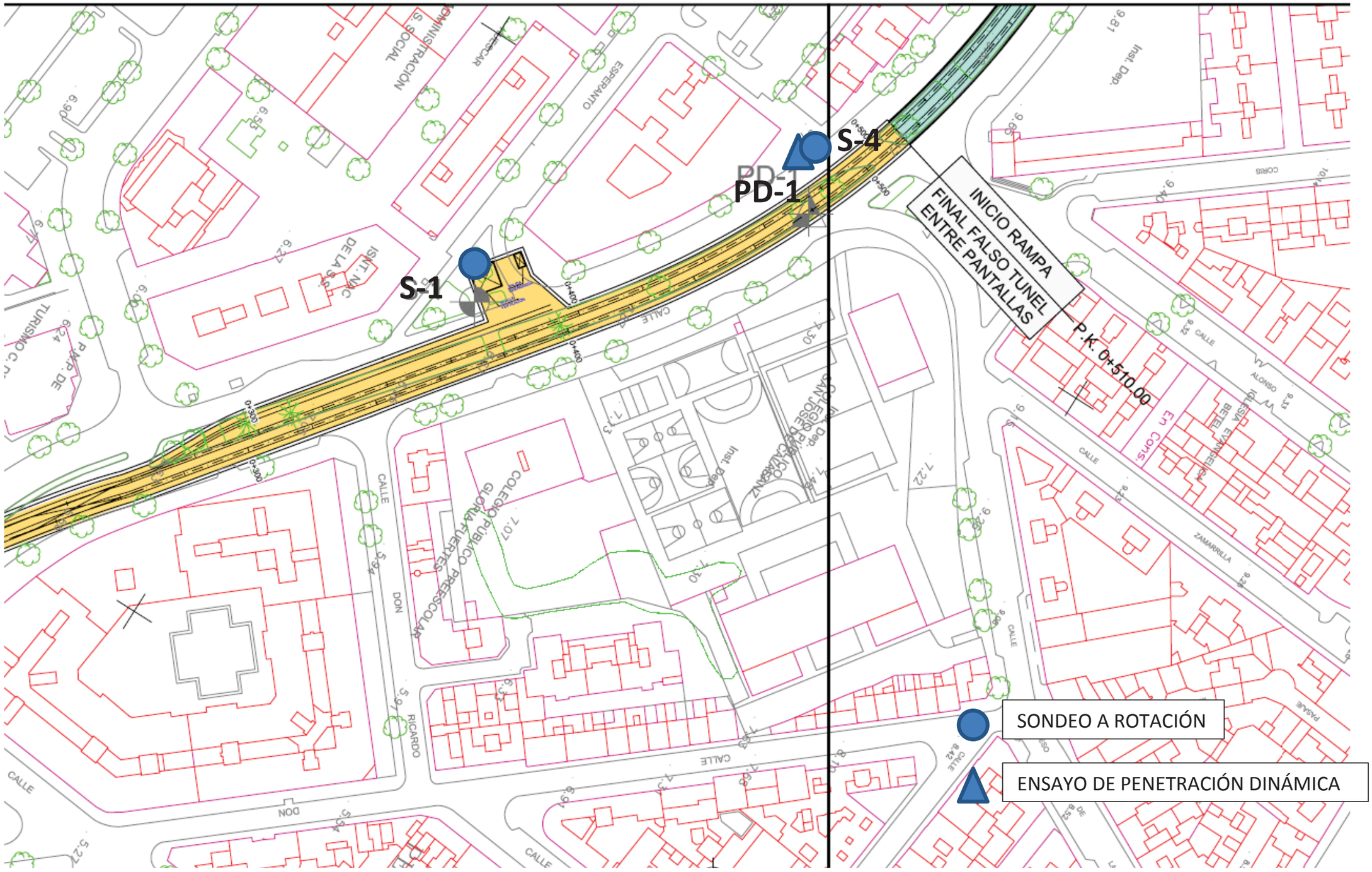
El contenido de este informe de resultados es de 5 páginas y 6 Apéndices.

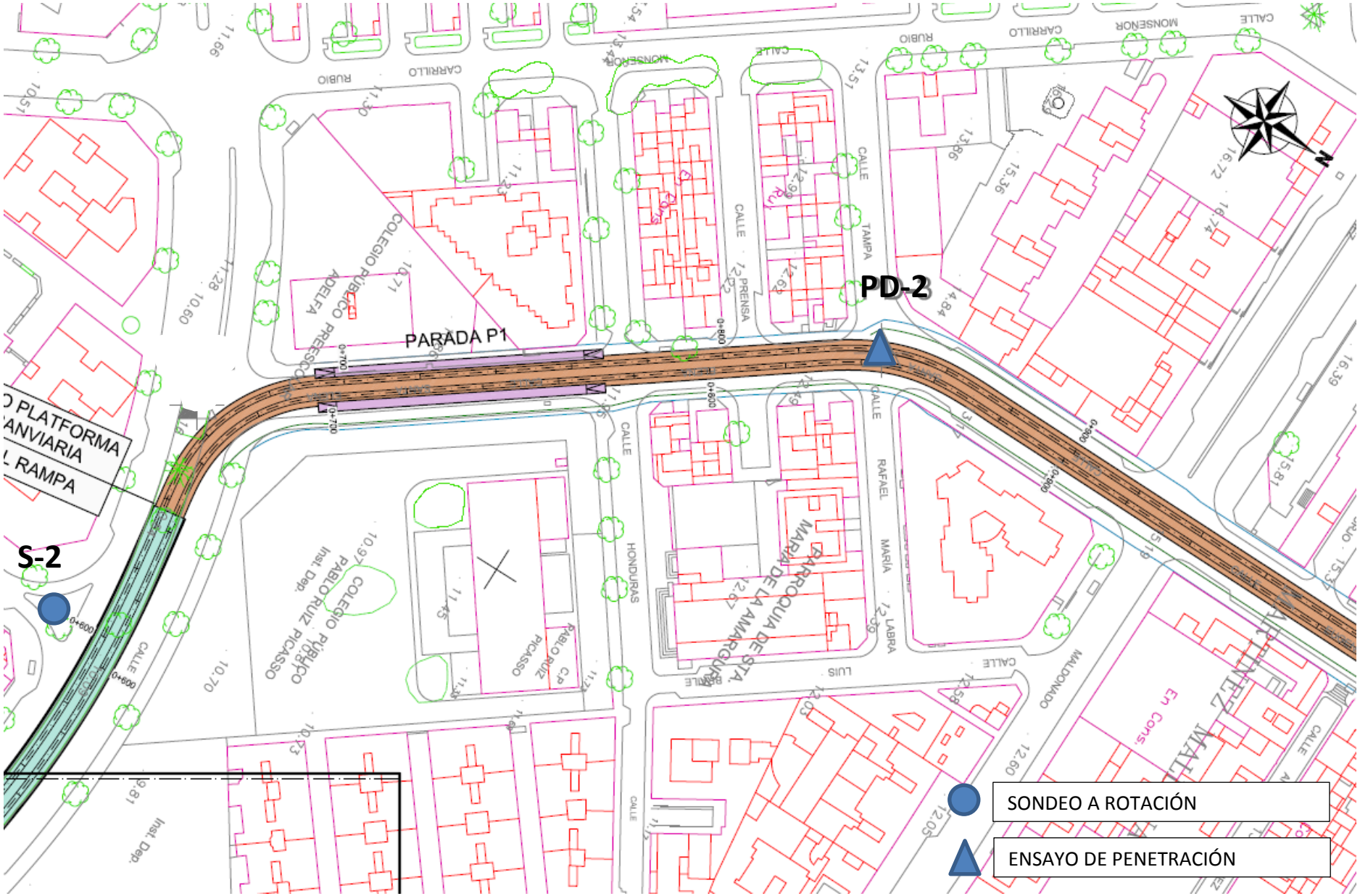
Valencina de la Concepción a 10 de Septiembre de 2015

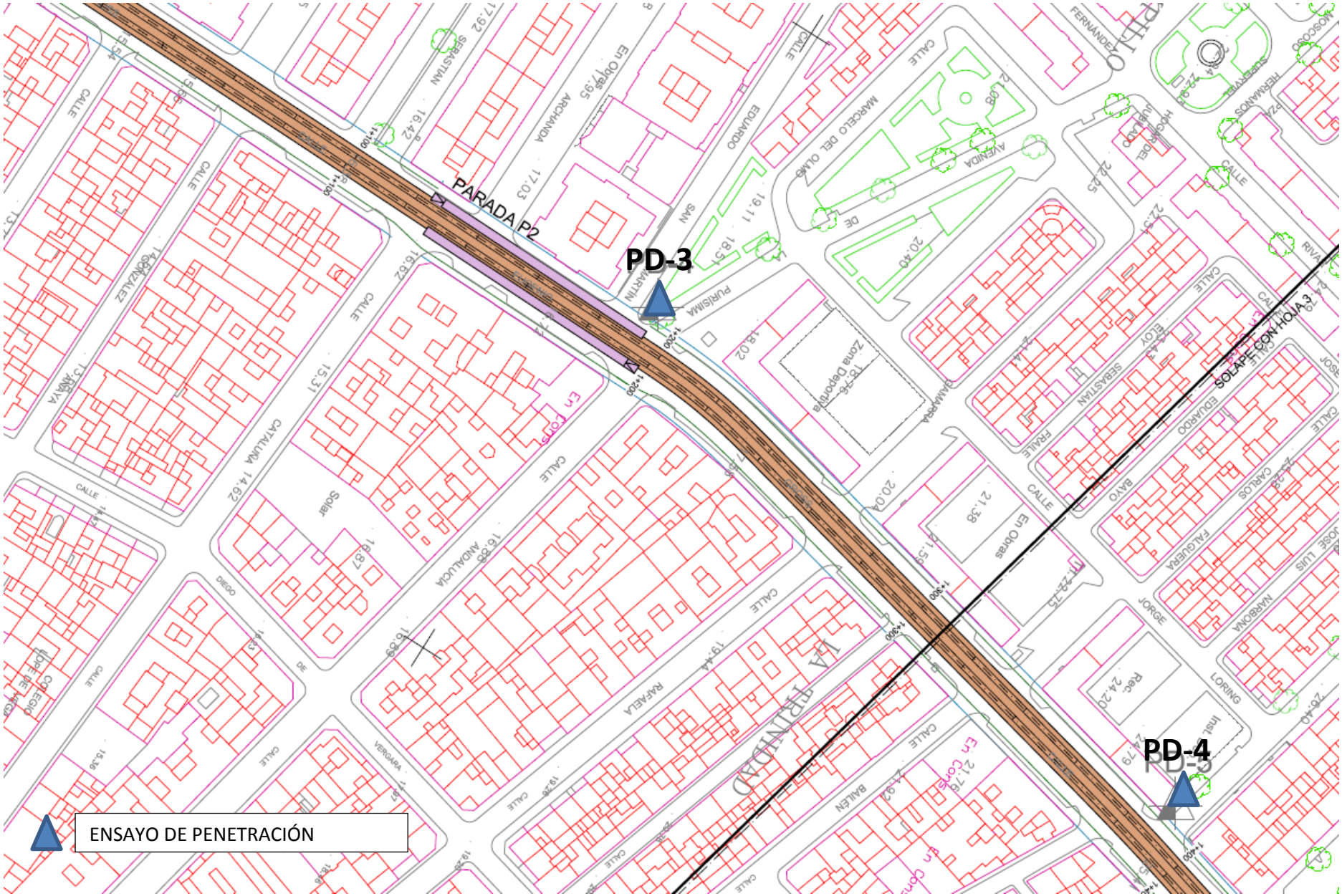
Gonzalo Dios Fuentes
Ingeniero de Caminos

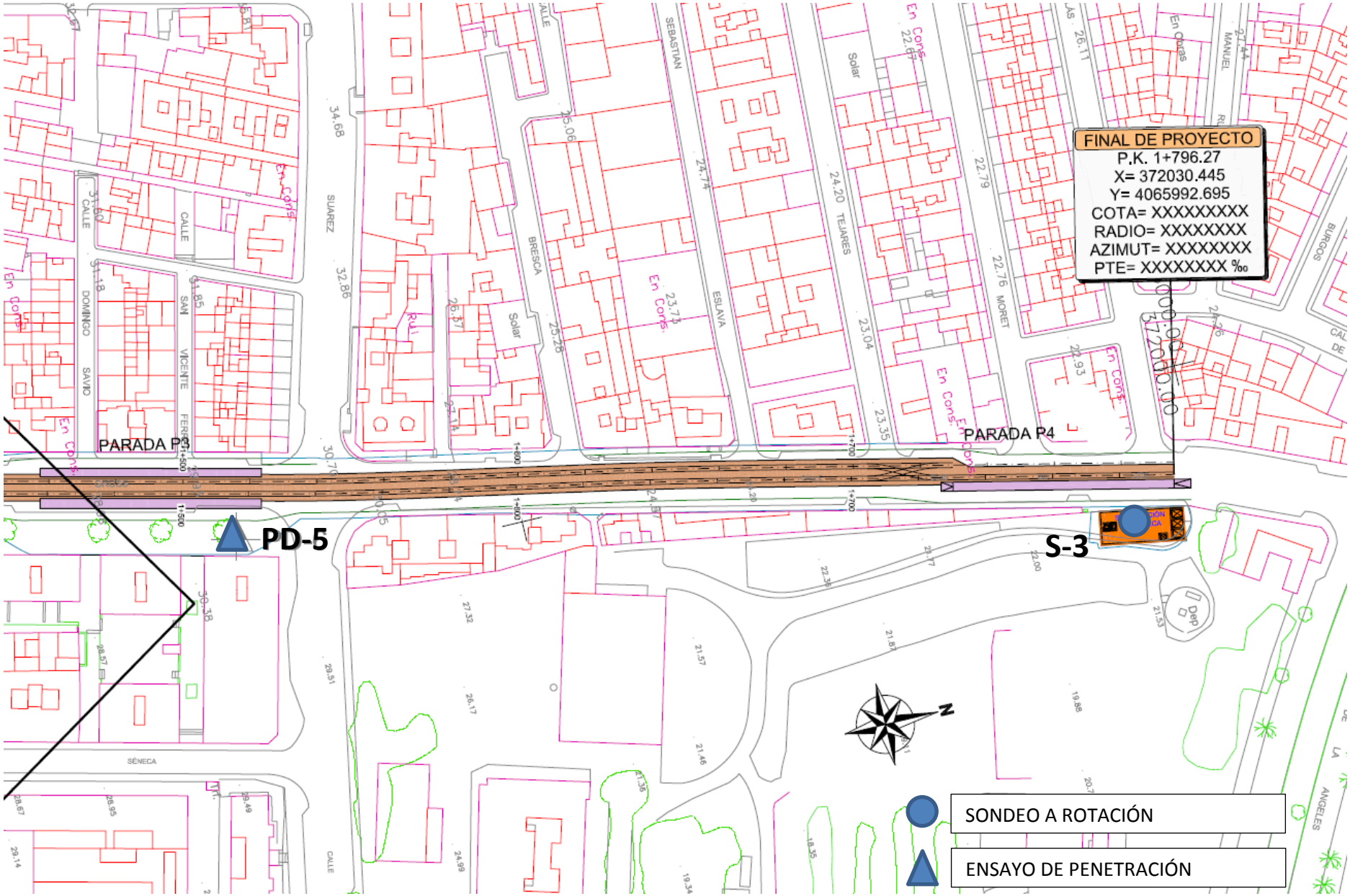
Luis Corralejo Sánchez.
Geólogo

APÉNDICE 1: SITUACIÓN DE LAS PROSPECCIONES


S-1
PD-1
S-4
INICIO RAMPA
FINAL FALSO TUNEL
ENTRE PANTALLAS
P.K. 0+510.00
SONDEO A ROTACIÓN
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA


PD-2
S-2
PARADA P1
SONDEO A ROTACIÓN
ENSAYO DE PENETRACIÓN


PARADA P2
PD-3
PD-4
SOLAPE CON HOJA 3
ENSAYO DE PENETRACIÓN


FINAL DE PROYECTO
P.K. 1+796.27
X= 372030.445
Y= 4065992.695
COTA= XXXXXXXXX
RADIO= XXXXXXXX
AZIMUT= XXXXXXXX
PTE= XXXXXXXX ‰
PARADA P3
PARADA P4
PD-5
S-3
SUAREZ
BRESCA
ESLAVA
TEJARES
MORET
SEBASTIAN
DOMINGO
SAVIO
SAN
VICENTE
FERRER
SÉNECA
BURGOS
ANGELES
Solar
En Cons
En Obras
SONDEO A ROTACIÓN
ENSAYO DE PENETRACIÓN

APÉNDICE 2: REGISTRO DE LOS SONDEOS

geolén ingeniería	SONDEO **S-1**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	X = 372139	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	COORDENADAS(WGS84) Y = 4064620	INICIO:666 23-jun-15	1 DE 4
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 6,5	FIN: 23-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD C (T/m²)	Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				RELLENO ACTUAL. Desde la superficie hasta 0,15 m, losa del acerado y hormigón pobre. De 0,15-0,37 m aglomerado asfáltico. De 0,37-0,50 m, zahorra de machaqueo																		
				RELLENO ANTIGUO. Se compone de arcilla con algo de arena y grava (redondeada centimétrica). Marrón con tono rojizo. Contiene restos puntuales de ladrillería muy alterados. Paredes estables. Material consolidado.																		
				CL-ARCILLA CON PROPORCIONES VARIABLES DE ARENA E INDICIOS DE GRAVA (ALUVIAL-CUATERNARIO). Marrón-rojizo. Consistencia muy firme. Aumento progresivo en la proporción de arena conla profundidad desde indicios hasta arenosa (mayor al 35 %). Arena y grava de composición polimíctica (caliza, esquistosa, cuarcítica…). Grava de forma subredondeada y tamaños de entre 0,5-1 cm. Húmedo. Hasta 3,50 m de profundidad, se acumula materia orgánica. Presencai continua de níodulos carbonatos litificados.			MI	2	5 8 11 13													
							SPT	2,6	7 12 14 19													
								3,2														
				Consistencia muy firme. Aumento progresivo del contenido grava (bastante-gravosa).			MI	4	6 7 9 20	99	55,8	23,6	14,4	13,97	1,99	2,06			33	16	M.O (%)= 0,34; Densidad Aparente= 2,27 t/m3.
							SPT	4,6	8 11 14 18													
								5,2														
				SW/SC-ARENA GRAVOSA CON ALGO-BASTANTE ARCILLA ALTERNANTE CON TRAMOS DE GRAVA ARENOSA (CUATERNARIO-ALUVIAL). Marrón-grisáceo. Arena de tamaño de grano medio-grueso con grava subredondeada polimíctica de tamaño centimétrico. Densidad relativa medianamente densa. Se dan tramos esporádicos de espesor decimétricos de arcilla areno-gravosa.			SPT	6	7 11 12 15	60	10,8	22,6	16,1								
	N F							6,6														
				Desde 8,50 m de profundidad aumenta la proporción de grava, alternándose tramos de grava areno-arcillosa. También aumenta el tamaño medio de grava alcanzándose tamaño bolo (superior a 10 cm). Densidad relativa muy densa.			SPT	9	18 22 37 17													
								9,6														

geolén ingeniería	Responsable Ensayos Físicos	Director del laboratorio	MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREATICO						PERFORACIÓN	TIPO DE MUESTRA	ENSAYOS IN SITU
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24			FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	R: Rotación	MI: Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99	S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
29200 Antequera (MÁLAGA)			25-6-15	4,55					P: Percusión	Sh: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00	S.P.T. c: S.P.T. Con puntaza ciega P.M.: Penetrómetro Manual
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es			29-6-15	4,66					D: Diamante	TP: Testigo parafinado	TV: Vane Test Manual P.S Presiometro
	Fdo.: Patricia García Monteoliva	Fdo.: Jose Guerrero de Mier	26-8-15	4,85					W: Widia		(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO S-1	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	X = 372139	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	COORDENADAS(WGS84) Y = 4064620	INICIO: 23-jun-15	2 DE 4
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 6,5	FIN: 23-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%) / R.Q.D. (%) (0 20 40 60 80 100)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO c (T/m²)	CD Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				SW/SC-ARENA GRAVOSA CON ALGO-BASTANTE ARCILLA ALTERNANTE CON TRAMOS DE GRAVA ARENOSAS (CUATERNARIO-ALUVIAL).																
				CL/GC-ARCILLA CON BASTANTE ARENA CON TRAMOS DE GRAVA ARCILLOSA CON ALGO DE ARENA (CUATERNARIO-ALUVIAL). Marrón. Predominio de arcilla en la alternacia.															
				Consistencia muy firme.		MI	12 / 12,6	12 11 17 27	98	76,1	30,4	17,5	17,69	1,86	2,9			24		Densidad Aparente= 2,19 t/m3.
				Acumulación de carbonatos que forman encostramientos parciales del material. De 13,80 a 15,10 m de profundidad, tramo de gravas y bolos en matriz arcillo-arenosa.		SPT	12,6 / 13,2	10 11 12 15												
				Consistencia muy firme.		SPT	15 / 15,6	10 13 17 20												
				De 15,90 a 16,10 m de pronfundidad tramo de gravas y bolos en matriz arcillo-arenosa.		TP	15,6 / 15,9													
				CL-ARCILLA CON INDICIOS-ALGO DE ARENA . Marrón por alteración hasta 17,50 m de profundidad y a partir de ahí gris oscura. Ordenada internamente en láminas milimétricas. Presencia puntual de pasadas milimétricas de limo-arenoso.																
				Consistencia dura.		MI	18 / 18,6	13 21 32 41	100	96,2	43	21,2	24,4	1,73	4,53	0,47	26,8			Densidad Aparente= 2,15 t/m3.
						SPT	18,6 / 19,2	17 20 24 27												

geolén ingeniería	Responsable Ensayos Físicos	Director del laboratorio	MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO	PERFORACIÓN	TIPO DE MUESTRA	ENSAYOS IN SITU
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24 29200 Antequera (MÁLAGA) Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es	Fdo.: Patricia García Monteoliva	Fdo.: José Guerrero de Mier	FECHA / PROF (m) 25-6-15 / 4,55 29-6-15 / 4,66 26-8-15 / 4,85	R: Rotación P: Percusión D: Diamante W: Widia	MI : Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99 SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00 TP: Testigo parafinado	S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010 S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega P.M.: Penetrómetro Manual TV: Vane Test Manual P.S Presiometro (c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-1**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	COORDENADAS(WGS84) X = 372139	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	Y = 4064620	INICIO: 23-jun-15	3 DE 4
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 6,5	FIN: 23-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%) / R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO c (T/m²)	CD Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				CL-ARCILLA CON INDICIOS-ALGO DE ARENA .																
				Consistencia dura.		MI	20,5	17 20 27 35												
						SPT	21,1	12 21 26 32												
							21,7													
				De 22,10 a 30 m de profundidad, aumento puntual del contenido en arena con tramos con proporciones de arena de entre 10-20 %. Ensayo Presiométrico a 22,10 m de profuindidad.																
						MI	23,5	38 50	100	81,2	44,6	20,1	27,34	1,51	2,19	0,6	22	56		Densidad Aparente= 1,92 t/m3; Hinchamiento libre= 0,55 %. CaCO3= 15,20 %.
						SPT	23,79	15 20 26 31												
				Consistencia dura.			24,39													
						TP	26,3		100	94,9	47,8	20,9	20,84	1,72	5,34					Densidad Aparente= 2,08 t/m3
							26,6													
						SPT	27,5	23 28 30 35												
				Consistencia dura.			28,1													
						TP	28,5													
							28,8													
				Ensayo Presiométrico a 29,10 m de profundidad.																
						MI SPT	29,6 29,89	36 50	100	89,9	44,7	20,4	27,81	1,56	0,21	0,44	16			Densidad Aparente= 1,99 t/m3; Hinchamiento libre= 2,85 %. CaCO3= 10,80 %.

geolén ingeniería
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24
29200 Antequera (MÁLAGA)
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es

Responsable Ensayos Físicos: Fdo.: Patricia García Monteoliva

Director del laboratorio: Fdo.: José Guerrero de Mier

MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO

FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)
25-6-15	4,55				
29-6-15	4,66				
26-8-15	4,85				

PERFORACIÓN
R: Rotación
P: Percusión
D: Diamante
W: Widia

TIPO DE MUESTRA
MI : Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99
SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00
TP: Testigo parafinado

ENSAYOS IN SITU
S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega
P.M.: Penetrómetro Manual
TV: Vane Test Manual
P.S Presiometro

(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-1**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	COORDENADAS(WGS84) X = 372139	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	Y = 4064620	INICIO: 23-jun-15	4 DE 4
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 6,5	FIN: 23-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO c (T/m³)	CD Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				CL-ARCILLA CON INDICIOS-ALGO DE ARENA . Consistencia dura.			65%	30	26 32 35 38												
				FIN DEL SONDEO A 30,49 M.				30,49													

Responsable Ensayos Físicos	Director del laboratorio
Fdo.: Patricia García Monteoliva	Fdo.: José Guerrero de Mier

MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO

FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)
25-6-15	4,55				
29-6-15	4,66				
26-8-15	4,85				

PERFORACIÓN

R: Rotación
P: Percusión
D: Diamante
W: Widia

TIPO DE MUESTRA

M: Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99
SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00
TP: Testigo parafinado

ENSAYOS IN SITU

S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega
P.M.: Penetrómetro Manual
TV: Vane Test Manual
P.S Presiometro

C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24
29200 Antequera (MÁLAGA)
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es

(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-2**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	COORDENADAS(WGS84) X = 371958	FECHAS : INICIO9 24-jun-15	HOJA 1 DE 3
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	Y = 4064717	FIN: 24-jun-15	
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 9,5		

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%) / R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD C (T/m²)	Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				RELLENO ACTUAL. Desde la superficie hasta 0,20 m, losa del acerado y hormigón pobre. De 0,20-0,42 m de profundidad, aglomerado asfáltico. De 0,42 a 0,5 m, fragmentos de marmol con algo de arena. De 0,50-0,70 m arena limosa compactada.																	
				RELLENO ANTIGUO. Marrón rojizo. Se compone de arcilla con algo de arena e indicios de grava rodada. Fragmentos puntuales de ladrillería muy alterados.																	
				Consistencia muy firme.		MU	2	8 11 16 31											28	10	
						SPT	2,6	6 11 14 20													
							3,2														
				SC/GC_ARENA CON BASTANTE GRAVA Y ARCILLA CON TRAMOS DE GRAVA CON BASTANTE ARENA Y ARCILLA (CUATERNARIO-ALUVIAL). Marrón-rojizo. Contiene fragmentos rocosos subredondeados y subangulosos de calcarenita y microconglomerados. Densidad relativa floja. De 6,80 a 7,30 m de profundidad se acumulan fragmentos decimétricos de calcarenita y microconglomerados. De 7,30 a 8,30 m de profundidad, zona de relleno blando y/o hueco (se intenta realizar SPT a 7,40 m y con un golpe baja 60 cm). Se recupera arcilla saturada con grava redondeada centimétrica.		MU	5	14 8 8 10	65	32,7	23	15,1					26		
						SPT	5,6	8 4 4 2													
							6,2														
	N F			Densidad relativa floja.		SPT	8,3	3 2 4 3	68	29,9	27,2	15									
				GP/GM-GRAVA CON BASTANTE ARENA E INDICIOS-ALGO DE ARCILLA (CUATERNARIO-ALUVIAL). Marrón-grisáceo. Hasta 10,50 m de profundidad, material saturado que se desploma con facilidad durante los avances de la perforación (gravas flojas). Puntualmente se recuperan fragmentos de bolos.			8,9														

geolén ingeniería
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24
29200 Antequera (MÁLAGA)
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es

Responsable Ensayos Físicos: Fdo.: Patricia García Monteoliva

Director del laboratorio: Fdo.: Jose Guerrero de Mier

MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREATICO

FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)
24-6-15	6,90				
25-6-15	6,85				
29-6-15	6,83				
26-8-15	7,20				

PERFORACIÓN
R: Rotación
P: Percusión
D: Diamante
W: Widia

TIPO DE MUESTRA
MI : Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99
SH : Muestra Shelby según ASTM-D1587-00
TP : Testigo parafinado

ENSAYOS IN SITU
S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
S.P.T. c: S.P.T. Con puntaza ciega
P.M.: Penetrómetro Manual
TV: Vane Test Manual
P.S Presiometro

(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-2**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	X = 371958	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	COORDENADAS(WGS84) Y = 4064717	INICIO: 24-jun-15	2 DE 3
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 9,5	FIN: 24-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%) / R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD c (T/m²)	CD Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				GP/GM-GRAVA CON BASTANTE ARENA E INDICIOS-ALGO DE ARCILLA (CUATERNARIO-ALUVIAL).			10,2														
				Desde 10,50 m de profundidad, gravas y bolos en matriz arenosa con bastante arcilla.		MA	10,5		36	7,7									21		
				CH-ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA . Marrón por alteración hasta 11,70 m de profundidad y a partir de ahí gris oscura. Ordenada internamente en láminas milimétricas. Presencia puntual de pasadas milimétricas de limo-arenoso.																	
						MI	12,8	11 17 24 32													
						SPT	13,4	9 14 17 20													
				Consistencia dura.			14														
				De 14,55 a 16,30 m de profundidad, Ensayo de Permeabilidad Lefranc. A 14,60 m de profundidad, Ensayo Presiométrico.		TP	14,6		100	99,3	54,4	23,2	23,32	1,74	5,7						Densidad aparente= 2,15 t/m3.
							14,9														
						MI	16,3	13 19 24 41	100	99	55,3	24,8	25,02	1,63	3,59	0,71	25,2				Densidad aparente= 2,04 t/m3; Hinchamiento libre= 1,55 %; CaCO3=17,3 %.
						SPT	16,9	8 16 19 23													
				Consistencia dura.			17,5														

geolén ingeniería	Responsable Ensayos Físicos	Director del laboratorio	MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO	PERFORACIÓN	TIPO DE MUESTRA	ENSAYOS IN SITU
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24 29200 Antequera (MÁLAGA) Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es	Fdo.: Patricia García Monteoliva	Fdo.: José Guerrero de Mier	FECHA / PROF (m) / FECHA / PROF (m) / FECHA / PROF (m) 24-6-15 6,90 25-6-15 6,85 29-6-15 6,83 26-8-15 7,20	R: Rotación P: Percusión D: Diamante W: Widia	MI : Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99 SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00 TP: Testigo parafinado	S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010 S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega P.M.: Penetrómetro Manual TV: Vane Test Manual P.S Presiometro (c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

SONDEO	PROYECTO :	EMPRESA DE SONDEOS :		COORDENADAS(WGS 84)		FECHAS :	HOJA
S-2	LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	MÁQUINA :	ROLATEC RL 48	X =	371958	INICIO: 24-jun-15	3 DE 3
	SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	SONDISTA :	JORGE MARTIN	Y =	4064717	FIN: 24-jun-15	
				Z =	9,5		

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%) / R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO c (T/m²)	CD Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				CH-ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA .		MI	20	26 30 37 50	100	93,3	46,4	20,4	22,2	1,72	7,34	0,87	20,3	26		Densidad aparente= 2,10 t/m3; Hinchamiento libre= 3,00 %; CaCO3=19,60 %.
				Consistencia dura.		SPT	20,57	17 20 26 29												
							21,17													
				A 22,60 m de profundidad, Ensayo Presiométrico.																
						MI	22,6		100	98,3	51,8	22,7	22,48	1,74	7,01					Densidad aparente= 2,13 t/m3
				FIN DEL SONDEO A 23 M.			23													

geolén ingeniería
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24
29200 Antequera (MÁLAGA)
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es

Responsable Ensayos Físicos
Fdo.: Patricia García Monteoliva

Director del laboratorio
Fdo.: José Guerrero de Mier

MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO

FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)
24-6-15	6,90				
25-6-15	6,85				
29-6-15	6,83				
26-8-15	7,20				

PERFORACIÓN
R: Rotación
P: Percusión
D: Diamante
W: Widia

TIPO DE MUESTRA
MI : Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99
SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00
TP: Testigo parafinado

ENSAYOS IN SITU
S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega
P.M.: Penetrómetro Manual
TV: Vane Test Manual
P.S Presiometro

(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería
Laboratorio de materiales
C\ Adelfas Parcela 2B- 29200 Antequera (Málaga)
Apartado de correos Nº 24 Tlf: 952844600 Fax: 952700825. laboratorio@geolen.es

Acreditado por la Junta de Andalucía en las áreas EHC, GTC y GTL, VSG, AMC. BOJA Nº55 18/03/05.

Inscrito en el R.L.E.A. Nº LE027-MA05

ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC CON NIVEL VARIABLE*

OBRA	PROYECTO DE TRAZADO LÍNEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA			
FECHA	24 de junio de 2015			
REALIZADO POR:	LUIS CORRALEJO			
SONDEO:	S-2	**TRAMO ENSAYADO**	**COTA INICIO (m):**	14,55
ENSAYO Nº:	1		**COTA FINAL (m):**	16,30

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

K = Coeficiente de permeabilidad (m/ seg)

Para l/d < 4

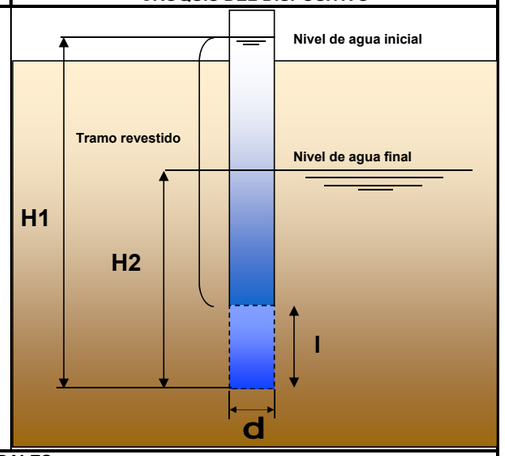
$$K = \frac{d^2 \cdot \ln\left[l/d + \sqrt{(l/d)^2 + 1} \right]}{8 \cdot l \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2}$$

Para l/d>4

$$K = \frac{d^2 \cdot \ln\left[2 \cdot (l/d) \right]}{8 \cdot l \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2}$$

l: Altura elevación revestimiento (m)
d: diámetro revestimiento (m)
H1 = Altura inicial de la columna de agua en cada medida
H2 = Altura final de la columna de agua en cada medida

CROQUIS DEL DISPOSITIVO



DATOS GENERALES

TIPO DE TERRENO: Arcilla margosa gris oscura. Pasadas milimétricas puntuales de limo arenoso.

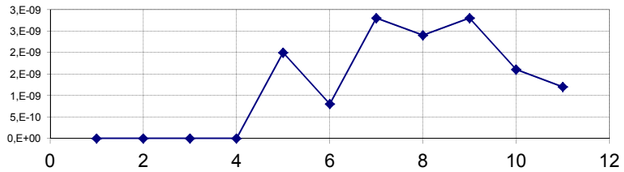
PROFUNDIDAD DEL SONDEO (m): 16,30

PROFUNDIDAD REVESTIMIENTO (m): 14,55

DIÁMETRO DEL SONDEO EN ZONA DE ENSAYO (cm): 8,6

PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m): 15,70

EVOLUCIÓN DE K CON EL TIEMPO



DATOS DEL ENSAYO

INTERVALO (minutos)		DESCENSO ACUMULADO (cm)	H1 (m)	H2 (m)	K (m/seg)
0	1	0,00	16,3000	16,3000	0,000E+00
1	2	0,00	16,3000	16,3000	0,000E+00
2	3	0,00	16,3000	16,3000	0,000E+00
3	4	0,00	16,3000	16,3000	0,000E+00
4	5	0,10	16,3000	16,2990	2,002E-09
5	10	0,30	16,2990	16,2970	8,009E-10
10	15	1,00	16,2970	16,2900	2,804E-09
15	20	1,60	16,2900	16,2840	2,404E-09
20	25	2,30	16,2840	16,2770	2,806E-09
25	30	2,70	16,2770	16,2730	1,604E-09
30	35	3,00	16,2730	16,2700	1,203E-09
35	40		16,2700		
40	45				
		VALOR MEDIO			**1,239E-09**

Jefe de Oficina Ténica

geolén ingeniería	SONDEO **S-3**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	X = 371935	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	COORDENADAS(WGS84) Y = 4065777	INICIO: 22-jun-15	1 DE 2
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 23,5	FIN: 22-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD c (T/m²)	Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				TERRENO VEGETAL Y RELLENOS. Arcilla con bastante arena.																		
				RELLENO ACTUAL. Marrón rojiza. Consttuido por arcillla arenosa con fragmentos de ladrillería y cascotes. Fragmentos rocosos tabulares. Puntualmente plásticos y ferralla.																		
				Consistencia firme.			MI	2	8 11 11 13											27	4	M.O= 0,31 %.
							SPT	2,6	6 5 5 8													
				Desde los 3,80 m de profundidad, el relleno esta compuesto por grava arcillo-arenosa.				3,2														
				Medianamente densa.			SPT	4	13 14 15 19													
				CL-ARCILLA LIMO-ARENOSA . Marrón-anaranjado. Húmedo.				4,6														
				Tramos decimétricos de arena limosa. Arena de tamaño de grano fino-medio.																		
				Muy húmedo. Presencia continua de óxidos de hierro.			MI	6	14 21 26 31	100	49,5	26,1	22,4	20,4	1,55	1,07						Densidad aparente= 1,86 t/m3.
				Consistencia muy firme.			SPT	6,6	10 21 22 33													
				Continuan apreciándose tramos decimétricos de arena limo-arcillosa				7,2														
	N F																					
				Consistencia muy firme.			MI	9	9 14 19 32	100	76,4	34,7	20	22,77	1,67	2,84						Densidad aparente= 2,05 t/m3.
							SPT	9,6	9 13 16 20													

geolén ingeniería	Responsable Ensayos Físicos	Director del laboratorio	MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO	PERFORACIÓN	TIPO DE MUESTRA	ENSAYOS IN SITU
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24 29200 Antequera (MÁLAGA) Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es	Fdo.: Patricia García Monteoliva	Fdo.: Jose Guerrero de Mier	FECHA / PROF (m): 26-8-15 / 6,10	R: Rotación P: Percusión D: Diamante W: Widia	MI : Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99 SH : Muestra Shelby según ASTM-D1587-00 TP : Testigo parafinado	S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010 S.P.T. c: S.P.T. Con puntaza ciega P.M.: Penetrómetro Manual TV: Vane Test Manual P.S Presiometro (c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-3**	PROYECTO : LINEA 2 DEL METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	COORDENADAS(WGS84) X = 371935	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	Y = 4065777	INICIO: 22-jun-15	2 DE 2
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 23,5	FIN: 22-jun-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%) / R.Q.D. (%) (0 20 40 60 80 100)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD C (T/m²)	Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				CL-ARCILLA LIMO-ARENOSA .		SPT	10 10,2														
				Desde 10,80 m, baja la proporción de arena a algo-bastante arena.																	
				CL/SC-ARCILLA CON ALGO DE ARENA ALTERNANTE CON TRAMOS DE ARENA LIMOSA . Gris oscura. Ordenada internamente en láminas milimétricas. Tramos frecuentes de arena limosa.			12													
				Consistencia dura.		MI		21 26 32 50	100	92,8	41,9	23									
						SPT	12,59 13,19	18 32 41 16													
				Desde 13,60 m, se alternan tramos de arena limosa (niveles permeables con circulación de agua y presipitación de óxidos).																	
				Densidad relativa densa.		MI	14,5	16 20 24 45													
						SPT	15,1 15,7	9 20 29 37													
				FIN DEL SONDEO A 15,70 M.																	

geolén ingeniería
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24
29200 Antequera (MÁLAGA)
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es

Responsable Ensayos Físicos
Fdo.: Patricia García Monteoliva

Director del laboratorio
Fdo.: José Guerrero de Mier

MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO

FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)
26-8-15	6,10				

PERFORACIÓN
R: Rotación
P: Percusión
D: Diamante
W: Widia

TIPO DE MUESTRA
MI: Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99
SPT: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00
TP: Tubo parafinado

ENSAYOS IN SITU
S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega P.M.: Penetrómetro Manual
TV: Vane Test Manual P.S Presiometro
(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-4**	PROYECTO : LINEA 2 METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	X = 372070	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	COORDENADAS(WGS84) Y = 4064692	INICIO: 26-ago-15	1 DE 2
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 7,8	FIN: 26-ago-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD C (T/m²)	CD Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES

0 20 40 60 80 100

RELLENO ACTUAL. Desde la superficie hasta 0,15 m, aglomerado. De 0,15-0,30 m de profundidad, zahorra de machaqueo. De 0,30-0,60 m arena limosa compactada con algo de grava (ladrillería). Marrón. Seco.

RELLENO ANTIGUO.
Marrón oscuro-rojizo.
Se compone de arcilla con indicios-algo de arena e indicios-algo de grava rodada.
Fragmentos de ladrillería muy alterados.
Ligeramente húmedo.

CL-ARCILLA CON INDICIOS-BASTANTE ARENA E INDICIOS DE GRAVA (CUATERNARIO ALUVIAL).

Marrón rojizo.
Húmeda.
Sin ordenación interna.
Presencia de carbonatos frecuente.

Desde 3,20 m aumento progresivo de la proporción de arena en profundidad.

Arcilla de consistencia firme.

SC/SW-ARENA ARCILLOSA CON BASTANTE GRAVA (CUATERNARIO ALUVIAL).
Marrón rojiza.
Húmedo sin saturar.
Densidad relativa medianamente densa.
Arena de tamaño de grano fino-medio.

GC/GP-GRAVA ARCILLO-ARENOSA (ALUVIAL CUATERNARIO).
Marrón.
Grava poligénica (principalmente cuarcítica y esquistosa) redondeada de tamaño centimétrico que alcanza puntualmente tamaño bolo.
Se alternan tramos decimétricos de arenas con algo de arcilla y grava.
Saturado en agua.
Densidad relativa densa.

Densidad relativa medianamente densa (se continua el SPT dos tandas más con golpeos de 6-10).
Desde los 8 m de profundidad, baja la proporción de arcilla en la matriz (algo-bastante arcilla) y se hacen frecuentes las pasadas de arena con algo de grava y arcilla.

Gravas muy densas.

N F

Muestra	Profundidad (m)	S.P.T. Golpeos (15cm)
SPT	4	7 8 8 7
	4,6	
SPT	5	8 7 8 9
	5,6	
SPT	6	19 21 14 19
MA	6,6	
	6,9	
SPT-C	7	10 11 11 6
	7,9	
SPT-C	8,5	7 22 19 13
	9,1	
MA	9,2	
	9,4	
SPT-C	9,6	13 25 30 40
	10	

geolén ingeniería
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24
29200 Antequera (MÁLAGA)
Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es

Responsable Ensayos Físicos: Fdo.: Patricia García Monteoliva

Director del laboratorio: Fdo.: Jose Guerrero de Mier

MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO					
FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)	FECHA	PROF (m)

PERFORACIÓN
R: Rotación
P: Percusión
D: Diamante
W: Widia

TIPO DE MUESTRA
MI: Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99
SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00
TP: Testigo parafinado

ENSAYOS IN SITU
S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010
S.P.T. c: S.P.T. Con puntaza ciega
P.M.: Penetrómetro Manual
TV: Vane Test Manual
P.S Presiometro

(c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

geolén ingeniería	SONDEO **S-4**	PROYECTO : LINEA 2 METRO DE MALAGA	EMPRESA DE SONDEOS : GTH S.L.	X = 372070	FECHAS :	HOJA
		SUPERVISOR : LUIS CORRALEJO	MÁQUINA : ROLATEC RL 48	COORDENADAS(WGS84) Y = 4064692	INICIO: 26-ago-15	2 DE 2
			SONDISTA : JORGE MARTIN	Z = 7,8	FIN: 26-ago-15	

TIPO	AGUA	CLASIFICACIÓN	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	RECUPERACIÓN (%)	R.Q.D. (%)	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	S.P.T / M.I. Golpeos (15cm)	GRANULOMETRÍA (%) QUE PASA UNE 5	UNE 0,08	LÍMITES DE ATTERBERG. HUMEDAD NATURAL (%) LL	LP	W	DENSIDAD SECA (t/m³)	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO TIPO	CD c (T/m²)	Φº	SULFATOS (mg/kg)	BAUMANN GULLY (%)	OTROS ENSAYOS Y OBSERVACIONES
				GC/GP-GRAVA ARCILLO-ARENOSA (ALUVIAL CUATERNARIO).				10														
				Gravas muy densas.			MA	10,2														
								10,4														
							SPT-C	10,5	48 26 50													
				CL-ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA.				10,93														
				Gris oscura con tono marrón por alteración																		
				Ordenada internamente en láminas milimétricas.																		
				Presencia puntual de pasadas milimétricas de limo-arenoso.				11,5														
							SPT		8 12 14 16													
				Consistencia firme.				12,1														
								12,9														
							PR	13,2														
				Consistencia firme.																		
								16,4														
							SPT		9 13 16 19													
				FIN DEL SONDEO A 17 M.				17														

geolén ingeniería	Responsable Ensayos Físicos	Director del laboratorio	MEDIDAS ADICIONALES DEL NIVEL FREÁTICO	PERFORACIÓN	TIPO DE MUESTRA	ENSAYOS IN SITU
C\Adelfas Parcela 2B - Aptdo Correos 24 29200 Antequera (MÁLAGA) Tlf.: 952 84 46 00; Fax : 952 70 08 25 - laboratorio@geolen.es	Fdo.: Patricia García Monteoliva	Fdo.: José Guerrero de Mier	FECHA / PROF (m) / FECHA / PROF (m) / FECHA / PROF (m)	R: Rotación P: Percusión D: Diamante W: Widia	MI: Muestra inalterada según XP P94-202 / ASTM-D2113-99 SH: Muestra Shelby según ASTM-D1587-00 TP: Testigo parafinado	S.P.T. : Según UNE EN ISO 22476-3:2010 S.P.T. C: S.P.T. Con puntaza ciega P.M.: Penetrómetro Manual TV: Vane Test Manual P.S Presiometro (c) Miguel Fernández (2011)

Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin autorización por escrito del laboratorio GEOLEN INGENIERÍA,S.L. El presente informe sólo afecta al punto reconocido y a las muestras sometidas a ensayo.

APÉNDICE 3: ACTAS DE ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

FECHA DE ENSAYO: 23-06-2015

PETICIONARIO: GEOLEN S.L.

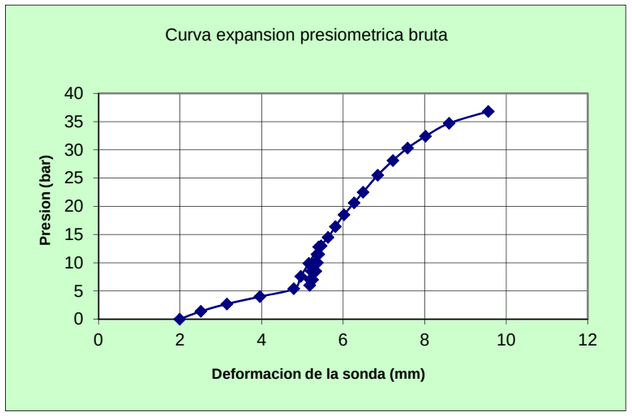
Nº DE TRABAJO: LINEA 2 METRO MALAGA

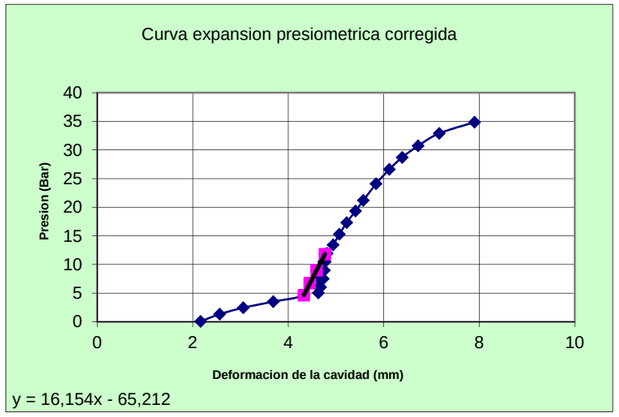
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO Norma: ASTM D-4719

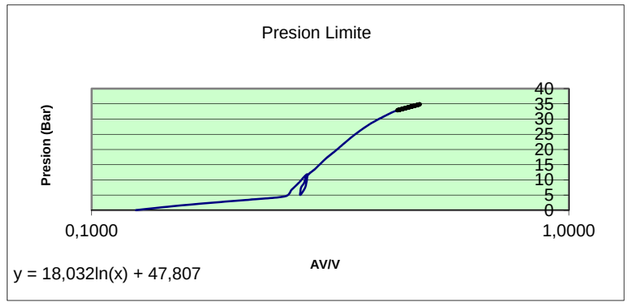
GEOCPT
Tecnología Geotécnica y Ambiental

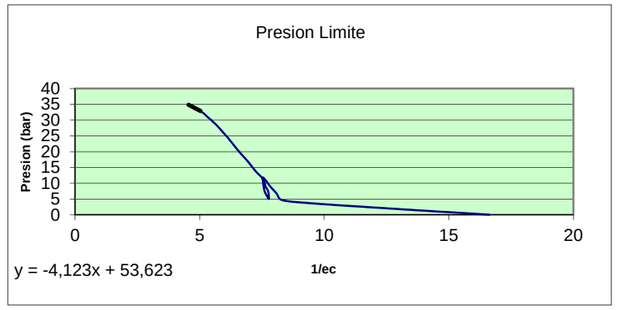
Sondeo	**S-1**
Profundidad Ensayo (m)	**22,10 m**
Sistema de perforacion	**ROTACION**
Coeficiente de poisson asignado	**0,3**
Radio de la camisa en vacio	**36 mm**
Perforacion con bateria	**76 W**

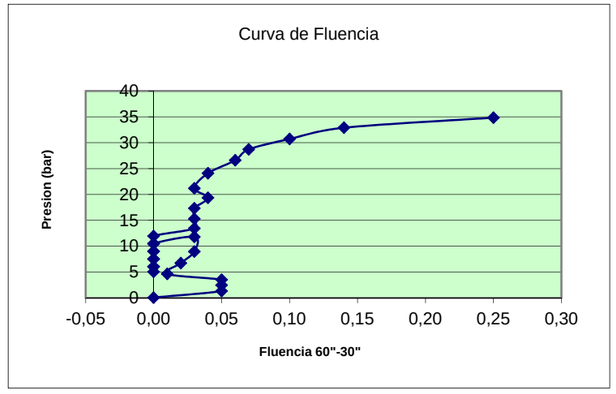
	Medidas Brutas					Reaccion Goma			Medidas Corregidas	
Medida	Presion (Bar)	Def. (mm)	Def. 30" (mm)	Def. 60" (mm)	60"-30"	Reaccion Goma	Presion en goma	Expansion en Camisa	Presion (Bar)	Def. 60" (mm)
1	0,00	1,99	1,99	1,99	0,00	0,06	-0,01	0,18	0,06	2,17
2	1,40	2,41	2,46	2,51	0,05	-0,07	-0,01	0,09	1,33	2,57
3	2,70	2,95	3,10	3,15	0,05	-0,25	-0,02	-0,03	2,45	3,06
4	4,00	3,69	3,91	3,96	0,05	-0,49	-0,03	-0,19	3,51	3,68
5	5,40	4,56	4,78	4,79	0,01	-0,76	-0,04	-0,38	4,64	4,33
6	7,60	4,90	4,94	4,96	0,02	-0,87	-0,05	-0,45	6,73	4,45
7	9,90	5,09	5,13	5,16	0,03	-0,93	-0,07	-0,49	8,97	4,59
8	12,80	5,32	5,37	5,40	0,03	-1,00	-0,08	-0,53	11,80	4,77
9	11,50	5,40	5,40	5,40	0,00	-1,02	-0,08	-0,55	10,48	4,77
10	10,00	5,37	5,37	5,37	0,00	-1,01	-0,07	-0,55	8,99	4,76
11	8,50	5,33	5,33	5,33	0,00	-1,00	-0,06	-0,54	7,50	4,73
12	7,00	5,25	5,25	5,25	0,00	-0,98	-0,05	-0,52	6,02	4,68
13	6,00	5,18	5,18	5,18	0,00	-0,96	-0,04	-0,51	5,04	4,63
14	7,00	5,19	5,19	5,19	0,00	-0,96	-0,05	-0,51	6,04	4,63
15	8,50	5,22	5,22	5,22	0,00	-0,97	-0,06	-0,52	7,53	4,65
16	10,00	5,31	5,31	5,31	0,00	-1,00	-0,07	-0,53	9,00	4,71
17	11,50	5,36	5,36	5,36	0,00	-1,01	-0,08	-0,54	10,49	4,74
18	13,00	5,46	5,46	5,46	0,00	-1,04	-0,08	-0,56	11,96	4,81
19	14,50	5,56	5,60	5,63	0,03	-1,07	-0,09	-0,58	13,43	4,94
20	16,40	5,73	5,78	5,81	0,03	-1,12	-0,11	-0,62	15,28	5,07
21	18,50	5,92	5,99	6,02	0,03	-1,18	-0,12	-0,66	17,32	5,22
22	20,60	6,16	6,23	6,27	0,04	-1,25	-0,13	-0,71	19,35	5,41
23	22,50	6,38	6,46	6,49	0,03	-1,31	-0,14	-0,75	21,19	5,57
24	25,50	6,72	6,81	6,85	0,04	-1,41	-0,16	-0,82	24,09	5,84
25	28,10	7,03	7,16	7,22	0,06	-1,49	-0,18	-0,89	26,61	6,12
26	30,30	7,38	7,51	7,58	0,07	-1,59	-0,19	-0,96	28,71	6,39
27	32,40	7,76	7,92	8,02	0,10	-1,68	-0,20	-1,04	30,72	6,72
28	34,70	8,24	8,46	8,60	0,14	-1,80	-0,22	-1,14	32,90	7,16
29	36,80	8,94	9,31	9,56	0,25	-1,96	-0,23	-1,29	34,84	7,90
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										











CALCULO DEL MODULO EN CARGA

Radio inicial de la cavidad p0 =	38	mm		
Radio de la cavidad p1 =	42,33	mm	e1 =	0,1138534
Presion de la cavidad p1 =	4,64	bar		
Radio de la cavidad p2 =	42,77	mm	e2 =	0,1254612
Presion de la cavidad p2 =	11,8	bar		

Presion Limite (Menard, 1976)	**4,78**	**MPa**
Presion Limite (Mair y Wood, 1987	**5,36**	**MPa**
Presion de fluencia =	**2,41**	**MPa**
Modulo de corte G =	**30,84**	**Mpa**
Modulo de def. Ep =	**89,56**	**MPa**

CALCULO DEL MODULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad p0 =	38	mm		
Radio de la cavidad p1 =	42,63	mm	e1=	0,12179
Presion de la cavidad p1 =	5,04	bar		
Radio de la cavidad p2 =	42,77	mm	e2=	0,12562
Presion de la cavidad p2 =	10,48	bar		

Modulo de corte G =	**70,99**	**MPa**
Modulo de def. Ep	**207,19**	**MPa**

FORMULAS EMPLEADAS

$$E_p = (1+\nu)(Rp+\Delta Rm)\cdot\frac{\Delta P}{d\Delta R}$$

$$G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i}$$

$$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$$

Operador

Interpretacion **Ruben Corral**

FECHA DE ENSAYO: 23-06-2015

PETICIONARIO: GEOLEN S.L.

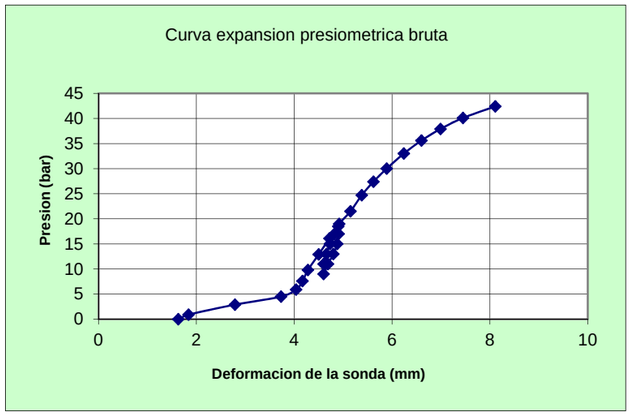
Nº DE TRABAJO: LINEA 2 METRO MALAGA

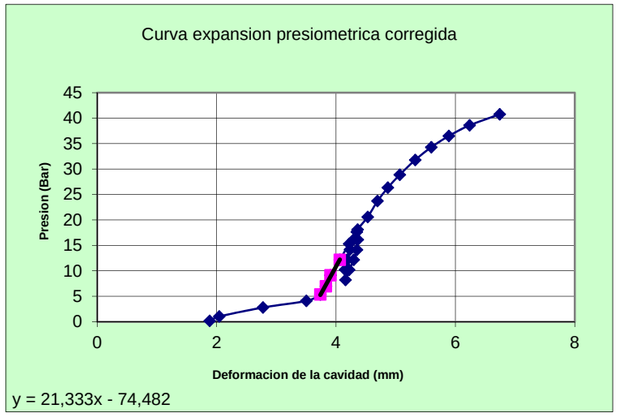
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO Norma: ASTM D-4719

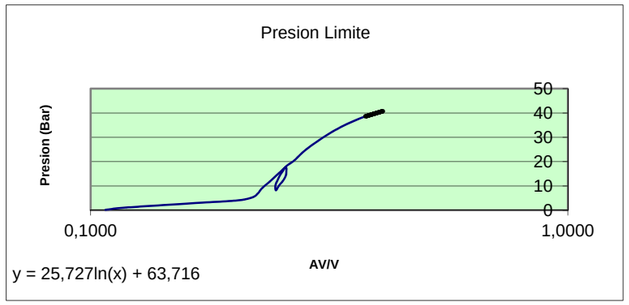
GEOCPT
Tecnología Geotécnica y Ambiental

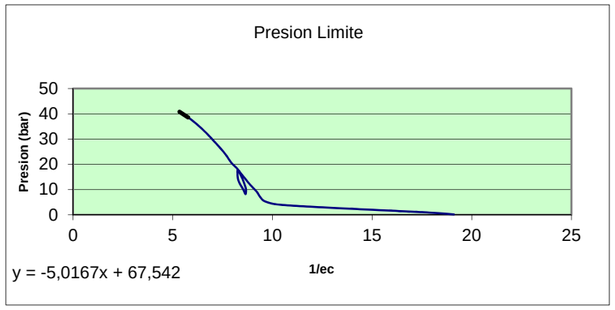
Sondeo	**S-1**
Profundidad Ensayo (m)	**29,10 m**
Sistema de perforacion	**ROTACION**
Coeficiente de poisson asignado	**0,3**
Radio de la camisa en vacio	**36 mm**
Perforacion con bateria	**76 W**

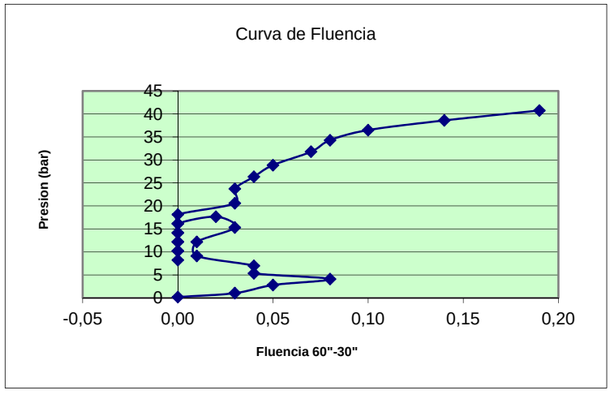
	Medidas Brutas					Reaccion Goma			Medidas Corregidas	
Medida	Presion (Bar)	Def. (mm)	Def. 30" (mm)	Def. 60" (mm)	60"-30"	Reaccion Goma	Presion en goma	Expansion en Camisa	Presion (Bar)	Def. 60" (mm)
1	0,00	1,63	1,63	1,63	0,00	0,18	-0,01	0,26	0,18	1,88
2	0,90	1,77	1,81	1,84	0,03	0,14	-0,01	0,23	1,04	2,04
3	2,90	2,50	2,74	2,79	0,05	-0,10	-0,02	0,07	2,80	2,78
4	4,50	3,41	3,65	3,73	0,08	-0,40	-0,03	-0,12	4,10	3,50
5	5,90	3,88	4,00	4,04	0,04	-0,55	-0,04	-0,23	5,35	3,74
6	7,60	4,12	4,13	4,17	0,04	-0,63	-0,05	-0,28	6,97	3,83
7	9,80	4,25	4,27	4,28	0,01	-0,67	-0,06	-0,30	9,13	3,91
8	12,90	4,45	4,49	4,50	0,01	-0,73	-0,08	-0,34	12,17	4,06
9	16,10	4,63	4,69	4,72	0,03	-0,79	-0,10	-0,38	15,31	4,22
10	18,50	4,82	4,88	4,90	0,02	-0,85	-0,12	-0,41	17,65	4,35
11	17,00	4,91	4,91	4,91	0,00	-0,87	-0,11	-0,44	16,13	4,36
12	15,00	4,88	4,88	4,88	0,00	-0,86	-0,10	-0,43	14,14	4,35
13	13,00	4,80	4,80	4,80	0,00	-0,84	-0,08	-0,42	12,16	4,30
14	11,00	4,69	4,69	4,69	0,00	-0,81	-0,07	-0,40	10,19	4,22
15	9,00	4,60	4,60	4,60	0,00	-0,78	-0,06	-0,38	8,22	4,16
16	11,00	4,60	4,60	4,60	0,00	-0,78	-0,07	-0,38	10,22	4,15
17	13,00	4,66	4,66	4,66	0,00	-0,80	-0,08	-0,39	12,20	4,19
18	15,00	4,73	4,73	4,73	0,00	-0,82	-0,10	-0,40	14,18	4,23
19	17,00	4,82	4,82	4,82	0,00	-0,85	-0,11	-0,42	16,15	4,29
20	19,00	4,92	4,92	4,92	0,00	-0,88	-0,12	-0,44	18,12	4,36
21	21,50	5,06	5,12	5,15	0,03	-0,92	-0,14	-0,46	20,58	4,53
22	24,70	5,29	5,35	5,38	0,03	-0,99	-0,16	-0,51	23,71	4,70
23	27,40	5,50	5,58	5,62	0,04	-1,05	-0,17	-0,55	26,35	4,87
24	30,00	5,75	5,84	5,89	0,05	-1,13	-0,19	-0,60	28,87	5,07
25	33,00	6,04	6,17	6,24	0,07	-1,21	-0,21	-0,66	31,79	5,33
26	35,60	6,37	6,52	6,60	0,08	-1,31	-0,22	-0,73	34,29	5,60
27	37,90	6,72	6,89	6,99	0,10	-1,41	-0,24	-0,80	36,49	5,89
28	40,10	7,09	7,31	7,45	0,14	-1,51	-0,25	-0,88	38,59	6,24
29	42,40	7,60	7,92	8,11	0,19	-1,64	-0,26	-0,99	40,76	6,74
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										











CALCULO DEL MODULO EN CARGA

Radio inicial de la cavidad p0 = 38 mm

Radio de la cavidad p1 = 41,74 mm — e1 = 0,0983782
Presion de la cavidad p1 = 5,35 bar

Radio de la cavidad p2 = 42,35 mm — e2 = 0,1144717
Presion de la cavidad p2 = 17,65 bar

Presion Limite (Menard, 1976)	**6,37 MPa**
Presion Limite (Mair y Wood, 1987	**6,75 MPa**
Presion de fluencia =	**2,89 MPa**
Modulo de corte G =	**38,21 Mpa**
Modulo de def. Ep =	**116,57 MPa**

CALCULO DEL MODULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad p0 = 38 mm

Radio de la cavidad p1 = 42,16 mm — e1= 0,1095
Presion de la cavidad p1 = 8,22 bar

Radio de la cavidad p2 = 42,35 mm — e2= 0,11447
Presion de la cavidad p2 = 17,65 bar

Modulo de corte G =	**94,79 MPa**
Modulo de def. Ep	**274,15 MPa**

FORMULAS EMPLEADAS

$$E_p = (1+\nu)(Rp+\Delta Rm)\cdot\frac{\Delta P}{d\Delta R}$$

$$G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i}$$

$$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$$

Operador
Interpretacion **Ruben Corral**

FECHA DE ENSAYO: 24-06-2015

PETICIONARIO: GEOLEN S.L.

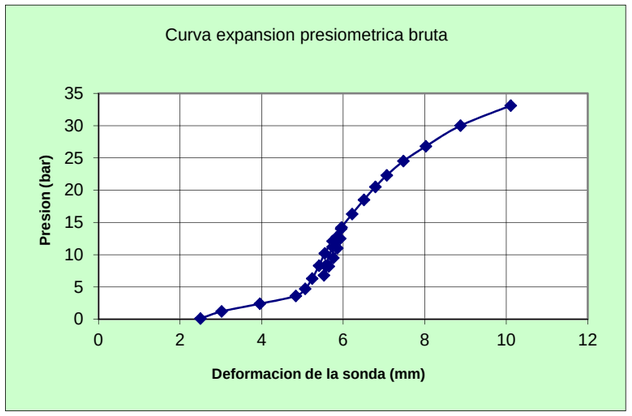
Nº DE TRABAJO: LINEA 2 METRO MALAGA

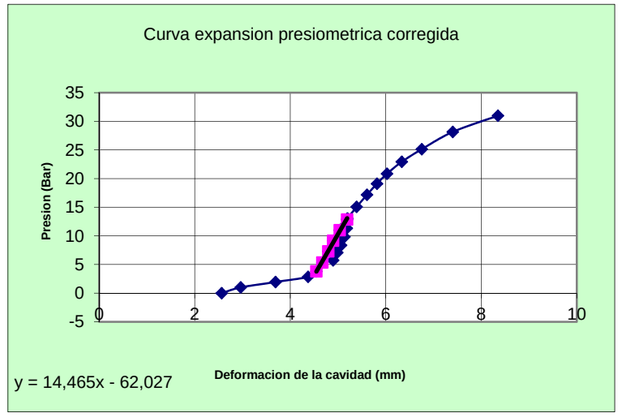
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO Norma: ASTM D-4719

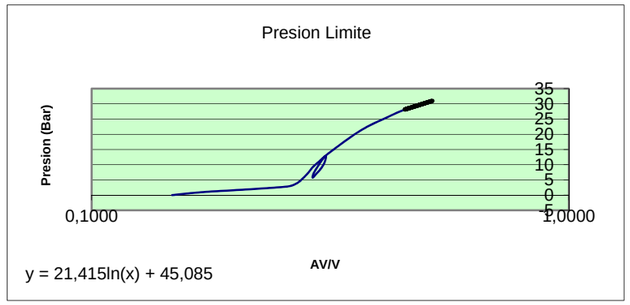
GEOCPT
Tecnología Geotécnica y Ambiental

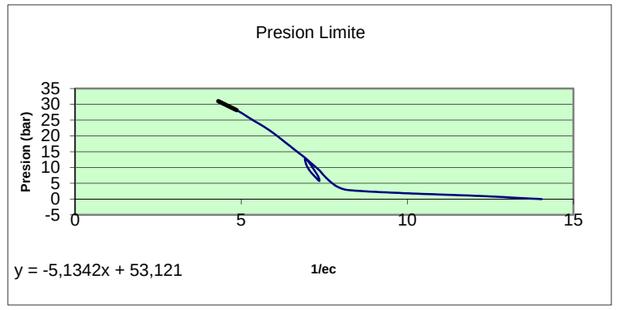
Sondeo	**S-2**
Profundidad Ensayo (m)	**14,60 m**
Sistema de perforacion	**ROTACION**
Coeficiente de poisson asignado	**0,3**
Radio de la camisa en vacio	**36 mm**
Perforacion con bateria	**76 W**

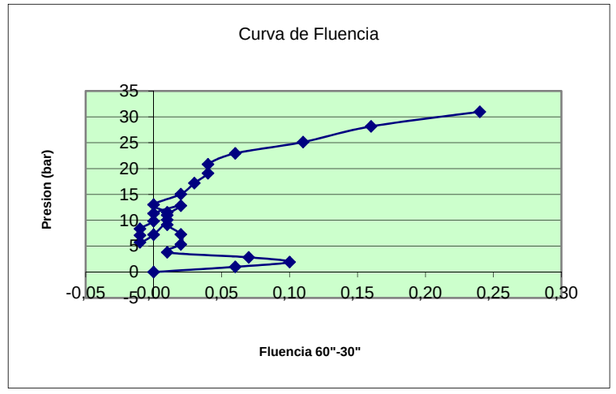
	Medidas Brutas					Reaccion Goma			Medidas Corregidas	
Medida	Presion (Bar)	Def. (mm)	Def. 30" (mm)	Def. 60" (mm)	60"-30"	Reaccion Goma	Presion en goma	Expansion en Camisa	Presion (Bar)	Def. 60" (mm)
1	0,10	2,50	2,50	2,50	0,00	-0,10	-0,01	0,07	0,00	2,56
2	1,20	2,80	2,96	3,02	0,06	-0,20	-0,01	0,00	1,00	2,96
3	2,40	3,60	3,86	3,96	0,10	-0,46	-0,02	-0,17	1,94	3,69
4	3,60	4,53	4,77	4,84	0,07	-0,76	-0,03	-0,37	2,84	4,37
5	4,70	4,97	5,06	5,07	0,01	-0,89	-0,03	-0,47	3,81	4,55
6	6,30	5,19	5,22	5,24	0,02	-0,96	-0,04	-0,51	5,34	4,67
7	8,30	5,36	5,39	5,41	0,02	-1,01	-0,06	-0,55	7,29	4,80
8	10,20	5,51	5,54	5,55	0,01	-1,06	-0,07	-0,58	9,14	4,90
9	12,10	5,69	5,73	5,74	0,01	-1,11	-0,08	-0,61	10,99	5,04
10	14,00	5,88	5,93	5,95	0,02	-1,17	-0,09	-0,65	12,83	5,19
11	12,50	5,94	5,93	5,93	0,00	-1,18	-0,08	-0,67	11,32	5,18
12	11,00	5,87	5,86	5,86	0,00	-1,16	-0,07	-0,65	9,84	5,14
13	9,50	5,78	5,77	5,76	-0,01	-1,14	-0,06	-0,64	8,36	5,06
14	8,20	5,68	5,66	5,65	-0,01	-1,11	-0,06	-0,62	7,09	4,98
15	6,80	5,54	5,54	5,53	-0,01	-1,07	-0,05	-0,59	5,73	4,90
16	8,30	5,56	5,57	5,57	0,00	-1,07	-0,06	-0,59	7,23	4,92
17	11,20	5,70	5,73	5,74	0,01	-1,11	-0,07	-0,62	10,09	5,04
18	12,70	5,82	5,83	5,84	0,01	-1,15	-0,08	-0,64	11,55	5,11
19	14,20	5,94	5,96	5,96	0,00	-1,18	-0,09	-0,67	13,02	5,20
20	16,30	6,14	6,20	6,22	0,02	-1,24	-0,10	-0,71	15,06	5,39
21	18,50	6,40	6,48	6,51	0,03	-1,32	-0,12	-0,76	17,18	5,61
22	20,50	6,66	6,75	6,79	0,04	-1,39	-0,13	-0,81	19,11	5,82
23	22,30	6,92	7,03	7,07	0,04	-1,46	-0,14	-0,87	20,84	6,03
24	24,50	7,28	7,42	7,48	0,06	-1,56	-0,15	-0,95	22,94	6,34
25	26,80	7,70	7,92	8,03	0,11	-1,67	-0,17	-1,03	25,13	6,75
26	30,00	8,43	8,72	8,88	0,16	-1,85	-0,19	-1,19	28,15	7,40
27	33,10	9,43	9,87	10,11	0,24	-2,12	-0,21	-1,41	30,98	8,35
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										











CALCULO DEL MODULO EN CARGA

Radio inicial de la cavidad p0 = 38 mm

Radio de la cavidad p1 = 42,55 mm — e1 = 0,1196951
Presion de la cavidad p1 = 3,81 bar

Radio de la cavidad p2 = 43,19 mm — e2 = 0,1366133
Presion de la cavidad p2 = 12,83 bar

Presion Limite (Menard, 1976)	**4,51 MPa**
Presion Limite (Mair y Wood, 1987	**5,31 MPa**
Presion de fluencia =	**2,08 MPa**
Modulo de corte G =	**26,66 Mpa**
Modulo de def. Ep =	**80,77 MPa**

CALCULO DEL MODULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad p0 = 38 mm

Radio de la cavidad p1 = 42,90 mm — e1= 0,12888
Presion de la cavidad p1 = 5,73 bar

Radio de la cavidad p2 = 43,19 mm — e2= 0,13661
Presion de la cavidad p2 = 12,83 bar

Modulo de corte G =	**45,93 MPa**
Modulo de def. Ep	**135,27 MPa**

FORMULAS EMPLEADAS

$$E_p = (1+\nu)(Rp+\Delta Rm)\cdot\frac{\Delta P}{d\Delta R}$$

$$G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i}$$

$$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$$

Operador
Interpretacion **Ruben Corral**

FECHA DE ENSAYO: 24-06-2015

PETICIONARIO: GEOLEN S.L.

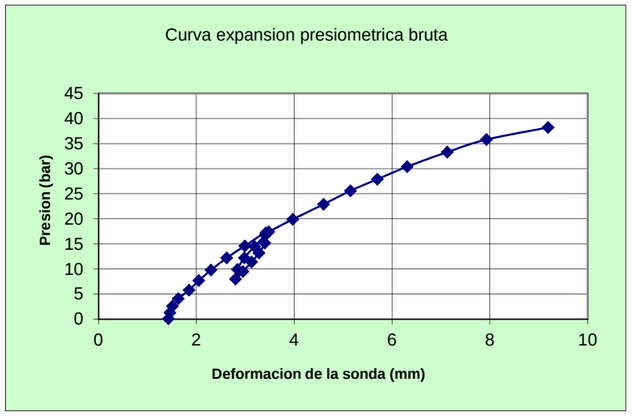
Nº DE TRABAJO: LINEA 2 METRO MALAGA

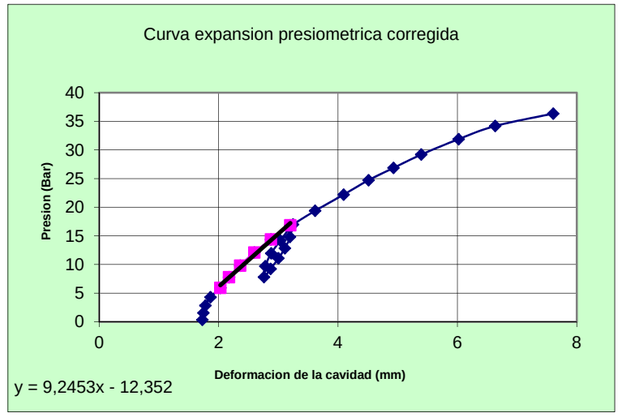
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO Norma: ASTM D-4719

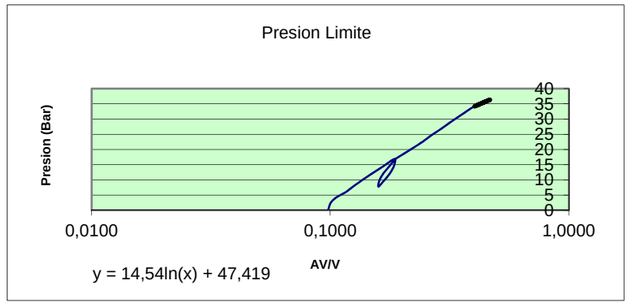
GEOCPT
Tecnología Geotécnica y Ambiental

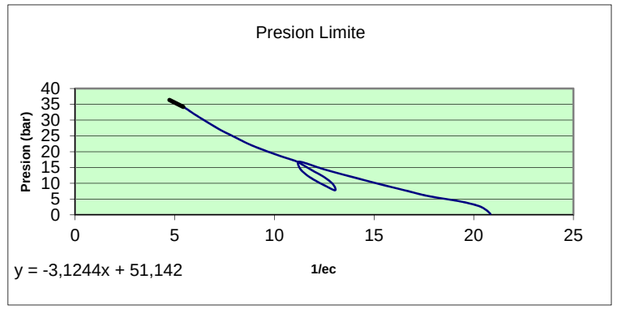
Sondeo	**S-2**
Profundidad Ensayo (m)	**22,60 m**
Sistema de perforacion	**ROTACION**
Coeficiente de poisson asignado	**0,3**
Radio de la camisa en vacio	**36 mm**
Perforacion con bateria	**76 W**

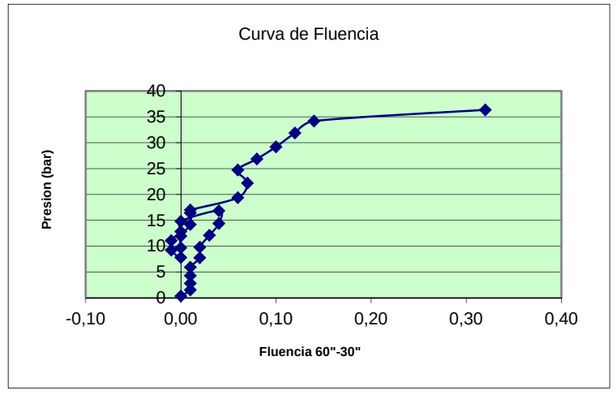
	Medidas Brutas					Reaccion Goma			Medidas Corregidas	
Medida	Presion (Bar)	Def. (mm)	Def. 30" (mm)	Def. 60" (mm)	60"-30"	Reaccion Goma	Presion en goma	Expansion en Camisa	Presion (Bar)	Def. 60" (mm)
1	0,10	1,43	1,43	1,43	0,00	0,25	-0,01	0,30	0,35	1,73
2	1,30	1,45	1,45	1,46	0,01	0,24	-0,01	0,30	1,54	1,75
3	2,60	1,49	1,50	1,51	0,01	0,23	-0,02	0,29	2,83	1,78
4	4,10	1,60	1,62	1,63	0,01	0,19	-0,03	0,27	4,29	1,86
5	5,80	1,79	1,84	1,85	0,01	0,13	-0,04	0,23	5,93	2,03
6	7,70	1,98	2,03	2,05	0,02	0,07	-0,05	0,19	7,77	2,18
7	9,80	2,22	2,28	2,30	0,02	-0,01	-0,06	0,14	9,79	2,36
8	12,20	2,51	2,59	2,62	0,03	-0,11	-0,08	0,08	12,09	2,60
9	14,60	2,86	2,95	2,99	0,04	-0,22	-0,09	0,01	14,38	2,88
10	17,20	3,26	3,38	3,42	0,04	-0,35	-0,11	-0,07	16,85	3,20
11	15,20	3,40	3,40	3,40	0,00	-0,40	-0,10	-0,11	14,80	3,19
12	13,20	3,30	3,28	3,28	0,00	-0,36	-0,09	-0,09	12,84	3,11
13	11,40	3,17	3,14	3,13	-0,01	-0,32	-0,07	-0,06	11,08	3,00
14	9,50	2,99	2,96	2,95	-0,01	-0,26	-0,06	-0,03	9,24	2,87
15	8,00	2,80	2,80	2,80	0,00	-0,20	-0,05	0,01	7,80	2,76
16	9,90	2,82	2,84	2,84	0,00	-0,21	-0,07	0,01	9,69	2,78
17	12,20	2,95	2,98	2,98	0,00	-0,25	-0,08	-0,01	11,95	2,88
18	14,50	3,14	3,18	3,19	0,01	-0,31	-0,09	-0,05	14,19	3,03
19	16,80	3,38	3,40	3,41	0,01	-0,39	-0,11	-0,10	16,41	3,19
20	17,40	3,46	3,47	3,48	0,01	-0,41	-0,11	-0,12	16,99	3,25
21	19,90	3,79	3,91	3,97	0,06	-0,52	-0,13	-0,19	19,38	3,62
22	22,90	4,34	4,53	4,60	0,07	-0,70	-0,14	-0,30	22,20	4,09
23	25,60	4,92	5,09	5,15	0,06	-0,88	-0,16	-0,43	24,72	4,51
24	27,90	5,46	5,62	5,70	0,08	-1,04	-0,18	-0,54	26,86	4,93
25	30,40	6,01	6,21	6,31	0,10	-1,20	-0,19	-0,66	29,20	5,39
26	33,30	6,73	7,01	7,13	0,12	-1,41	-0,21	-0,81	31,89	6,02
27	35,80	7,49	7,79	7,93	0,14	-1,61	-0,22	-0,98	34,19	6,63
28	38,20	8,43	8,87	9,19	0,32	-1,85	-0,24	-1,18	36,35	7,61
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										











CALCULO DEL MODULO EN CARGA

Radio inicial de la cavidad p0 =	38	mm		
Radio de la cavidad p1 =	40,03	mm	e1 =	0,0533862
Presion de la cavidad p1 =	5,93	bar		
Radio de la cavidad p2 =	41,20	mm	e2 =	0,0842207
Presion de la cavidad p2 =	16,85	bar		

Presion Limite (Menard, 1976)	**4,74**	**MPa**
Presion Limite (Mair y Wood, 1987	**5,11**	**MPa**
Presion de fluencia =	**2,47**	**MPa**
Modulo de corte G =	**17,71**	**Mpa**
Modulo de def. Ep =	**48,86**	**MPa**

CALCULO DEL MODULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad p0 =	38	mm		
Radio de la cavidad p1 =	40,76	mm	e1=	0,07263
Presion de la cavidad p1 =	7,8	bar		
Radio de la cavidad p2 =	41,20	mm	e2=	0,08422
Presion de la cavidad p2 =	16,85	bar		

Modulo de corte G =	**39,05**	**MPa**
Modulo de def. Ep	**109,96**	**MPa**

FORMULAS EMPLEADAS

$$E_p = (1+\nu)(Rp+\Delta Rm)\cdot\frac{\Delta P}{d\Delta R}$$

$$G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon_i}$$

$$\varepsilon_i = \frac{r_i - r_o}{r_o}$$

Operador

Interpretacion **Ruben Corral**

APÉNDICE 4: REGISTRO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial de Antequera Calle Las Adelfas Nave 2B.
29200 Antequera (Málaga)
Tlf.: 952 84 46 00 Fax : 952 70 08 25
e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA

TIPO DE MUESTRA: INSPECCIÓN O PRUEBA "IN SITU"

SUMINISTRADOR: ENSAYO "IN SITU"

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: 0

Nº DE ENSAYO: P-1

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOSNº: 2015/3243

REFERENCIA DE TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1230

Nº DE ALBARAN: 0

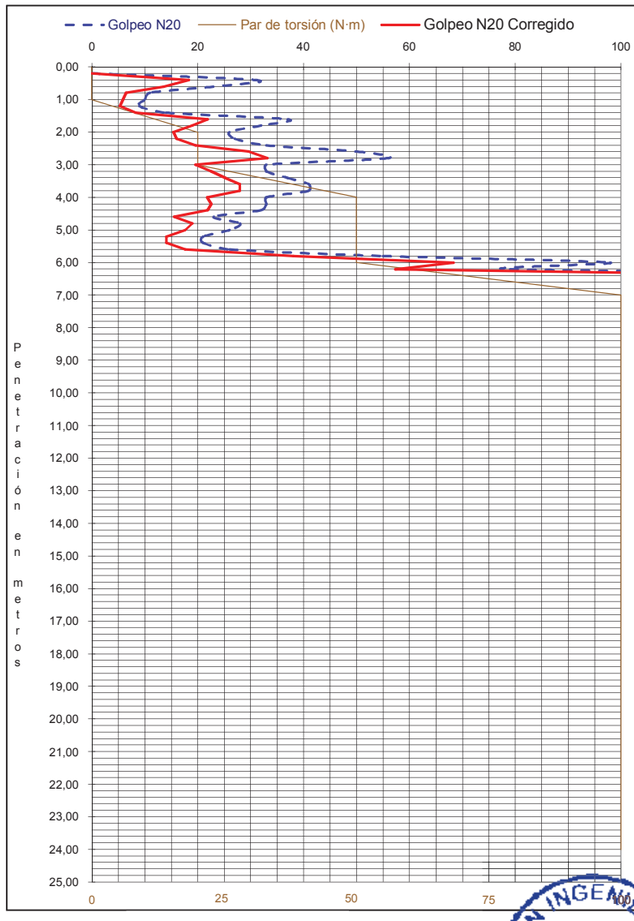
FECHA DE TOMA: 29/06/2015

LOCALIZACIÓN: P-1

OBSERVACIONES: 0

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA DPSH-B (UNE EN ISO 22476-2:2008)

Peso maza kg: 63.5 **Altura de caida (cm):** 75 **Peso varillaje kg/m:** 8.84 **Superf. Puntaza cm²:** 19.5
Peso cabeza kg: 1.5 **Coordenadas WGS84 UTM:30:** **X(m)** 372224 **Y(m)** 4064881 **Z(m)** 7,8



Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)
0.20								
0.40	31							
0.60	23							
0.80	11							
1.00	10	0						
1.20	9							
1.40	14							
1.60	37							
1.80	32							
2.00	26	20						
2.20	27							
2.40	33							
2.60	50							
2.80	56							
3.00	33	20						
3.20	33							
3.40	37							
3.60	41							
3.80	41							
4.00	33	50						
4.20	33							
4.40	32							
4.60	23							
4.80	28							
5.00	26	50						
5.20	21							
5.40	21							
5.60	26							
5.80	55							
6.00	98	50						
6.20	79							
6.40	187							
6.60	243							

INSPECCIÓN O PRUEBA "IN SITU"

ENSAYO "IN SITU"

FACTORES DE CORRECCIÓN UTILIZADOS

N corregido = (N - Nf)·Ce·Cv.
Cf. Factor de corrección por Energía (Dhalberg and Gergdahl, 1974)
Cv. Factor de corrección por longitud de varillaje (Benz Navarrete, M.A et al. 2012 Rolatec ML-76)
Nf. Factor de corrección por fricción. (Abuel Naga el a, 2011)

En Antequera a, 7 de julio de 2015

FDO. PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA
RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO. JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO
DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

Geolén Ingeniería, S.L. - Málaga

El presente acta afecta solo a las muestras sometidas a ensayo.
El presente acta no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización expresa de Geolen Ingeniería, S.L.

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial de Antequera Calle Las Adelfas Nave 2B.
29200 Antequera (Málaga)
Tlf.: 952 84 46 00 Fax : 952 70 08 25
e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA

TIPO DE MUESTRA:

SUMINISTRADOR:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: 0

Nº DE ENSAYO: P-2

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOSNº: 2015/3242

REFERENCIA DE TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1229

Nº DE ALBARAN: 0

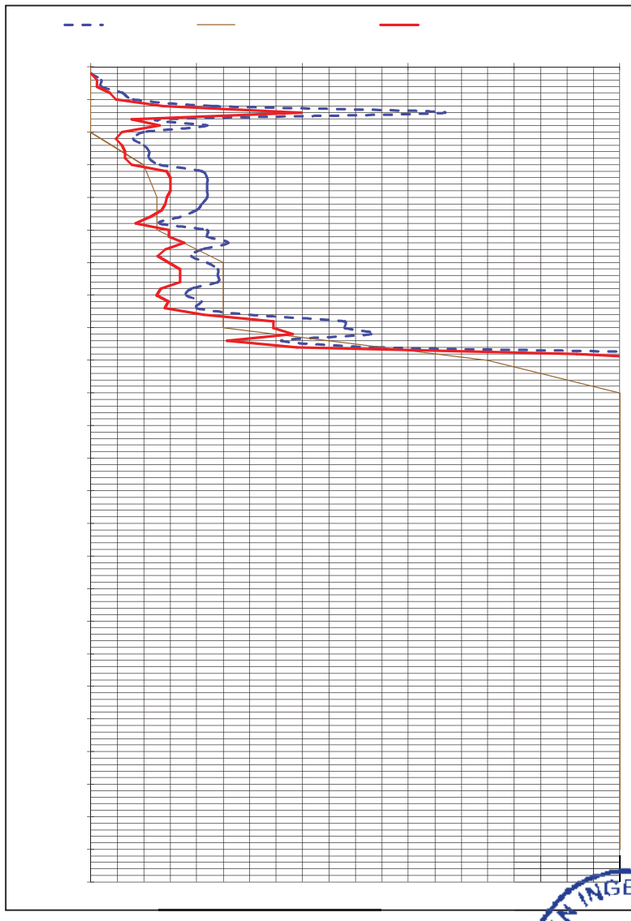
FECHA DE TOMA: 29/06/2015

LOCALIZACIÓN: P-2

OBSERVACIONES: 0

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA DPSH-B (UNE EN ISO 22476-2:2008)

Peso maza kg: 63.5 **Altura de caida (cm):** 75 **Peso varillaje kg/m:** 8.84 **Superf. Puntaza cm²:** 19.5
Peso cabeza kg: 1.5 **Coordenadas WGS 84 UTM:30S** **X (m)** 371884 **Y (m)** 4065048 **Z(m)** 14



Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)
0.20								
0.40	2							
0.60	2							
0.80	6							
1.00	8	0						
1.20	23							
1.40	67							
1.60	13							
1.80	22							
2.00	10	0						
2.20	8							
2.40	10							
2.60	11							
2.80	11							
3.00	13	20						
3.20	21							
3.40	22							
3.60	22							
3.80	22							
4.00	22	25						
4.20	21							
4.40	20							
4.60	17							
4.80	13							
5.00	22	25						
5.20	22							
5.40	26							
5.60	21							
5.80	19							
6.00	22	50						
6.20	24							
6.40	24							
6.60	24							
6.80	19							
7.00	18	50						
7.20	21							
7.40	20							
7.60	30							
7.80	48							
8.00	48	50						
8.20	53							
8.40	36							
8.60	54							
8.80	126							
9.00	160	150						

FACTORES DE CORRECCIÓN UTILIZADOS

N corregido = (N - Nf)·Ce·Cv.
Cf. Factor de corrección por Energía (Dhalberg and Gergdahl, 1974)
corrección por longitud de varillaje (Benz Navarrete, M.A et al. 2012 Rolatec ML-76)
Nf. Factor de corrección por fricción. (Abuel Naga el a, 2011)

quera a, 7 de julio

FDO. JOSÉ GUERR MIER
QUÍMIC

TEOLIVA

NSAYOS

ECTOR TECNICO D RATORIO

El presente acta afecta solo a las muestras sometidas a ensayo.
El presente acta no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización expresa de Geolen Ingeniería, S.L.

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial de Antequera Calle Las Adelfas Nave 2B.
29200 Antequera (Málaga)
Tlf.: 952 84 46 00 Fax : 952 70 08 25
e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA

TIPO DE MUESTRA: INSPECCIÓN O PRUEBA "IN SITU"

SUMINISTRADOR: ENSAYO "IN SITU"

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: 0

Nº DE ENSAYO: P-3

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOSNº: 2015/3241

REFERENCIA DE TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1228

Nº DE ALBARAN: 0

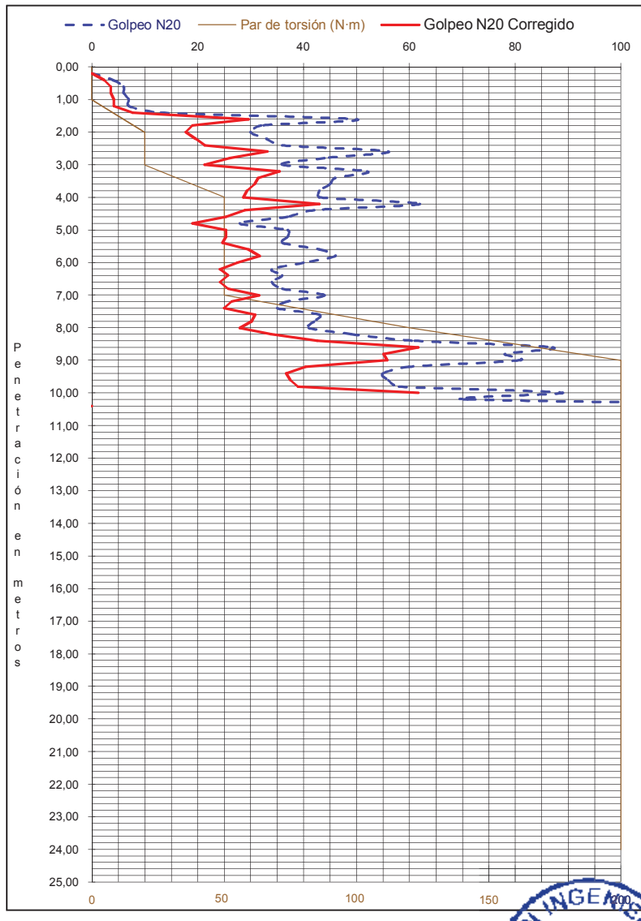
FECHA DE TOMA: 29/06/2015

LOCALIZACIÓN: P-3

OBSERVACIONES: 0

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA DPSH-B (UNE EN ISO 22476-2:2008)

Peso maza kg: 63.5 **Altura de caida (cm):** 75 **Peso varillaje kg/m:** 8.84 **Superf. Puntaza cm²:** 19.5
Peso cabeza kg: 1.5 **Coordenadas WGS 84 UTM:30S** **X(m)** 371870 **Y(m)** 4065391 **Z(m)** 17,8



Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)
0.20			9.20	60				
0.40	4		9.40	55				
0.60	6		9.60	56				
0.80	6		9.80	58				
1.00	7	0	10.00	89				
1.20	7		10.20	71				
1.40	13		10.40	160				
1.60	50							
1.80	32							
2.00	30	20						
2.20	33							
2.40	36							
2.60	56							
2.80	44							
3.00	36	20						
3.20	52							
3.40	46							
3.60	45							
3.80	43							
4.00	43	50						
4.20	62							
4.40	42							
4.60	37							
4.80	28							
5.00	37	50						
5.20	37							
5.40	36							
5.60	43							
5.80	46							
6.00	40	50						
6.20	34							
6.40	36							
6.60	34							
6.80	36							
7.00	44	50						
7.20	37							
7.40	35							
7.60	43							
7.80	42							
8.00	41	120						
8.20	49							
8.40	61							
8.60	87							
8.80	78							
9.00	81	200						

FACTORES DE CORRECCIÓN UTILIZADOS

N corregido = (N - Nf)·Ce·Cv.
Cf. Factor de corrección por Energía (Dhalberg and Gergdahl, 1974)
Cv. Factor de corrección por longitud de varillaje (Benz Navarrete, M.A et al. 2012 Rolatec ML-76)
Nf. Factor de corrección por fricción. (Abuel Naga el a, 2011)

En Antequera a, 7 de julio de 2015

FDO. PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA
RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO. JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO
DIRECTOR TECNICO DEL LABORATORIO

Geolén Ingeniería, S.L. Málaga

El presente acta afecta solo a las muestras sometidas a ensayo.
El presente acta no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización expresa de Geolen Ingeniería, S.L.

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial de Antequera Calle Las Adelfas Nave 2B.
29200 Antequera (Málaga)
Tlf.: 952 84 46 00 Fax : 952 70 08 25
e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA

TIPO DE MUESTRA: INSPECCIÓN O PRUEBA "IN SITU"

SUMINISTRADOR: ENSAYO "IN SITU"

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: 0

Nº DE ENSAYO: P-4

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOSNº: 2015/3240

REFERENCIA DE TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1227

Nº DE ALBARAN: 0

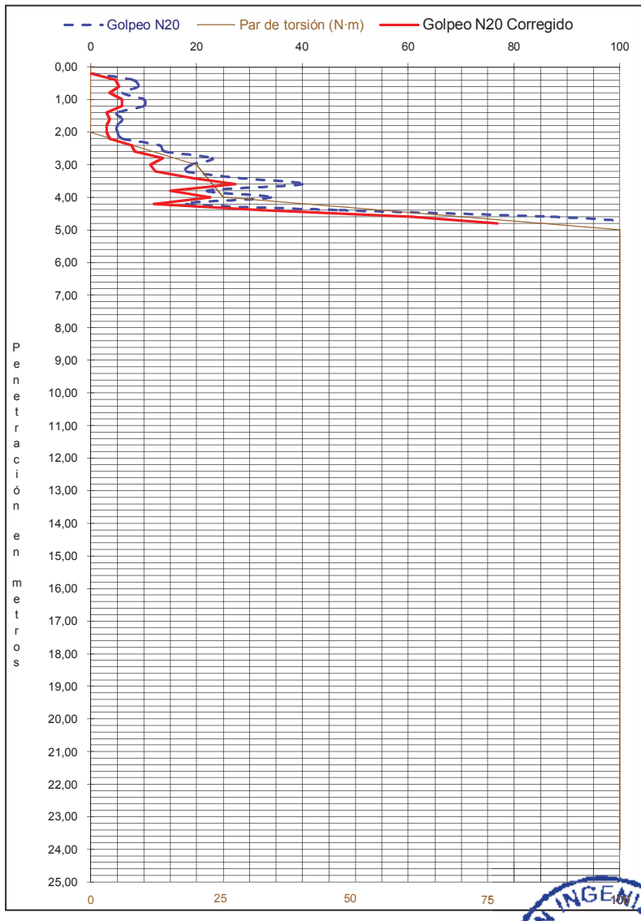
FECHA DE TOMA: 26/06/2015

LOCALIZACIÓN: P-4

OBSERVACIONES: 0

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA DPSH-B (UNE EN ISO 22476-2:2008)

Peso maza kg: 63.5 **Altura de caida (cm):** 75 **Peso varillaje kg/m:** 8.84 **Superf. Puntaza cm²:** 19.5
Peso cabeza kg: 1.5 **Coordenadas WGS84 UTM:30S** **X(m)** 371913 **Y(m)** 4065593 **Z(m)** 25,4



Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)
0.20								
0.40	8							
0.60	9							
0.80	6							
1.00	10	0						
1.20	10							
1.40	5							
1.60	6							
1.80	5							
2.00	5	0						
2.20	6							
2.40	13							
2.60	14							
2.80	23							
3.00	19	20						
3.20	18							
3.40	28							
3.60	40							
3.80	22							
4.00	34	25						
4.20	18							
4.40	47							
4.60	87							
4.80	110							
5.00	150							

FACTORES DE CORRECCIÓN UTILIZADOS

N corregido = (N - Nf)·Ce·Cv.
Cf. Factor de corrección por Energía (Dhalberg and Gergdahl, 1974)
Cv. Factor de corrección por longitud de varillaje (Benz Navarrete, M.A et al. 2012 Rolatec ML-76)
Nf. Factor de corrección por fricción. (Abuel Naga el a, 2011)

En Antequera a, 7 de julio de 2015

FDO. PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA
RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO. JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO
DIRECTOR TECNICO DEL LABORATORIO

Geolén Ingeniería, S.L. Málaga

El presente acta afecta solo a las muestras sometidas a ensayo.
El presente acta no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización expresa de Geolen Ingeniería, S.L.

Página 1 de 1

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial de Antequera Calle Las Adelfas Nave 2B.
29200 Antequera (Málaga)
Tlf.: 952 84 46 00 Fax : 952 70 08 25
e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOSNº: 2015/3239

REFERENCIA DE TRABAJO: 1673

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA

MUESTRA: 01.2015/1226

Nº DE ALBARAN: 0

TIPO DE MUESTRA: INSPECCIÓN O PRUEBA "IN SITU"

FECHA DE TOMA: 26/06/2015

SUMINISTRADOR: ENSAYO "IN SITU"

LOCALIZACIÓN: P-5

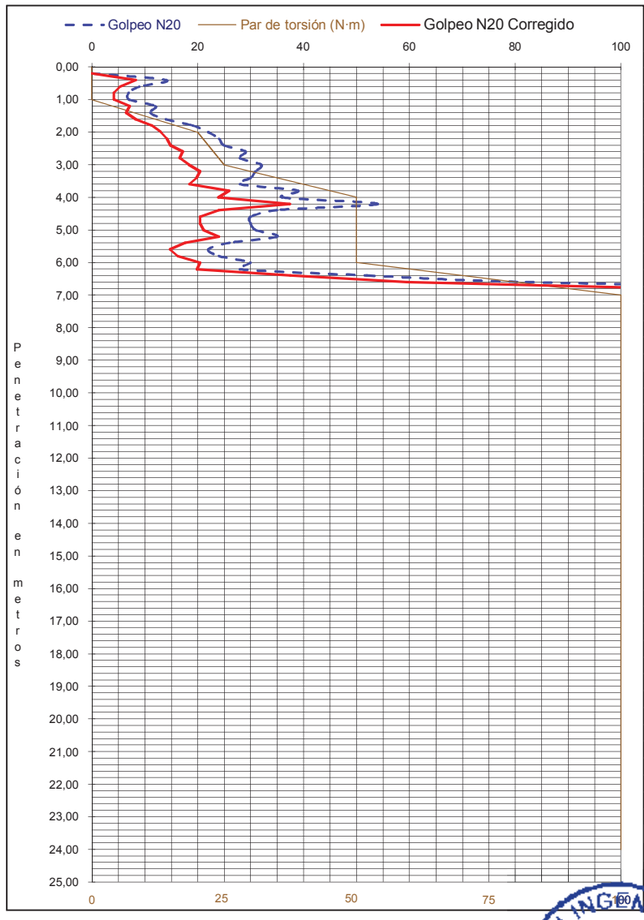
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: 0

Nº DE ENSAYO: P-5

OBSERVACIONES: 0

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA DPSH-B (UNE EN ISO 22476-2:2008)

Peso maza kg: 63.5 **Altura de caida (cm):** 75 **Peso varillaje kg/m:** 8.84 **Superf. Puntaza cm^2:** 19.5
Peso cabeza kg: 1.5 **Coordenadas WGS84 UTM:30S** **X(m)** 371935 **Y(m)** 4065713 **Z(m)** 30,5



Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)	Prof (m)	Golpeo	Par de torsión (N·m)
0.20								
0.40	14							
0.60	9							
0.80	7							
1.00	7	0						
1.20	12							
1.40	11							
1.60	14							
1.80	19							
2.00	22	20						
2.20	24							
2.40	25							
2.60	29							
2.80	28							
3.00	32	25						
3.20	31							
3.40	30							
3.60	28							
3.80	39							
4.00	36	50						
4.20	54							
4.40	35							
4.60	30							
4.80	30							
5.00	31	50						
5.20	35							
5.40	26							
5.60	22							
5.80	24							
6.00	30	50						
6.20	28							
6.40	52							
6.60	82							
6.80	152							

FACTORES DE CORRECCIÓN UTILIZADOS

N corregido = (N - Nf)·Ce·Cv.

Cf. Factor de corrección por Energía (Dhalberg and Gergdahl, 1974)
Cv. Factor de corrección por longitud de varillaje (Benz Navarrete, M.A et al. 2012 Rolatec ML-76)
Nf. Factor de corrección por fricción. (Abuel Naga el a, 2011)

En Antequera a, 7 de julio de 2015

FDO. PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIOLOGA
RESPONSABLE TECNICO DE ENSAYOS

FDO. JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO
DIRECTOR TECNICO DEL LABORATORIO

GEOLEN INGENIERÍA S.L. LABORATORIO
Geolén Ingeniería S.L. Málaga

El presente acta afecta solo a las muestras sometidas a ensayo.
El presente acta no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización expresa de Geolen Ingeniería, S.L.

APÉNDICE 5: ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3969

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1384

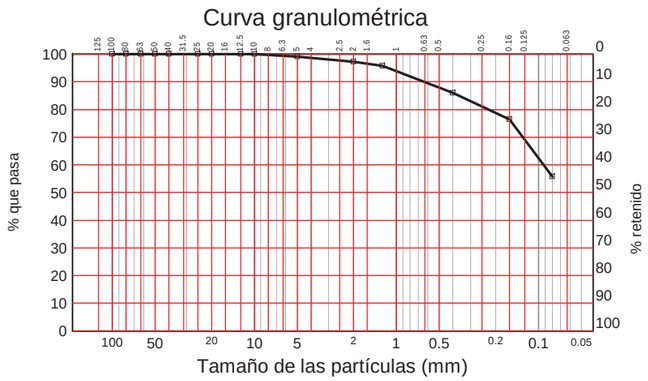
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 4,00-4,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	99
2	97
1,25	96
0,4	86
0,16	76
0,08	55,8



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	23,6
Límite plástico	14,4
Indice de plasticidad	9,2

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad arenosa

Clasificación AASHTO

Grupo: A-4 (2)
Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Garcia Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3970

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1384

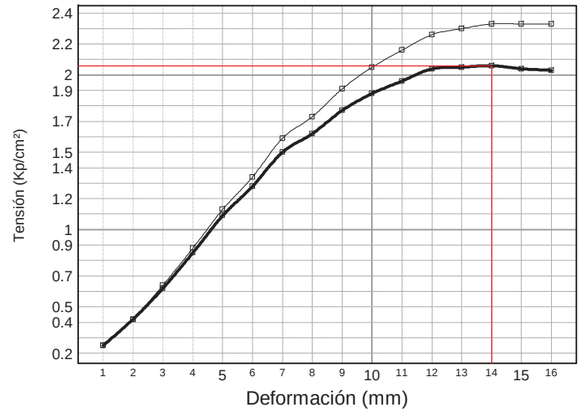
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 4,00-4,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,1
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	342,1
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	13,97
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	66,00
Resistencia	Kp/cm²	2,06
Deformación	%	12
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	774,46
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,26
Densidad Seca	gr/cm³	1,99



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Garcia Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3971

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1384

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 4,00-4,60

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/CAPÍTULO 8,2,3 EHE		
Contenido de sulfatos (SO4)	mg/kg	33
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	16
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Conteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3972

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1384

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 4,00-4,60

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE 103204:1993 UNE 103204:1993 Err	
% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,34

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Conteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARENA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3925

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1385

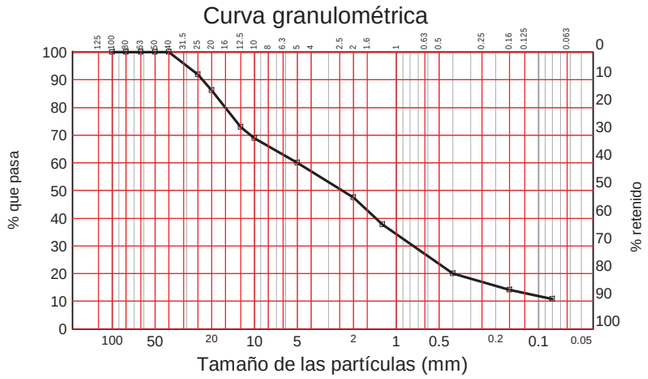
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 SPT 6,00-6,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	92
20	86
12,5	73
10	69
5	60
2	47
1,25	38
0,4	20
0,16	14
0,08	10,8



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	22,6
Límite plástico	16,1
Indice de plasticidad	6,5

Clasificación del suelo

SW-SC : Arena bien gradada con arcilla con grava

Clasificación AASHTO

Grupo: A-2-4 (0)
Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Conteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3973

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1386

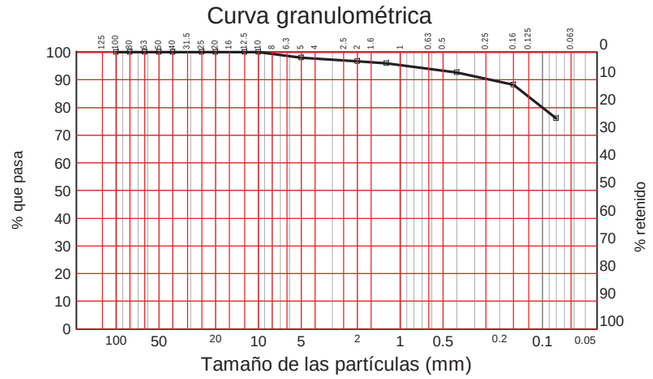
Nº DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 12,00-12,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	98
2	97
1,25	96
0,4	93
0,16	88
0,08	76,1



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	30,4
Límite plástico	17,5
Indice de plasticidad	12,9

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad con arena

Clasificación AASHTO

Grupo: A-6 (8)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Conteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3974

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1386

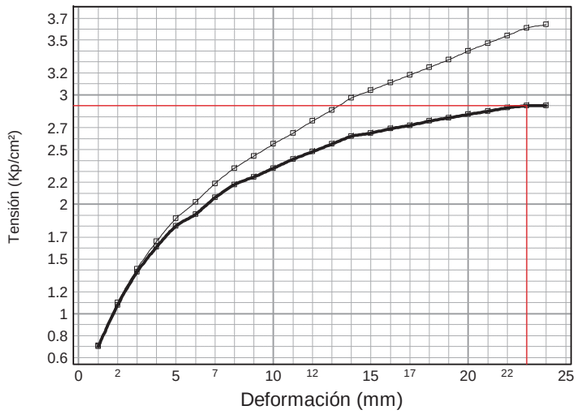
Nº DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 12,00-12,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,8
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	333,6
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	17,69
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	102,00
Resistencia	Kp/cm²	2,90
Deformación	%	19
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	731,83
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,19
Densidad Seca	gr/cm³	1,86



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Gutiérrez de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3975

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1386

Nº DE ALBARAN: OE 1

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 12,00-12,60

AGRESIVIDAD. IÓN SULFATO S/UNE 83963:2008		
IÓN SULFATO	mg/Kg	24
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Gutiérrez de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3992

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1387

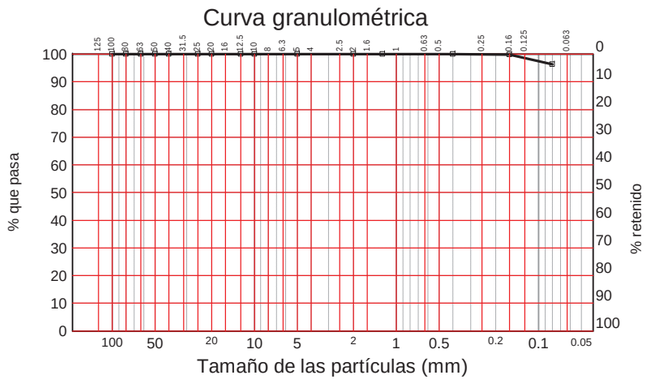
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 18,00-18,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	100
0,08	96,2



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	43,0
Límite plástico	21,2
Indice de plasticidad	21,8

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (23)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Garcia Manteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3993

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1387

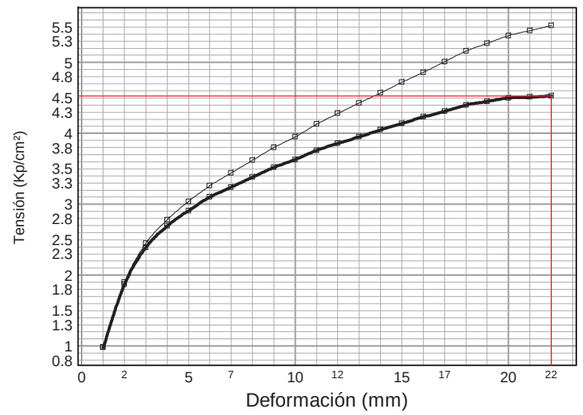
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 18,00-18,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,2
Diámetro	cm	5,9
Sección	cm²	27,3
Volumen	cm³	333,5
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	24,40
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	151,00
Resistencia	Kp/cm²	4,53
Deformación	%	18
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	718,33
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,15
Densidad Seca	gr/cm³	1,73



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Garcia Manteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
POLÍGONO INDUSTRIAL C/ ADELFAS 16
29200 ANTEQUERA (MÁLAGA)
TLF:952844600
laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN: 0

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO Nº: 2015/3994

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1387

Nº DE ALBARÁN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES: 0

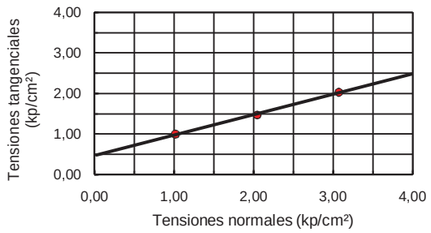
LOCALIZACIÓN: S-1 MI 18.00-18.60

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103.401/98; IT-12)

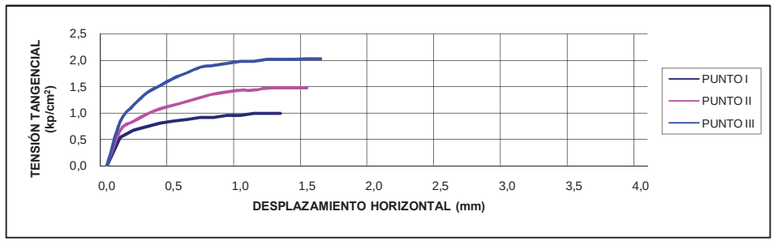
DATOS DEL ENSAYO	
ESTADO MUESTRA:	Tallada
CAJA:	Circular
TIPO DE ENSAYO:	CD

COHESIÓN (kp/cm²): 0.47

ÁNGULO ROZAMIENTO (°): 26.8



	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
TENSIÓN NORMAL (kp/cm²):	1.02	2.04	3.06
TENSIÓN TANGENCIAL:	0.99	1.47	2.03
HUMEDAD INICIAL (%):	24.75	24.32	24.48
HUMEDAD FINAL (%):	24.53	23.68	22.67
VELOCIDAD (mm/min.):	0.05	0.05	0.05
DIÁMETRO PASTILLA (mm):	50.00	50.00	50.00
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.74	1.75	1.74



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

Fdo.: PA[illegible] GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

Fdo.: JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO

GEOLEN INGENIERÍA, S.L. LABORATORIO

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3981

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1388

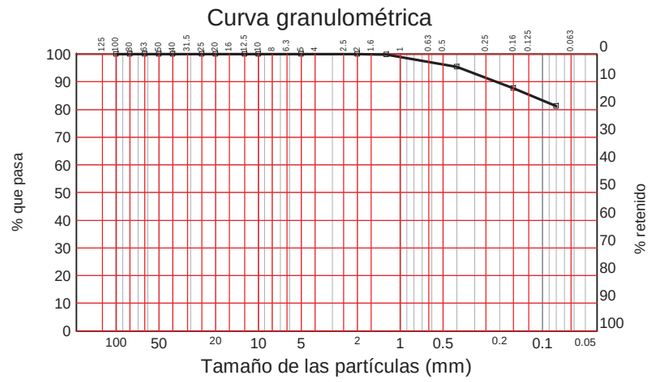
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23,50-23,80

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	95
0,16	88
0,08	81,2



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	44,6
Límite plástico	20,1
Indice de plasticidad	24,5

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad con arena

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (20)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biólogo

GEOLEN INGENIERÍA, S.L. LABORATORIO

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3982

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1388

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23,50-23,80

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	339,3
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	27,34
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	73,00
Resistencia	Kp/cm²	2,19
Deformación	%	15
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	651,66
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,92
Densidad Seca	gr/cm³	1,51

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Gallego Monteoliva
Biología

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3982

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

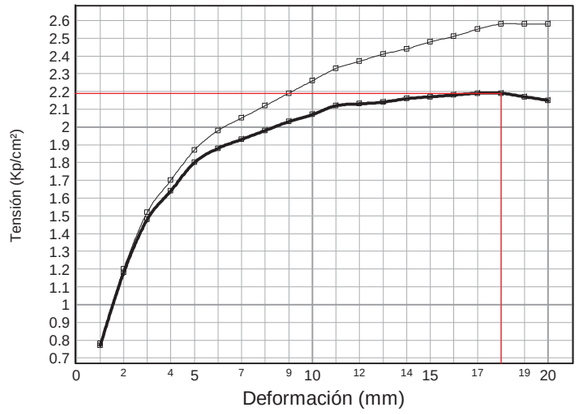
MUESTRA: 01,2015/1388

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23,50-23,80



RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Gallego Monteoliva
Biología

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3984

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1388

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23,50-23,80

AGRESIVIDAD. IÓN SULFATO S/UNE 83963:2008		
IÓN SULFATO	mg/Kg	56
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biólogo

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3985

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1388

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23,50-23,80

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONATOS EN EL SUELO. S/UNE 103,200-93	
% CaCO3	15,2

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

FDO.: Patricia García Monteoliva
Biólogo

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3986

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1388

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23,50-23,80

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO. S/UNE 103601:1996		
Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm2	1963,50
Volumen	cm3	39,27

Humedad inicial	%	27,49
Humedad final	%	29,3
Densida seca inicial	g/cm3	1,53

Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	1
Lectura final	mm	1,11

HINCHAMIENTO LIBRE	%	**0,55**

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia G[illegible] Monteoliva
Bióloga

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

POLÍGONO INDUSTRIAL C/ ADELFAS 16
29200 ANTEQUERA (MÁLAGA)
TLF:952844600
laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN: 0

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO Nº: 2015/3983

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1388

Nº DE ALBARÁN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES: 0

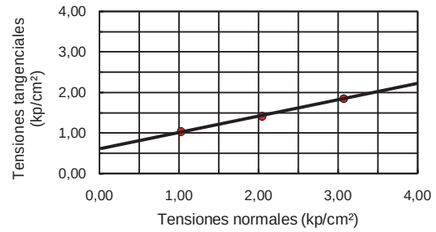
LOCALIZACIÓN: S-1 MI 23.50-23.80

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103.401/98; IT-12)

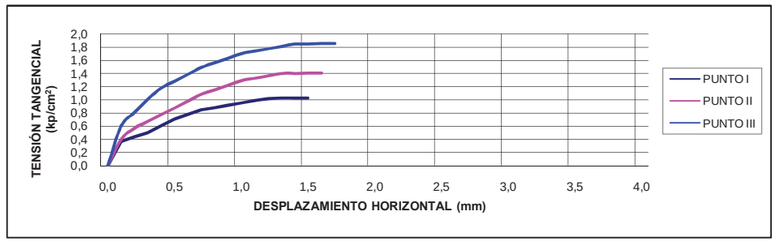
DATOS DEL ENSAYO	
ESTADO MUESTRA:	Tallada
CAJA:	Circular
TIPO DE ENSAYO:	CD

COHESIÓN (kp/cm²): 0.60

ÁNGULO ROZAMIENTO (º): 22.0



	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
TENSIÓN NORMAL (kp/cm²):	1.02	2.04	3.07
TENSIÓN TANGENCIAL:	1.03	1.41	1.86
HUMEDAD INICIAL (%):	27.70	27.51	27.66
HUMEDAD FINAL (%):	26.75	26.28	25.66
VELOCIDAD (mm/min.):	0.05	0.05	0.05
DIÁMETRO PASTILLA (mm):	50.00	50.00	50.00
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.50	1.50	1.50



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

Fdo.: P[illegible]RIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

Fdo.: JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3930

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1389

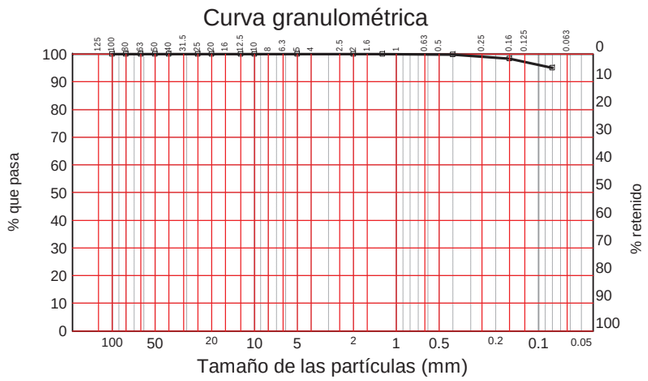
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 TP 26,30-26,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	98
0,08	94,9



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	47,8
Límite plástico	20,9
Indice de plasticidad	26,9

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (28)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3931

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1389

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 TP 26,30-26,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14,3
Diámetro	cm	7,4
Sección	cm²	43,0
Volumen	cm³	615,0
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	20,84
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	265,00
Resistencia	Kp/cm²	5,34
Deformación	%	13
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	1280,28
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,08
Densidad Seca	gr/cm³	1,72

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3931

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

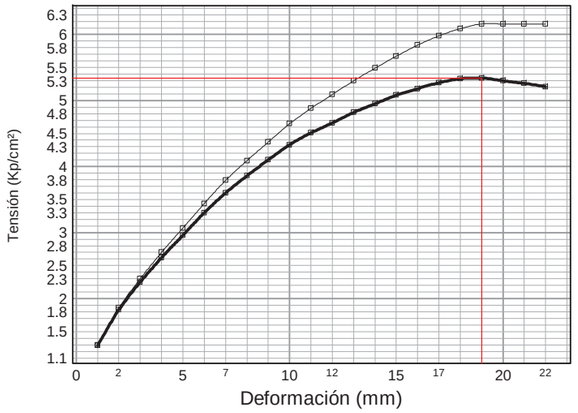
MUESTRA: 01,2015/1389

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 TP 26,30-26,60



En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Montoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guirrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3987

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1390

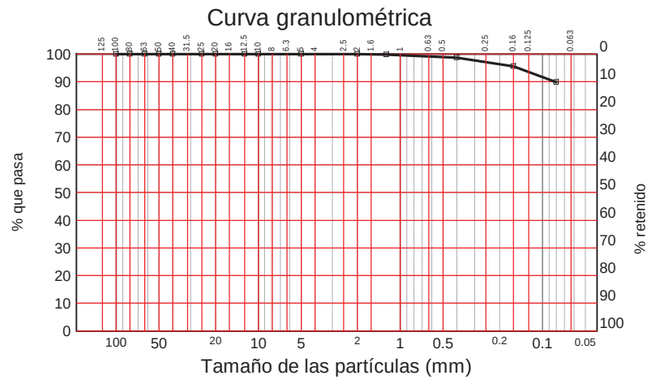
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 29,60-29,90

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	99
0,16	96
0,08	89,9



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	44,7
Límite plástico	20,4
Indice de plasticidad	24,3

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (23)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Montoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guirrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3988

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1390

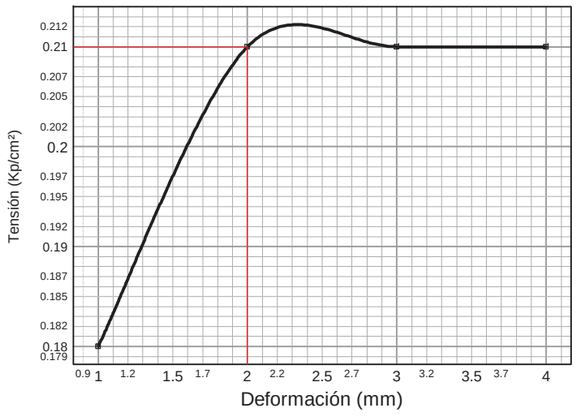
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 29,60-29,90

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,1
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	342,1
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	27,81
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	6,00
Resistencia	Kp/cm²	0,21
Deformación	%	2
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	680,83
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,99
Densidad Seca	gr/cm³	1,56



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biólogo

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero del Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3990

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1390

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 29,60-29,90

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONATOS EN EL SUELO. S/UNE 103,200-93	
% CaCO3	10,8

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

FDO.: Patricia García Monteoliva
Biólogo

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero del Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3991

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1390

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 MI 29,60-29,90

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO. S/UNE 103601:1996		
Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm2	1963,50
Volumen	cm3	39,27

Humedad inicial	%	27,66
Humedad final	%	30,0
Densida seca inicial	g/cm3	1,60

Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	8
Lectura final	mm	8,57

HINCHAMIENTO LIBRE	%	**2,85**

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

POLÍGONO INDUSTRIAL C/ ADELFAS 16
29200 ANTEQUERA (MÁLAGA)
TLF:952844600
laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN: 0

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO Nº: 2015/3989

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1390

Nº DE ALBARÁN: OE 2

FECHA DE TOMA: 23/06/2015

OBSERVACIONES: 0

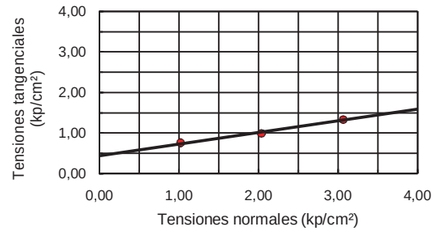
LOCALIZACIÓN: S-1 MI 29.60-29.90

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103.401/98; IT-12)

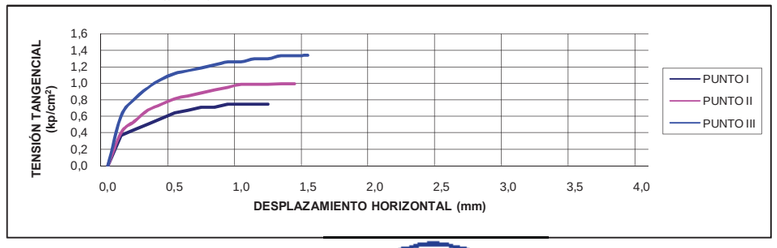
DATOS DEL ENSAYO	
ESTADO MUESTRA:	Tallada
CAJA:	Circular
TIPO DE ENSAYO:	CD

COHESIÓN (kp/cm²): 0.44

ÁNGULO ROZAMIENTO (º): 16.0



	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
TENSIÓN NORMAL (kp/cm²):	1.02	2.04	3.06
TENSIÓN TANGENCIAL:	0.75	0.99	1.34
HUMEDAD INICIAL (%):	28.00	27.61	27.41
HUMEDAD FINAL (%):	26.57	25.89	34.03
VELOCIDAD (mm/min.):	0.05	0.05	0.05
DIÁMETRO PASTILLA (mm):	50.00	50.00	50.00
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.54	1.55	1.55



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

Fdo.: PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

Fdo.: JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO

Geolén Ingeniería, S.L., Málaga

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: RELLENO

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3955

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1391

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 2,00-2,60

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/CAPÍTULO 8,2,3 EHE		
Contenido de sulfatos (SO4)	mg/kg	28
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	10
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Garcia Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guarrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARENA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3956

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1392

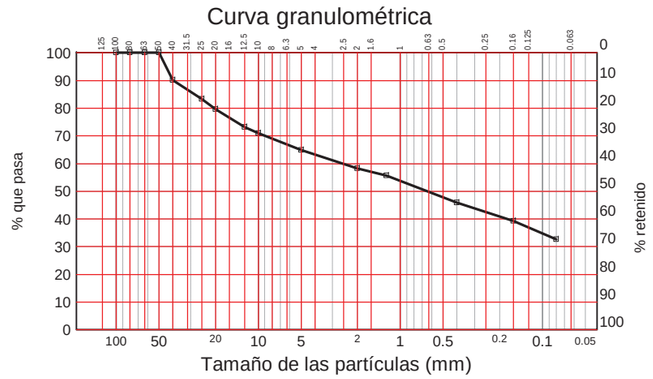
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 5,00-5,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	90
25	83
20	80
12,5	73
10	71
5	65
2	58
1,25	56
0,4	46
0,16	39
0,08	32,7



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	23,0
Límite plástico	15,1
Indice de plasticidad	7,9

Clasificación del suelo

GC : Grava arcillosa con arena

Clasificación AASHTO

Grupo: A-2-4 (0)
Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Garcia Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guarrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARENA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3957

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1392

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 5,00-5,60

AGRESIVIDAD. IÓN SULFATO S/UNE 83963:2008		
IÓN SULFATO	mg/Kg	26
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARENA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3926

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1393

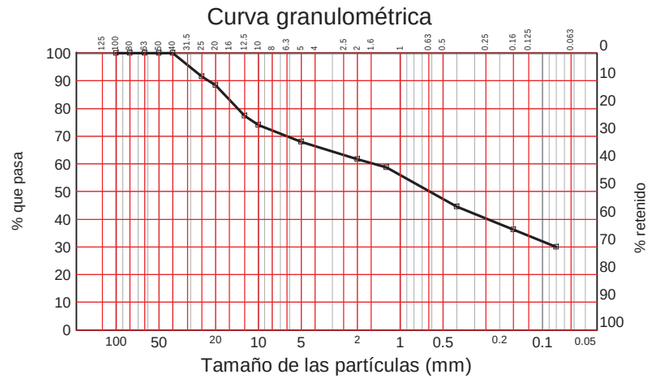
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 SPT 8,30-8,90

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	92
20	88
12,5	77
10	74
5	68
2	62
1,25	59
0,4	45
0,16	36
0,08	29,9



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	27,2
Límite plástico	15,0
Indice de plasticidad	12,2

Clasificación del suelo

SC : Arena arcillosa con grava

Clasificación AASHTO

Grupo: A-2-6 (0)
Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GRAVA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3927

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1394

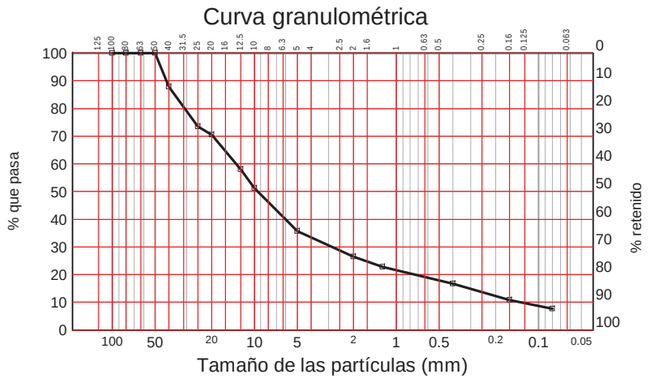
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MA 10,20-10,50

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	88
25	74
20	70
12,5	58
10	51
5	36
2	26
1,25	23
0,4	17
0,16	11
0,08	7,7



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Indice de plasticidad	No plástico

Clasificación del suelo

GP-GM : Grava pobremente gradada con limo con arena

Clasificación AASHTO

Grupo: A-1-a (0)
Materiales granulares. Fragmentos de roca, grava y arena

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GRAVA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3928

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1394

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MA 10,20-10,50

AGRESIVIDAD. IÓN SULFATO S/UNE 83963:2008		
IÓN SULFATO	mg/Kg	21
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3932

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1395

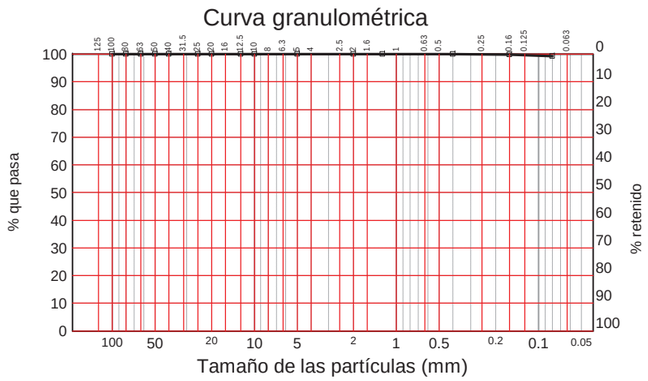
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 TP 14,60-14,90

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	100
0,08	99,3



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	54,4
Límite plástico	23,2
Indice de plasticidad	31,2

Clasificación del suelo

CH : Arcilla alta plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (35)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3933

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1395

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 TP 14,60-14,90

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,4
Diámetro	cm	6,2
Sección	cm²	30,2
Volumen	cm³	374,4
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	23,32
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	207,00
Resistencia	Kp/cm²	5,70
Deformación	%	17
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	802,14
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,14
Densidad Seca	gr/cm³	1,74

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3933

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

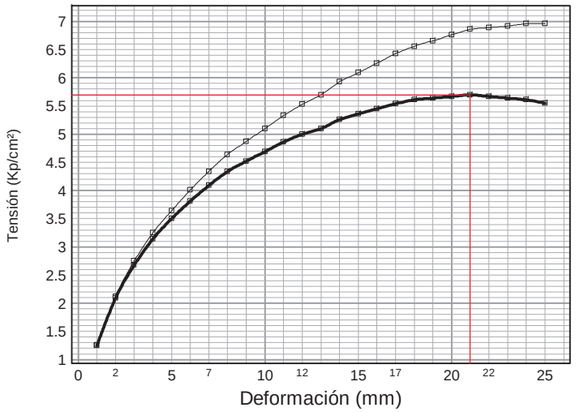
MUESTRA: 01,2015/1395

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 TP 14,60-14,90



En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3995

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1396

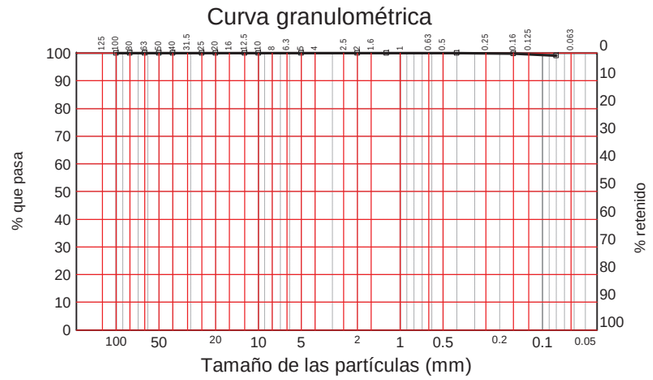
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 16,30-16,90

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	100
0,08	99,0



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	55,3
Límite plástico	24,8
Indice de plasticidad	30,5

Clasificación del suelo

CH : Arcilla alta plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (35)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3996

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1396

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 16,30-16,90

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,2
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	344,9
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	25,02
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	119,00
Resistencia	Kp/cm²	3,59
Deformación	%	15
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	702,11
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,04
Densidad Seca	gr/cm³	1,63

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3996

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

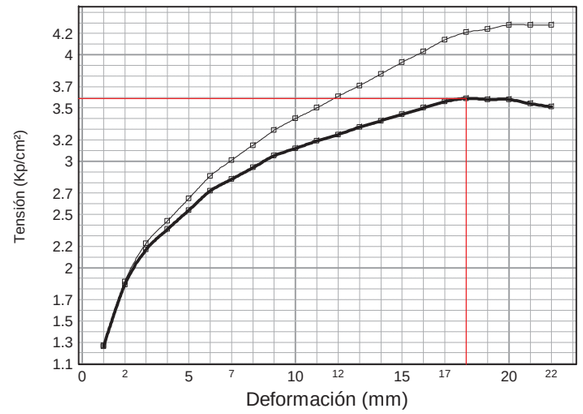
MUESTRA: 01,2015/1396

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 16,30-16,90



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3998

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1396

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 16,30-16,90

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONATOS EN EL SUELO. S/UNE 103,200-93	
% CaCO3	17,3

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

FDO.: Patricia García Monteoliva
Bióloga

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3999

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1396

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 16,30-16,90

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO. S/UNE 103601:1996		
Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm2	1963,50
Volumen	cm3	39,27

Humedad inicial	%	25,27
Humedad final	%	27,6
Densida seca inicial	g/cm3	1,65

Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	2,00
Lectura final	mm	2,31

HINCHAMIENTO LIBRE	%	**1,55**

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
POLÍGONO INDUSTRIAL C/ ADELFAS 16
29200 ANTEQUERA (MÁLAGA)
TLF:952844600
laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN: 0

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO Nº: 2015/3997

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1396

Nº DE ALBARÁN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES: 0

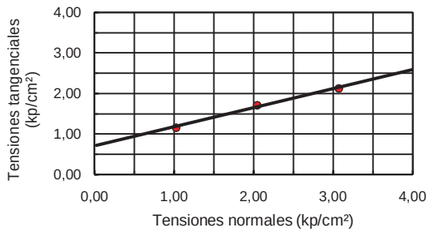
LOCALIZACIÓN: S-2 MI 16.30-16.90

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103.401/98; IT-12)

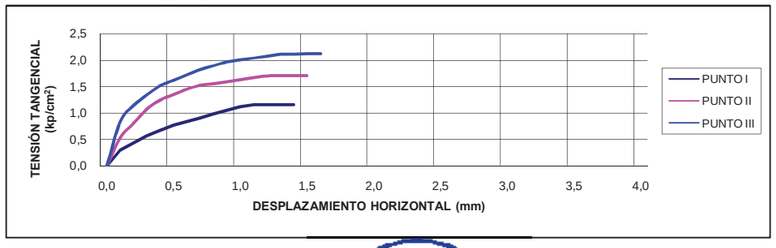
DATOS DEL ENSAYO	
ESTADO MUESTRA:	Tallada
CAJA:	Circular
TIPO DE ENSAYO:	CD

COHESIÓN (kp/cm²): 0.71

ÁNGULO ROZAMIENTO (°): 25.2



	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
TENSIÓN NORMAL (kp/cm²):	1.02	2.04	3.06
TENSIÓN TANGENCIAL:	1.16	1.71	2.13
HUMEDAD INICIAL (%):	25.24	25.37	25.32
HUMEDAD FINAL (%):	25.47	24.64	24.18
VELOCIDAD (mm/min.):	0.05	0.05	0.05
DIÁMETRO PASTILLA (mm):	50.00	50.00	50.00
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.63	1.63	1.63



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

Fdo.: PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

Fdo.: JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO

GEOLEN INGENIERÍA, S.L. LABORATORIO

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4000

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1397

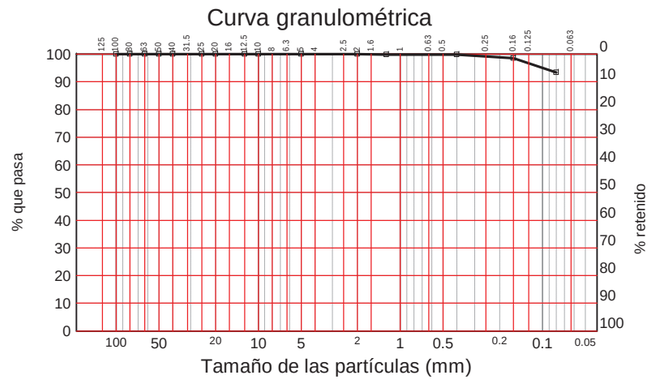
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 20,00-20,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	98
0,08	93,3



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	46,4
Límite plástico	20,4
Indice de plasticidad	26,0

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (26)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

GEOLEN INGENIERÍA, S.L. LABORATORIO

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4001

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1397

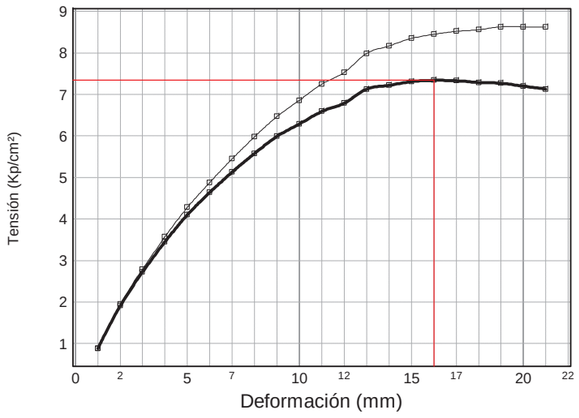
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 20,00-20,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,1
Diámetro	cm	6
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	342,1
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	22,20
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	239,00
Resistencia	Kp/cm²	7,34
Deformación	%	13
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	720,42
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,11
Densidad Seca	gr/cm³	1,72



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biología

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4003

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1397

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 20,00-20,60

AGRESIVIDAD. IÓN SULFATO S/UNE 83963:2008		
IÓN SULFATO	mg/Kg	26
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biología

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4004

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1397

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 20,00-20,60

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONATOS EN EL SUELO. S/UNE 103,200-93	
% CaCO3	19,6

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

FDO.: Patricia García Monteoliva
Bióloga

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

En Antequera a 9 de septiembre de 2015
DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4005

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1397

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 MI 20,00-20,60

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO. S/UNE 103601:1996		
Altura	mm	20
Diámetro	mm	50
Sección	mm2	1963,50
Volumen	cm3	39,27

Humedad inicial	%	22,48
Humedad final	%	24,6
Densida seca inicial	g/cm3	1,76

Presión de ajuste	kPa	10
Lectura inicial	mm	4
Lectura final	mm	4,60

HINCHAMIENTO LIBRE	%	**3,00**

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

En Antequera a 9 de septiembre de 2015
DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nº AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
POLÍGONO INDUSTRIAL C/ ADELFAS 16
29200 ANTEQUERA (MÁLAGA)
TLF:952844600
laboratorio@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN: 0

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO Nº: 2015/4002

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01.2015/1397

Nº DE ALBARÁN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES: 0

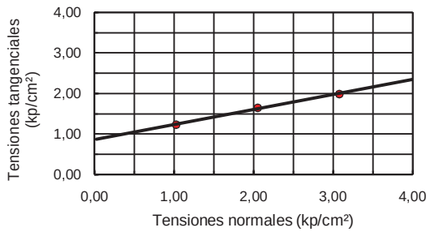
LOCALIZACIÓN: S-2 MI 20.00-20.60

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE-103.401/98; IT-12)

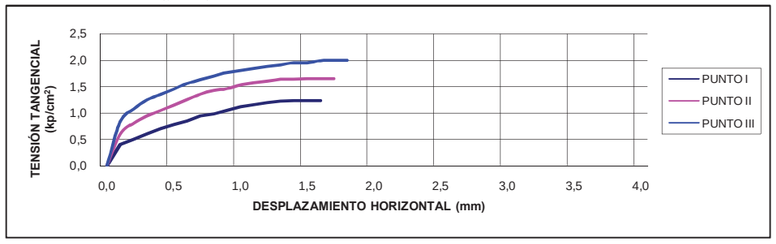
DATOS DEL ENSAYO	
ESTADO MUESTRA:	Tallada
CAJA:	Circular
TIPO DE ENSAYO:	CD

COHESIÓN (kp/cm²): 0.87

ÁNGULO ROZAMIENTO (°): 20.3



	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
TENSIÓN NORMAL (kp/cm²):	1.02	2.05	3.07
TENSIÓN TANGENCIAL:	1.24	1.65	2.00
HUMEDAD INICIAL (%):	22.17	22.42	22.18
HUMEDAD FINAL (%):	24.87	24.05	23.25
VELOCIDAD (mm/min.):	0.05	0.05	0.05
DIÁMETRO PASTILLA (mm):	50.00	50.00	50.00
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.72	1.72	1.72



En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

Fdo.: PATRICIA GARCÍA MONTEOLIVA
BIÓLOGA

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

Fdo.: JOSÉ GUERRERO DE MIER
QUÍMICO

geolén ingeniería

LABORATORIO DE MATERIALES
INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS
Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3934

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1398

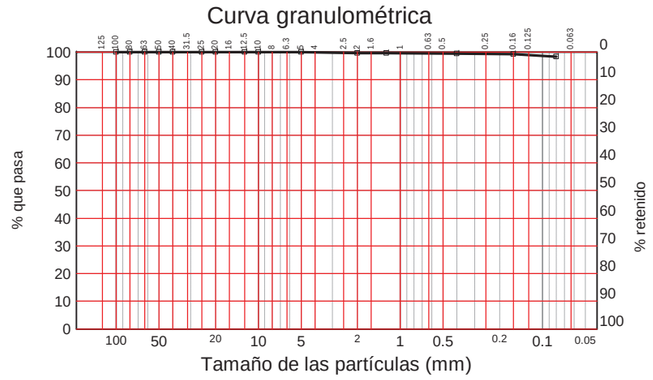
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 TP 22,60-23,00

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	99
0,08	98,3



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	51,8
Límite plástico	22,7
Indice de plasticidad	29,1

Clasificación del suelo

CH : Arcilla alta plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (32)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

GEOLEN INGENIERIA, S.L. LABORATORIO

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3935

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1398

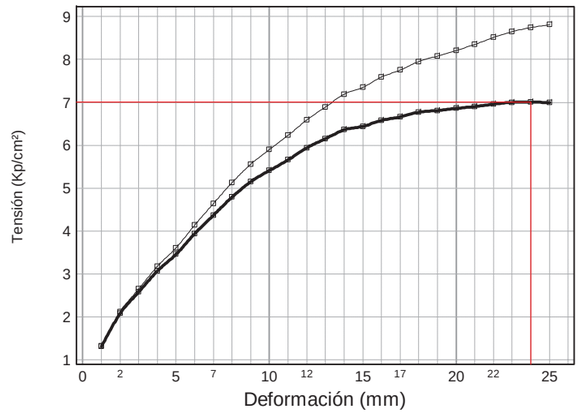
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 24/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 TP 22,60-23,00

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,1
Diámetro	cm	6,2
Sección	cm²	30,2
Volumen	cm³	365,3
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	22,48
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	264,00
Resistencia	Kp/cm²	7,01
Deformación	%	20
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	780,33
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,14
Densidad Seca	gr/cm³	1,74



En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: RELLENO

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3958

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1399

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 2,00-2,60

AGRESIVIDAD QUÍMICA DE LOS SUELOS EHE-08 S/CAPÍTULO 8,2,3 EHE		
Contenido de sulfatos (SO4)	mg/kg	27
Acidez Baumann-Gully	ml/kg	4
Evaluación del conjunto		EL SUELO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN
(RESULTADO EXPRESADO COMO % SO3)	%	0,00

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: RELLENO

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3959

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1399

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 2,00-2,60

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO. S/UNE 103204:1993 UNE 103204:1993 Err	
% Materia Orgánica sobre la muestra total	0,31

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3936

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1400

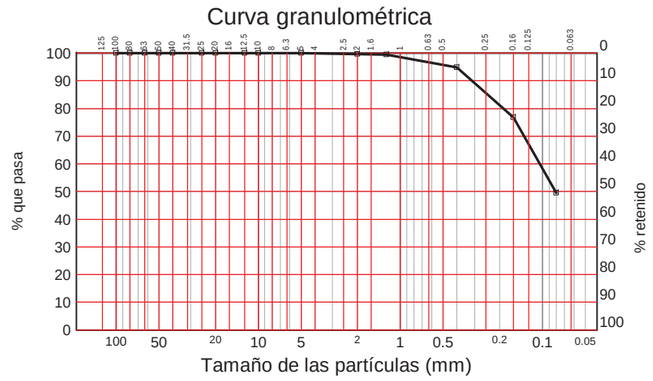
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 6,00-6,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	99
0,4	95
0,16	77
0,08	49,5



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	26,1
Límite plástico	22,4
Indice de plasticidad	3,7

Clasificación del suelo

SM : Arena limosa

Clasificación AASHTO

Grupo: A-4 (0)
Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

Geolen Ingeniería, S.L., Málaga.

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3937

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1400

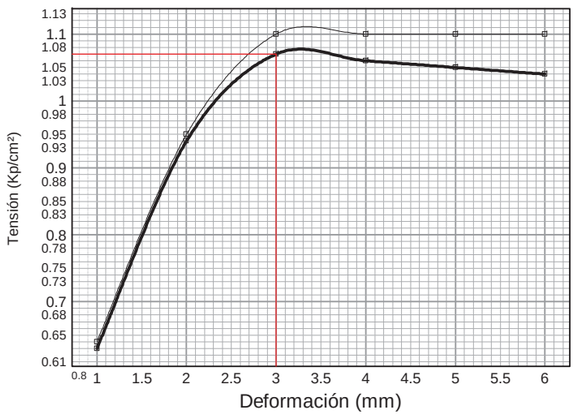
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 6,00-6,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	339,3
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	20,04
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	31,00
Resistencia	Kp/cm²	1,07
Deformación	%	3
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	629,80
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,86
Densidad Seca	gr/cm³	1,55



En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Gallego Monteoliva
Biólogo

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3938

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1401

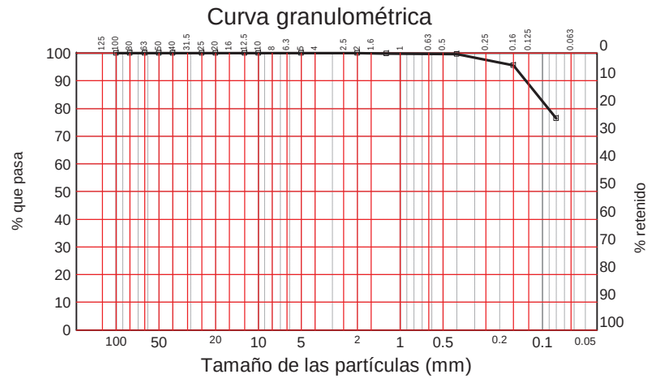
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 9,00-9,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	96
0,08	76,4



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	34,7
Límite plástico	20,0
Indice de plasticidad	14,7

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad con arena

Clasificación AASHTO

Grupo: A-6 (10)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia Gallego Monteoliva
Biólogo

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3939

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1401

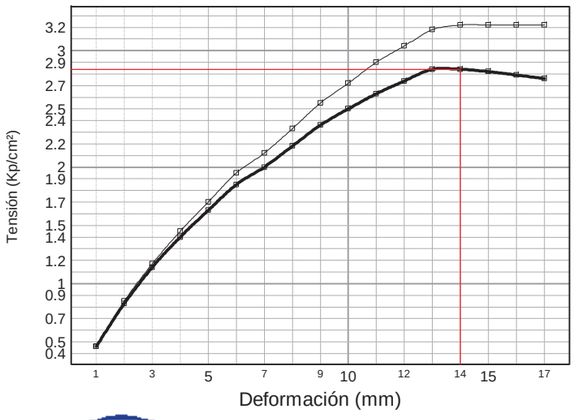
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 9,00-9,60

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO S/UNE 103400:1993		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12
Diámetro	cm	6,0
Sección	cm²	28,3
Volumen	cm³	339,3
HUMEDAD		
Humedad probeta	%	22,77
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	Kp	91,00
Resistencia	Kp/cm²	2,84
Deformación	%	12
DENSIDAD		
Peso probeta	gr	696,17
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,05
Densidad Seca	gr/cm³	1,67



En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biología

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: SUELO

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: ARCILLA/ARENA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/3929

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1402

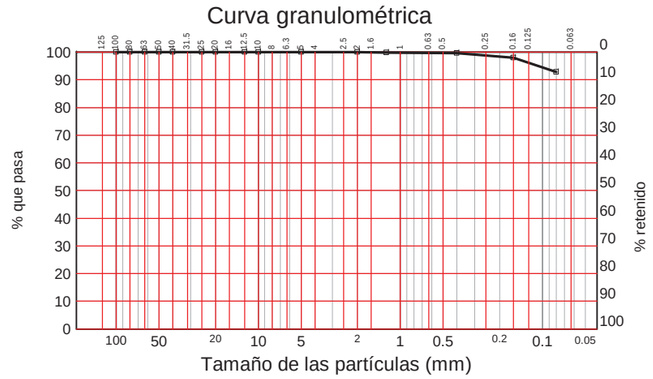
Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-3 MI 12,00-12,60

UNE 103100:95 UNE 103101:95	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	100
2	100
1,25	100
0,4	100
0,16	98
0,08	92,8



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103,103:94 y UNE 103,104:93	
Límite líquido	41,9
Límite plástico	23,0
Indice de plasticidad	18,9

Clasificación del suelo

CL : Arcilla baja plasticidad

Clasificación AASHTO

Grupo: A-7-6 (19)
Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos

En Antequera a 7 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Biología

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: AGUA

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: AGUA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4026

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1403

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-1 4,66

TOMA DE MUESTRAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD. AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL AGUA PARA EL HORMIGÓN S/ARTÍCULO 8,2,3 EHE Y UNE 83951:2008	
Valor del pH (UNE 83952:2008)	7,1
MAGNESIO (mg/l) (UNE 83955:2008)	56
AMONIO (mg/l) (UNE 83954:2008)	0
SULFATO (mg/l) (UNE 83956:2008)	124
CO2(mg/l) (UNE EN 13577:2008)	7
RESIDUO SECO (mg/l) (UNE 83957:2008)	850

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	EL AGUA NO ES AGRESIVA PARA EL HORMIGÓN

Parámetro Comprobado	Grado de Agresividad débil	Grado de Agresividad medio	Grado de Agresividad Fuerte
Valor del pH (UNE 83952:2008)	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
MAGNESIO (mg/l) (UNE 83955:2008)	300-1000	1000-3000	> 3000
AMONIO (mg/l) (UNE 83954:2008)	15-30	30-60	> 60
SULFATO (mg/l) (UNE 83956:2008)	200-600	600-3000	> 3000
CO2 (mg/l) (UNE EN 13577:2008)	15-40	40-100	> 100
RESIDUO SECO (mg/l) (UNE 83957:2008)	75-150	50-75	< 50

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

LABORATORIO DE MATERIALES

INSCRITO CON Nª AND-L-020 EN EL REGISTRO DE LABORATORIOS

Polígono Industrial C/ Adelfas 16 Antequera 29200 (Málaga)
Tfno.: 952 84 46 00 Fax: 952 70 08 25 e-mail: lab.antequera@geolen.es

PETICIONARIO: AGENCIA DE OBRA PÚBLICA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

OBRA: CAMPAÑA GEOTÉCNICA LINEA 2 DEL METRO DE MÁLAGA TRAMO GUADALMEDINA-HOSPITAL CIVIL

TIPO DE MUESTRA: AGUA

SUMINISTRADOR: GEOLEN

LOTIFICACIÓN:

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: AGUA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº: 2015/4027

REFERENCIA DEL TRABAJO: 1673

MUESTRA: 01,2015/1404

Nº DE ALBARAN: OE 2

FECHA DE TOMA: 22/06/2015

OBSERVACIONES:

LOCALIZACIÓN: S-2 6,83

TOMA DE MUESTRAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD. AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL AGUA PARA EL HORMIGÓN S/ARTÍCULO 8,2,3 EHE Y UNE 83951:2008	
Valor del pH (UNE 83952:2008)	6,4
MAGNESIO (mg/l) (UNE 83955:2008)	44
AMONIO (mg/l) (UNE 83954:2008)	0
SULFATO (mg/l) (UNE 83956:2008)	229
CO2(mg/l) (UNE EN 13577:2008)	4
RESIDUO SECO (mg/l) (UNE 83957:2008)	982

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	EL AGUA ES DE AGRESIVIDAD DÉBIL PARA EL HORMIGÓN

Parámetro Comprobado	Grado de Agresividad débil	Grado de Agresividad medio	Grado de Agresividad Fuerte
Valor del pH (UNE 83952:2008)	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
MAGNESIO (mg/l) (UNE 83955:2008)	300-1000	1000-3000	> 3000
AMONIO (mg/l) (UNE 83954:2008)	15-30	30-60	> 60
SULFATO (mg/l) (UNE 83956:2008)	200-600	600-3000	> 3000
CO2 (mg/l) (UNE EN 13577:2008)	15-40	40-100	> 100
RESIDUO SECO (mg/l) (UNE 83957:2008)	75-150	50-75	< 50

En Antequera a 9 de septiembre de 2015

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

FDO: Patricia García Monteoliva
Bióloga

DIRECTOR TÉCNICO DEL LABORATORIO

FDO: José Guerrero de Mier
Químico

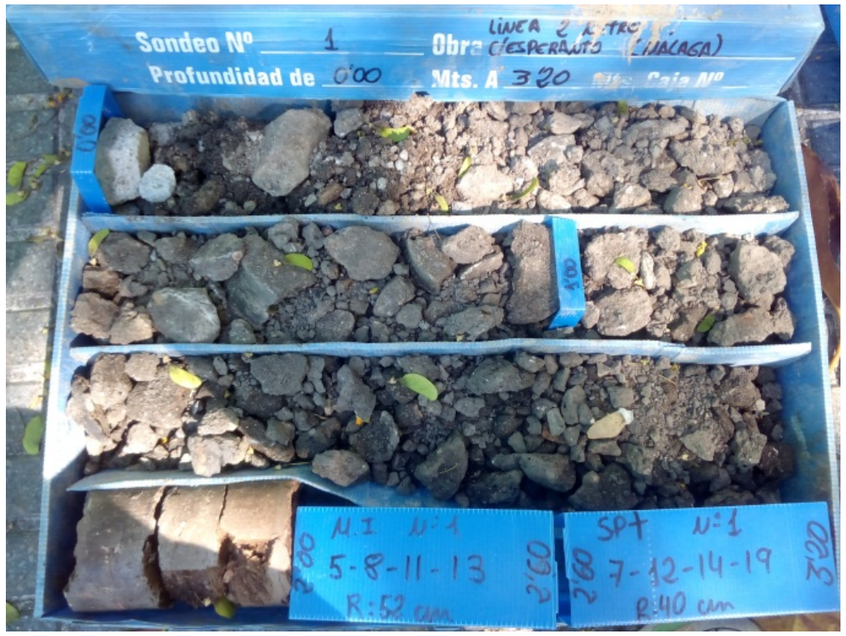
APÉNDICE 6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

EMPLAZAMIENTO CALICATA SONDEO S-1

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-1

CALICATA SONDEO S-1

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-1



SONDEO S-1 CAJA 1

SONDEO S-1 CAJA 3

SONDEO S-1 CAJA 2

SONDEO S-1 CAJA 4

SONDEO S-1 CAJA 5

SONDEO S-1 CAJA 7

SONDEO S-1 CAJA 6

SONDEO S-1 CAJA 8

SONDEO S-1 CAJA 9

EMPLAZAMIENTO CALICATA SONDEO S-2

ARQUETA SONDEO S-1

CALICATA SONDEO S-2

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-2

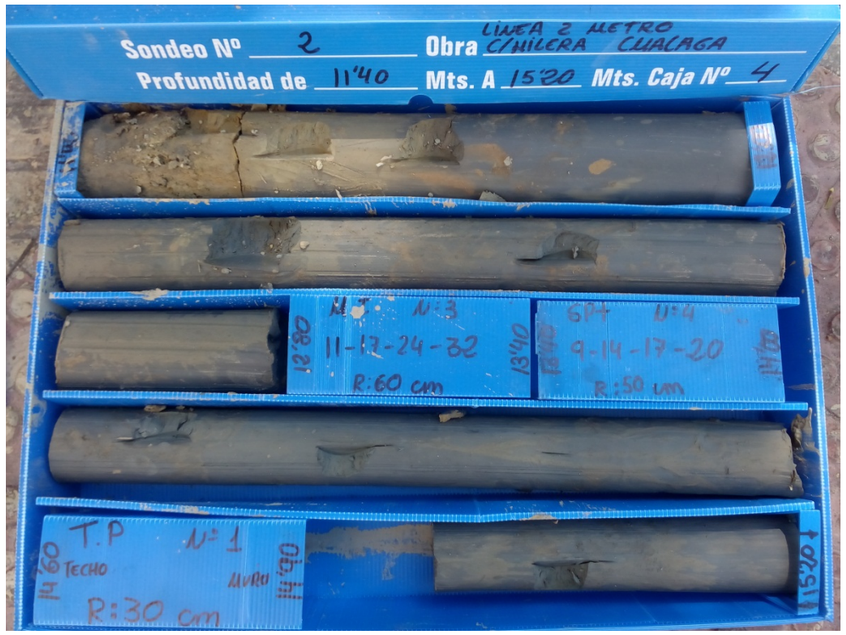
SONDEO S-2 CAJA 1

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-2

SONDEO S-2 CAJA 2

SONDEO S-2 CAJA 3

SONDEO S-2 CAJA 5



SONDEO S-2 CAJA 4

SONDEO S-2 CAJA 6

ARQUETA SONDEO S-2

CALICATA SONDEO S-3

EMPLAZAMIENTO CALICATA S-3

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-3

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-3

SONDEO S-3 CAJA 2

SONDEO S-3 CAJA 1

SONDEO S-3 CAJA 3

SONDEO S-3 CAJA 4

ARQUETA SONDEO S-3

SONDEO S-3 CAJA 5

EMPLAZAMIENTO SONDEO S-4

SONDEO S4 CAJA 1

SONDEO S-4 CAJA 3

SONDEO S-4 CAJA 2

SONDEO S-4 CAJA 4

SONDEO S-4 CAJA 5

CALICATA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-1

EMPLAZAMIENTO CALICATA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-1

EMPLAZAMIENTO ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-1

EMPLAZAMIENTO DE CALICATA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-2

CALICATA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-2

EMPLAZAMIENTO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-2

EMPLAZAMIENTO CALICATA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA P-3