

LA IMPORTANCIA DE LA VISIBILIDAD NOCTURNA EN LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.



David Calavia

A.E.T.E.C -España

Buenos Aires 26.10.2012



XVI CONGRESO ARGENTINO
DE VIALIDAD Y TRÁNSITO
7^{ma} EXPOVIAL ARGENTINA



22 al 26 de OCTUBRE DE 2012

La demarcación horizontal y la seguridad vial

OBJETO: proporcionar al conductor información visual que sea claramente identificable a una distancia tal que le permita suficiente tiempo de percepción y reacción.



1dist. fija



2vel. fija

La distancia de visibilidad – tiempo de percepción y reacción

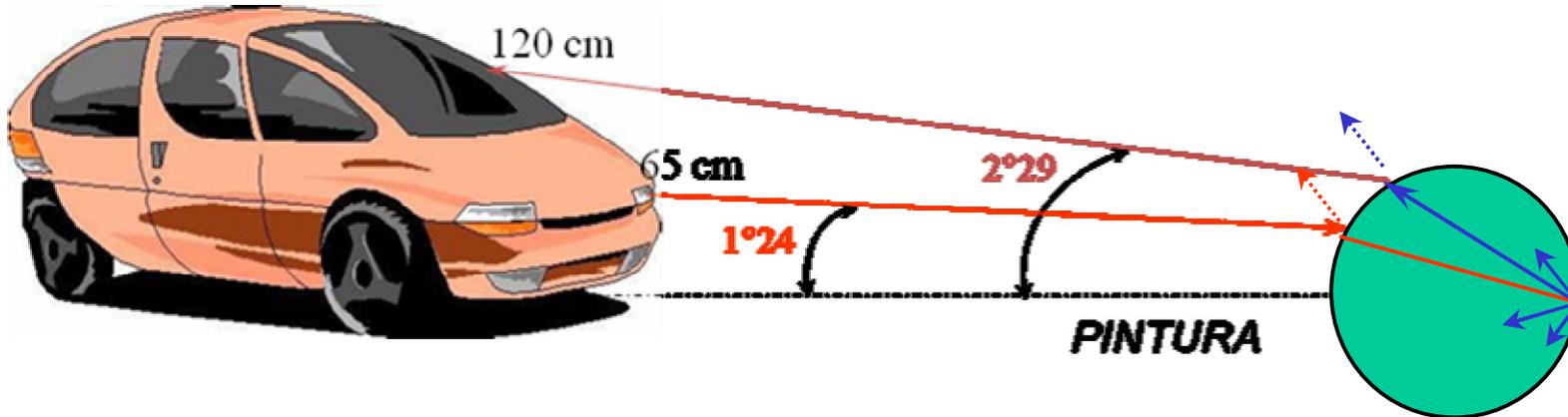
Distancia de visibilidad = tiempo de percepción y reacción x velocidad específica

Velocidad específica	Distancia de visibilidad en m para cada tiempo de percepción y reacción en segundos			
	2 s	3 s	4 s	5 s
km/h				
40	22	33	44	56
60	33	50	67	83
80	44	67	89	111
90	50	75	100	125
100	56	83	111	139
110	62	91	122	153
120	67	100	133	167
130	72	108	144	181
140	78	117	156	194

Requisitos de comportamiento de la demarcación horizontal

- **Coefficiente de luminancia bajo iluminación difusa** (de una zona de marca vial) Q_d ($\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$): Cociente entre la luminancia de una zona de marca vial en una dirección dada y la iluminancia de esa zona
- **Factor de luminancia** (de una zona de una marca vial, en una dirección dada bajo condiciones específicas de iluminación) β (unidad: 1) Relación entre la luminancia de una zona de una marca vial en una dirección dada y la de un reflector difuso perfecto idénticamente iluminado.
- **Coefficiente de luminancia retrorreflejada o Retrorreflexión** (de una zona de marca vial) RL ($\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$): Cociente entre la luminancia L de la zona de marca vial en la dirección de observación y la iluminancia E_{\perp} de esa zona, medida perpendicularmente a la dirección de la luz incidente.
- **Valor SRT** (de una marca vial): Es la resistencia al deslizamiento que ofrece una superficie a la fricción a baja velocidad, sobre dicha zona, de un patín de caucho. Se utiliza la abreviatura SRT:

La retrorreflexión: geometría de medida



su símbolo es RL y es adimensional pero se expresa en $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ para indicar que el valor resultante debe ir acompañado por los ángulos de iluminación y de observación que en este caso son de $1,24^\circ$ y $2,29^\circ$ lo que **simula una percepción a 30 metros**. $RL = L/E_{\perp}$

La retrorreflexión: Clases de comportamiento

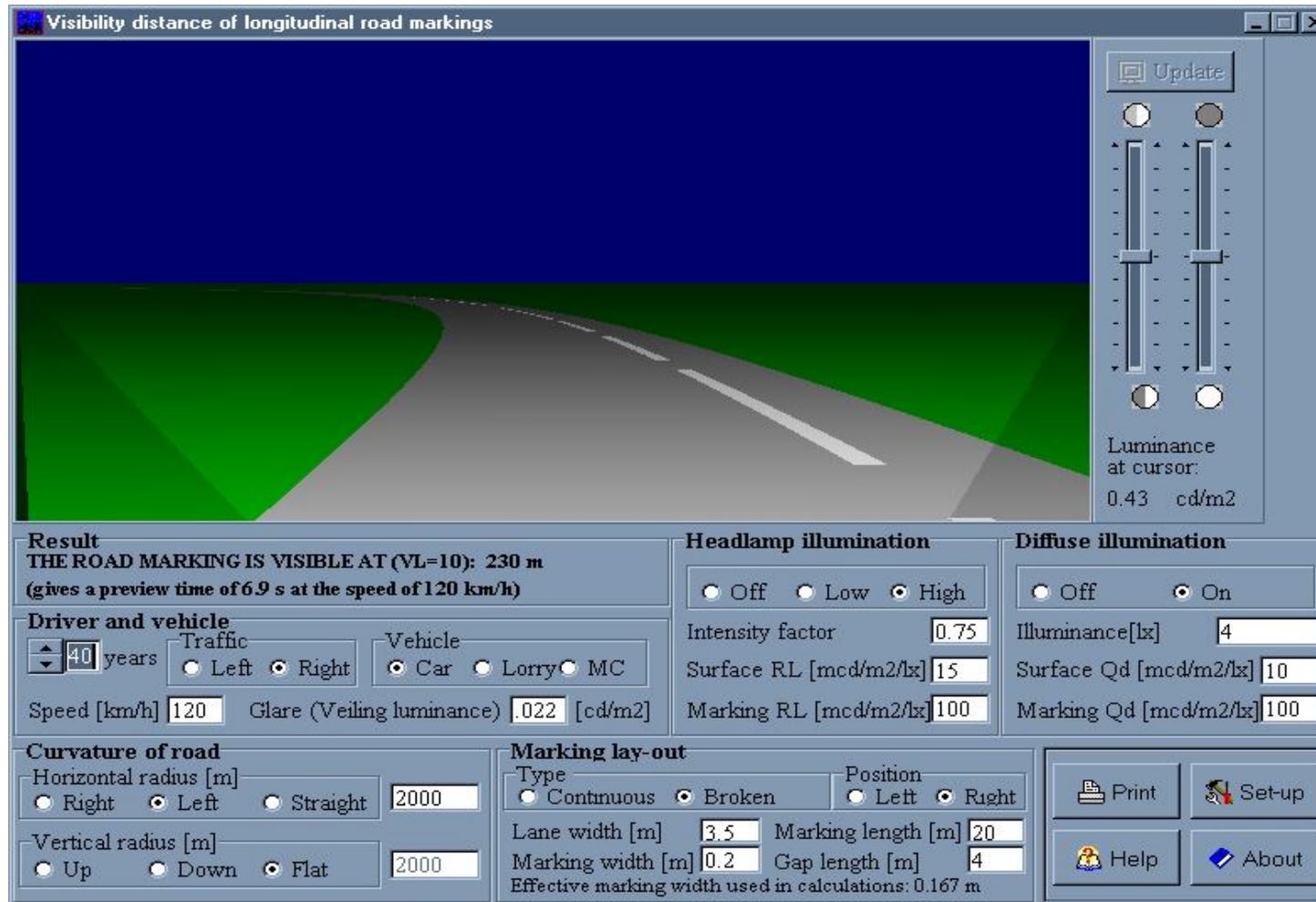
Las clases de comportamiento expresan límites de valores entre los cuales el ojo humano no percibe cambios de calidad

IDENTIFICACIÓN DEL REQUISITO Y EL PARÁMETRO				clave de Clase	NIVEL DE LA CLASE DE COMPORTAMIENTO Y SU VALOR CORRESPONDIENTE					
REQUISITO	PARÁMETRO	unidades de medida y símbolo			1	2	3	4	5	6
VISIBILIDAD DIURNA	COLOR	Cordenadas (x,y)			Pasa/no pasa					
	COEFICIENTE DE LUMINANCIA EN ILUMINACIÓN DIFUSA	$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$	Qd	Q	80*	100	130	160	200	
	FACTOR DE LUMINANCIA	β		B	0,20*	0,30	0,40	0,50	0,60	
VISIBILIDAD NOCTURNA	RETROREFLEXIÓN EN SECO	$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$	R_L	R	80*	100	150	200	300	
	RETROREFLEXIÓN EN SECO Y HÚMEDO	$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$	R_L	RW	25	35	50	75	100	150
	RETROREFLEXIÓN EN SECO, HÚMEDO Y LLUVIA	$\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$	R_L	RR	25	35	50	75	100	150
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO	SRT		S	45	50	55	60	65		
- Como un ejemplo, la clase R5 significa un requisito de retrorreflexión en seco de $300 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ - * valores solo admisibles para el color amarillo										

La visibilidad nocturna

Factores de influencia		Grado de influencia %	
		Conducción diurna	Conducción nocturna
Iluminación del propio vehículo		No significativo	50
Aspectos visuales	Contraste con el pavimento	75	No significativo
	Retroreflexión	No significativo	20
Geometría de la marca vial		20	20
Otros factores (iluminación pública, agudeza visual, deslumbramientos, geometría del vehículo, claridad del pavimento, trazado de la carreteada etc.)		5	10

Influencia de los distintos factores en la distancia de visibilidad- COST 331



La inspección visual de la visibilidad nocturna

Tipo de ciclo (pintado + vano) para cada velocidad específica		Número de líneas de eje visibles para cada distancia de visibilidad y tiempo de percepción y reacción en s							
		2 s		3 s		4 s		5 s	
Vel. esp km/h	Ciclo m (8.2-IC)	dist visb.	nº líneas	dist visb.	nº líneas	dist visb.	nº líneas	dist visb.	nº líneas
40	7,5	22	3	33	5	44	6	56	8
60	12,5	33	3	50	4	67	6	83	7
80	12,5	44	4	67	6	89	7	111	9
90	12,5	50	4	75	6	100	8	125	10
100	12,5	56	5	83	7	111	9	139	12
110	17,0	62	4	91	6	122	8	153	9
120	17,0	67	4	100	6	133	8	167	10
130	17,0	72	4	108	7	144	8	181	11
140	17,0	78	5	117	7	156	10	194	12

La medida de la visibilidad nocturna



retroreflectómetro
montado sobre vehículo



Retroreflectómetro
portátil.

La medida de la visibilidad nocturna



Medida de la retroreflexión en húmedo



Medida de la retroreflexión bajo lluvia

La medida de la visibilidad nocturna



Retroreflectómetros
montados sobre vehículos

XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO – VISIBILIDAD NOCTURNA DE LA DEMARCACIÓN HORIZONTAL

Control de calidad “in situ”

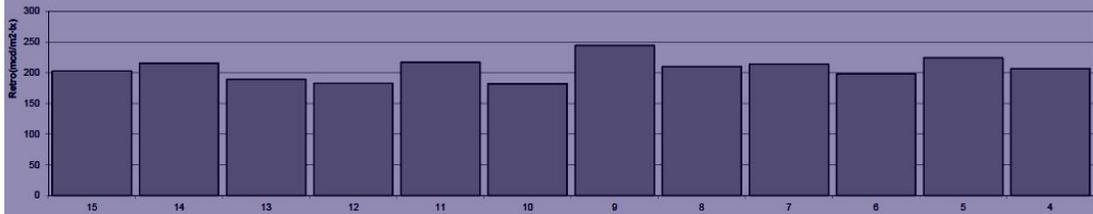
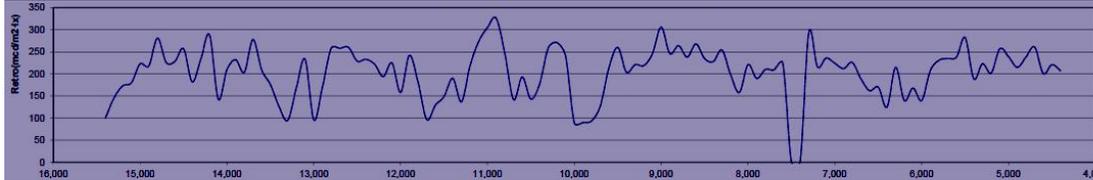
- [Norma ENV 13459-3 2001: Road markings. Quality control part 3. Performance in use .](#)
- [Norma UNE 135204:2010: Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Control de calidad. Comportamiento en servicio.](#)
- [Presentación listado 1](#)
- [Presentación listado 2](#)
- [Presentación estadísticas](#)
- [Gráficos](#)
- [Presentación resumida](#)
- [Presentación en mapas 1](#)

Presentación listado 1

Datos de la Auscultación

Equipo de medida: Zehntner ZDR6020 S/N 446020986	Auscultación con:	Nombre de la carretera: CL-527
Fecha de medida: 27/05/2012 13:34	Coordenadas GPS: Si	Dirección: Decreciente
Operador: JASG	Tª y humedad: Si	Calzada: Única
Nº de páginas: 4	Observaciones: Pereruela - ZA-330	Banda medida: Eje
Nombre del archivo: CL-527E2		PK inicio: 15,500
		PK final: 4,400

Gráfica de Retroreflexión



Retroreflexión media: **207** mcd/m² · lx Desviación estándar: **52**

PK medido	CD	Retro Med.	Tramo singular	Tª (°C)	H %	Retro Máx.	Coordenadas GPS			
							Long. Ini.	Lat. Ini.	Long. Fin.	Lat. Fin.
15,400	1,20	94		22	26	100	-5,87078633	41,41804000	-5,89987500	41,41838500
15,300	1,30	123		22	25	146	-5,86967500	41,41838500	-5,86854667	41,41677000
15,200	1,40	163		22	25	173	-5,86854667	41,41677000	-5,86747500	41,41713500
15,100	1,10	160		22	25	180	-5,86747500	41,41713500	-5,86637333	41,41751167
15,000	1,30	206		22	25	223	-5,86637333	41,41751167	-5,86530833	41,41787500
14,900	1,20	201		22	26	218	-5,86530833	41,41787500	-5,86422167	41,41824167
14,800	1,30	242		22	26	281	-5,86422167	41,41824167	-5,86313667	41,41861000
14,700	1,20	218		22	26	226	-5,86313667	41,41861000	-5,86204633	41,41898000
14,600	1,30	223		22	26	228	-5,86204633	41,41898000	-5,86098667	41,41937833
14,500	1,40	239		22	26	257	-5,86098667	41,41937833	-5,85982000	41,41974500
14,400	1,30	174		22	26	182	-5,85982000	41,41974500	-5,85877000	41,42010000
14,300	1,30	219		22	26	234	-5,85877000	41,42010000	-5,85763500	41,42048500
14,200	1,40	231		23	26	288	-5,85763500	41,42048500	-5,85658167	41,42088000
14,100	1,40	140		23	26	143	-5,85658167	41,42088000	-5,85545833	41,42122667
14,000	1,50	185		23	26	210	-5,85545833	41,42122667	-5,85436500	41,42160333
13,900	1,40	214		23	25	232	-5,85436500	41,42160333	-5,85325833	41,42197500
13,800	1,30	194		22	24	204	-5,85325833	41,42197500	-5,85217333	41,42234167
13,700	1,40	248		22	24	278	-5,85217333	41,42234167	-5,85107000	41,42271833
13,600	1,20	205		22	24	209	-5,85107000	41,42271833	-5,84997000	41,42309333
13,500	1,10	165		22	25	176	-5,84997000	41,42309333	-5,84889000	41,42345833
13,400	1,00	122		22	25	126	-5,84889000	41,42345833	-5,84776500	41,42380500
13,300	0,90	89		22	25	95	-5,84776500	41,42380500	-5,84656667	41,42390167
13,200	1,40	156		22	24	169	-5,84656667	41,42390167	-5,84542667	41,42382000
13,100	1,50	226		23	24	233	-5,84542667	41,42382000	-5,84419333	41,42374333
13,000	0,80	85		22	24	96	-5,84419333	41,42374333	-5,84302500	41,42387167
12,900	1,20	158		22	25	171	-5,84302500	41,42387167	-5,84189000	41,42428833
12,800	1,40	242		22	26	258	-5,84189000	41,42428833	-5,84085833	41,42473333
12,700	1,30	227		23	25	258	-5,84085833	41,42473333	-5,83984833	41,42517167
12,600	1,20	211		23	25	260	-5,83984833	41,42517167	-5,83883667	41,42560333
12,500	1,20	214		23	25	229	-5,83883667	41,42560333	-5,83776167	41,42600500
12,400	1,10	228		22	26	233	-5,83776167	41,42600500	-5,83670000	41,42649500
12,300	1,00	213		22	25	222	-5,83670000	41,42649500	-5,83571833	41,42691500
12,200	1,30	182		22	25	194	-5,83571833	41,42691500	-5,83462500	41,42728167
12,100	1,20	212		22	25	225	-5,83462500	41,42728167	-5,83345833	41,42767500
12,000	0,90	137		22	25	158	-5,83345833	41,42767500	-5,83251500	41,42819000

Presentación listado 2

Posición	Fecha y hora	RL	RL Mín.	RL Máx.	RL Desv Std	% RL acep.	Incidencia	Temperatura	Humedad r.	Velocidad (Km/h)	Referencia	GPS Long. In	GPS Lat. In.	GPS Long. F	GPS Lat. Fin
0,1	17/04/2012 16:20	131	1,7	150	15	82		25	6	64,73		1,04216	41,167935	1,04332667	41,1678133
0,2	17/04/2012 16:20	147	1,7	168	16	78		24	6	64,77		1,04332667	41,1678133	1,04448833	41,1676667
0,3	17/04/2012 16:21	137	1,7	173	27	69		24	7	66,72		1,04448833	41,1676667	1,04566833	41,1675117
0,4	17/04/2012 16:21	152	2	168	27	74		24	5	68,68		1,04566833	41,1675117	1,046845	41,1673583
0,5	17/04/2012 16:21	128	1,6	150	19	66		23	7	73,47		1,046845	41,1673583	1,04801333	41,1672033
0,6	17/04/2012 16:21	111	1,6	126	11	84		24	7	74,56		1,04801333	41,1672033	1,04922833	41,1670433
0,7	17/04/2012 16:21	130	1,6	159	19	77		24	8	74,56		1,04922833	41,1670433	1,05038667	41,1668883
0,8	17/04/2012 16:21	126	1,7	137	11	90		23	7	71,61		1,05038667	41,1668883	1,05159333	41,16674
0,9	17/04/2012 16:21	145	1,7	171	29	34		23	6	68,63		1,05159333	41,16674	1,05278833	41,1666117
1	17/04/2012 16:21	70	0,7	76	4	10		23	7	68,68		1,05278833	41,1666117	1,05396667	41,1664717
1,1	17/04/2012 16:21	0	0	0	0	0		24	7	63,76		1,05396667	41,1664717	1,0551	41,1662833
1,2	17/04/2012 16:21	222	2	278	45	22		23	6	62,82		1,0551	41,1662833	1,05625333	41,1660067
1,3	17/04/2012 16:21	120	1,7	145	53	76		24	7	65,73		1,05625333	41,1660067	1,05733167	41,165655
1,4	17/04/2012 16:21	113	1,9	124	12	89		23	7	67,67		1,05733167	41,165655	1,05839667	41,1652317
1,5	17/04/2012 16:22	109	1,8	125	12	81		24	6	67,67		1,05839667	41,1652317	1,05942167	41,1647983
1,6	17/04/2012 16:22	94	1,5	105	12	69		23	7	67,67		1,05942167	41,1647983	1,0605	41,164345
1,7	17/04/2012 16:22	113	1,8	129	12	84		23	6	67,67		1,0605	41,164345	1,06151333	41,163895
1,8	17/04/2012 16:22	131	1,7	149	14	80		24	7	67,67		1,06151333	41,163895	1,06252	41,163435
1,9	17/04/2012 16:22	120	1,5	140	15	43		24	7	67,54		1,06252	41,163435	1,06350833	41,162935
2	17/04/2012 16:22	138	1,9	156	14	83		23	7	67,87		1,06350833	41,162935	1,06453667	41,16242
2,1	17/04/2012 16:22	107	1,6	124	16	50		24	10	70,7		1,06453667	41,16242	1,065535	41,16191
2,2	17/04/2012 16:22	114	1,6	136	20	74		24	6	71,43		1,065535	41,16191	1,0665	41,1613967
2,3	17/04/2012 16:22	110	1,6	130	18	79		23	7	71,66		1,0665	41,1613967	1,06746667	41,160865
2,4	17/04/2012 16:22	110	1,6	137	22	76		23	6	72,65		1,06746667	41,160865	1,068425	41,160325
2,5	17/04/2012 16:22	115	1,7	137	17	84		23	6	72,84		1,068425	41,160325	1,06936833	41,1597683
2,6	17/04/2012 16:22	121	1,8	133	10	88		23	6	72,6		1,06936833	41,1597683	1,07024667	41,1592183
2,7	17/04/2012 16:23	119	1,8	129	8	87		24	6	71,66		1,07024667	41,1592183	1,07114	41,1586083
2,8	17/04/2012 16:23	116	1,7	140	17	81		24	7	71,66		1,07114	41,1586083	1,07199667	41,1579733
2,9	17/04/2012 16:23	109	1,3	130	17	84		24	7	71,57		1,07199667	41,1579733	1,07287667	41,1572933
3	17/04/2012 16:23	124	1,4	140	13	81		24	7	72,6		1,07287667	41,1572933	1,07367333	41,156675
3,1	17/04/2012 16:23	145	1,5	157	12	84		24	7	71,61		1,07367333	41,156675	1,07451	41,1560267
3,2	17/04/2012 16:23	125	1,5	136	9	87		24	8	71,61		1,07451	41,1560267	1,07540167	41,1553567
3,3	17/04/2012 16:23	110	1,3	121	10	84		24	7	72,6		1,07540167	41,1553567	1,07623167	41,1547683
3,4	17/04/2012 16:23	122	1,4	140	15	86		24	8	71,57		1,07623167	41,1547683	1,07713333	41,154175
3,5	17/04/2012 16:23	113	1,3	129	12	76		24	6	71,61		1,07713333	41,154175	1,07806	41,1536017
3,6	17/04/2012 16:23	283	0,7	303	23	18		23	6	71,66		1,07806	41,1536017	1,07900833	41,153055
3,7	17/04/2012 16:23	174	1,4	246	59	62		23	6	71,61		1,07900833	41,153055	1,07997667	41,152535
3,8	17/04/2012 16:24	155	1,4	192	54	82		23	6	71,66		1,07997667	41,152535	1,08102	41,15201
3,9	17/04/2012 16:24	148	1,9	165	15	87		23	7	72,6		1,08102	41,15201	1,08198	41,15155
4	17/04/2012 16:24	145	1,7	177	22	79		24	7	72,6		1,08198	41,15155	1,08300167	41,15107

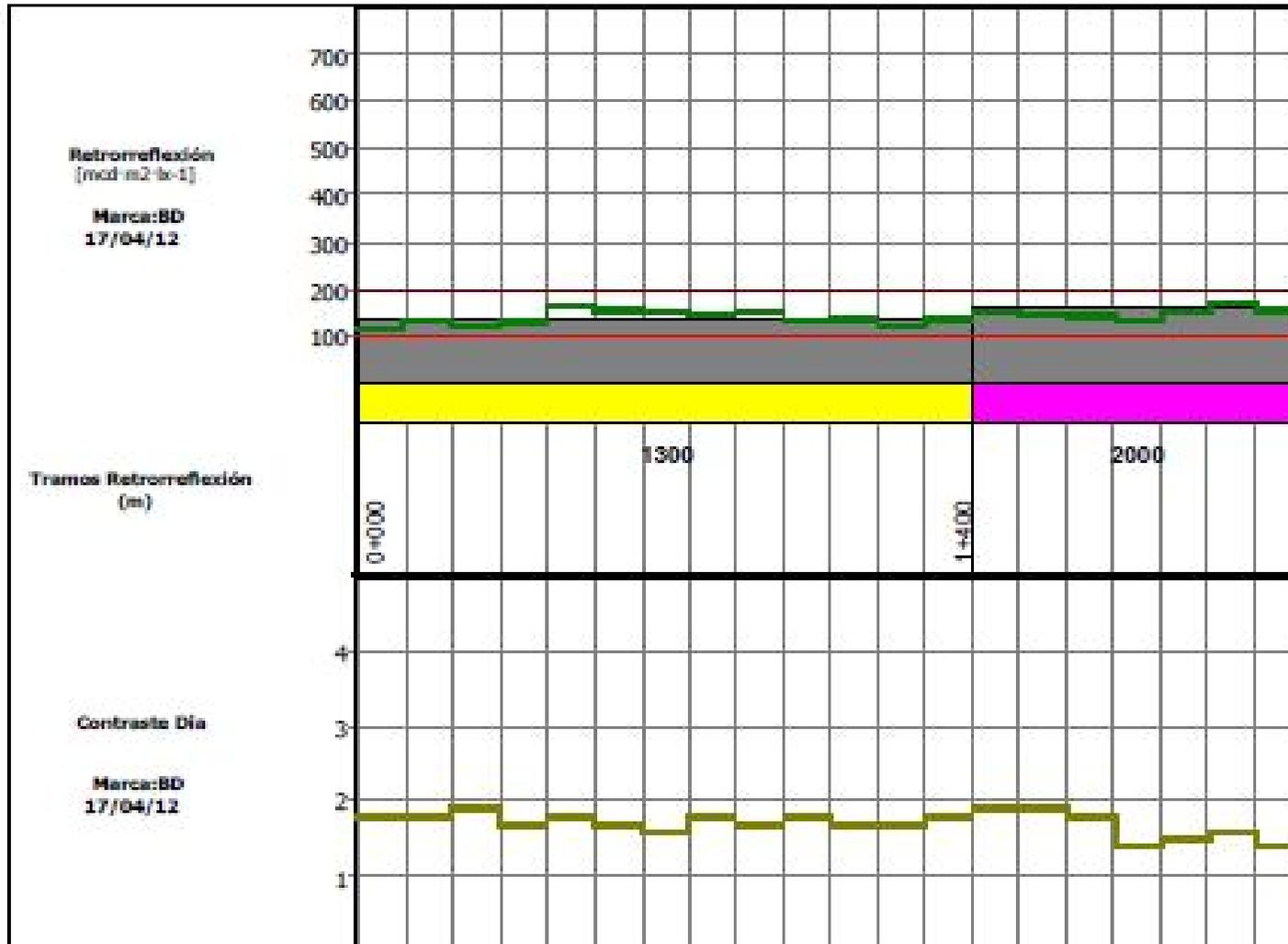
Presentación estadísticas

Retroreflexion	Long. Tramo	PKDI	PKDF	Longitud (m)	Parcial (m)	TOTAL (m)
< 75	< 1000					1.100
	1000 - 5000	11+300	12+400	1.100	1.100	
	>= 5000					
75 - 100	< 1000	4+200	4+700	500	700	2.700
		15+300	15+500	200		
	1000 - 5000	5+500	7+700	2.000	2.000	
	>= 5000					
100 - 125	< 1000	3+600	4+200	500	500	1.900
	1000 - 5000	7+700	9+300	1.400	1.400	
	>= 5000					
125 - 150	< 1000	4+700	5+500	700	1.300	2.600
		15+1100	16+400	500		
		17+300	17+400	100		
	1000 - 5000	0+000	1+400	1.300	1.300	
	>= 5000					
150 - 200	< 1000	17+600	17+900	300	300	4.100
	1000 - 5000	1+400	3+600	2.000	3.800	
		9+300	11+300	1.800		
	>= 5000					
200 - 250	< 1000	13+300	13+600	300	300	300
	1000 - 5000					
	>= 5000					
250 - 300	< 1000					0
	1000 - 5000					
	>= 5000					
>= 300	< 1000					0
	1000 - 5000					
	>= 5000					

gráficos

Gráficos de Señalización Horizontal

Fecha: 17/04/12 Provincia: TARRAGONA Carretera: T-11
Calzada: 1 Carril: 1 Tramo: 43T1111



Presentación especial programa mapping tools

File View Measurement Extras Help Latitude: 1,17837; Longitude: 41,14324; Zoom Level: 14

2096020

Name

CL-52712.zmdf

43T1111BD.zmdf

Urbanització Residencial Blancafort

La Plana

Urb. les Palmeres

Autopista del Mediterráneo

Autopista del Nord

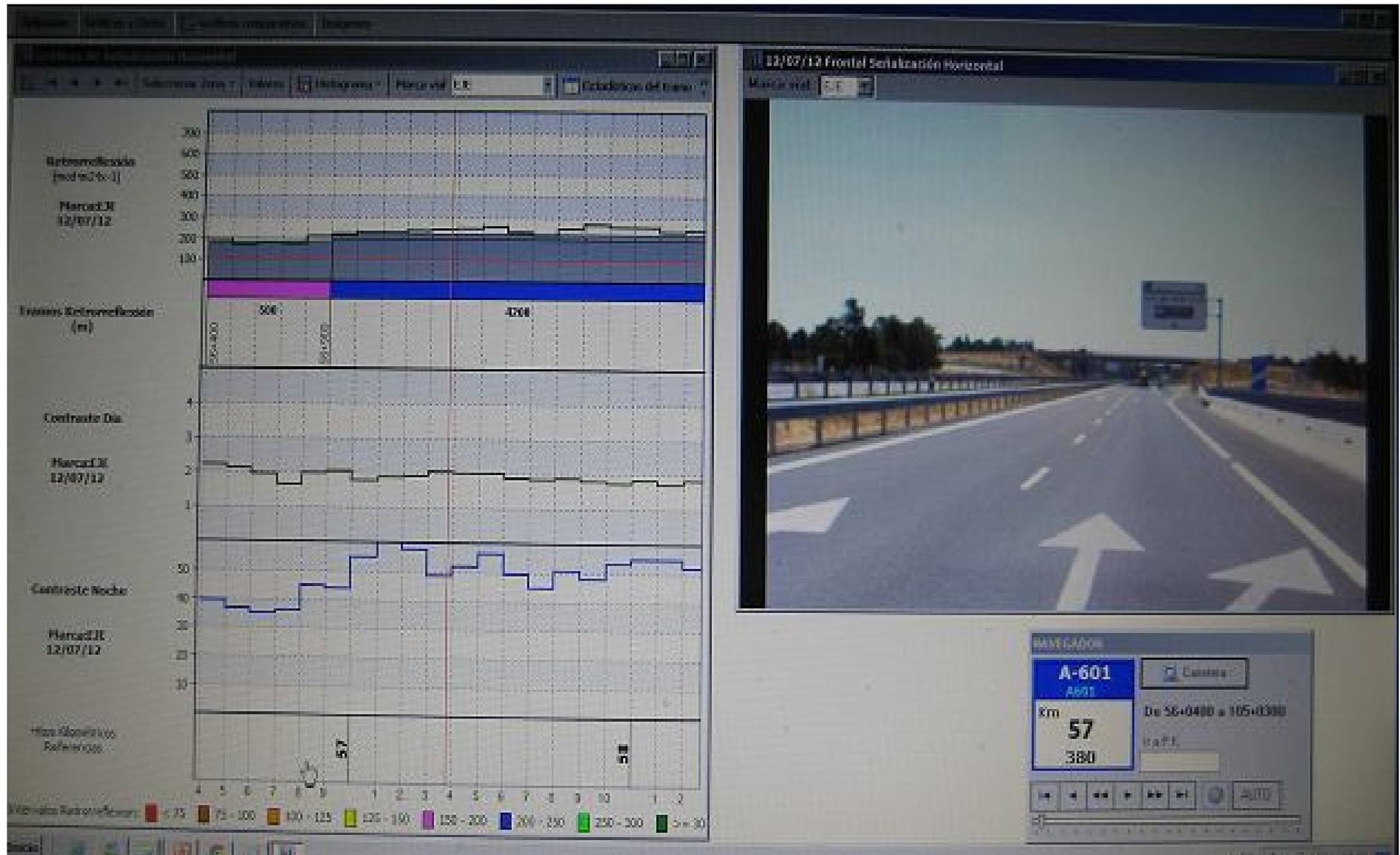
Map style: Road, Aerial, Hybrid

43T1111BD (43T1111BD.zmdf)

	Position (km)	Date	RL (mcd/bx/m ²)	RL Max. (mcd/bx/m ²)	RL Min. (mcd/bx/m ²)	RL σ (mcd/bx/m ²)	RL Pass (%)		Value	Picture (5)	Voice (0)	Profile
	8.800	17/04/2012 16:28:03	102	114	1.4	13	42	2				
	8.900	17/04/2012 16:28:07	94	111	1.3	16	64	2				
	9.000	17/04/2012 16:28:12	86	107	1.2	18	72	2				
	9.100	17/04/2012 16:28:17	90	105	1.2	13	75	2				
	9.200	17/04/2012 16:28:21	79	96	1.1	13	76	2				
	9.300	17/04/2012 16:28:26	90	112	1.1	17	77	2				
	9.400	17/04/2012 16:28:30	75	88	1.2	10	72	2				
	9.500	17/04/2012 16:28:35	91	109	1.1	14	74	2				
	9.600	17/04/2012 16:28:39	96	115	1.2	17	84	2				
	9.700	17/04/2012 16:28:43	0	0	0	0	0	2				
	9.800	17/04/2012 16:28:48	164	253	1.1	63	31	2				

9.602_9260627.jpg 1/5

Presentación especial visor España



¿qué hacer con toda esta información?

Para que la información sea eficaz tiene que servir para tomar decisiones también eficaces.

- ¿pueden extenderse los criterios utilizados en otras unidades viales para la demarcación horizontal dada su escasa vida útil y su alta variabilidad?**
- p.e ¿es eficaz tomar decisiones para cada 100 m?**
- ¿Hay que utilizar los mismos criterios a efectos de ejecutar garantías que a efectos de realizar mantenimiento?**
- ¿Podría resentirse la seguridad vial de no tomar decisiones a pequeña escala?**

¿qué hacer con toda esta información?

- 1 La demarcación horizontal presenta una variabilidad media del 25% sobre el valor medio lo que no es recomendable utilizar la recepción por atributos o el tratamiento por porcentaje de valores por debajo de un valor mínimo.**
- 2 La demarcación horizontal es percibida por el conductor en continuidad por lo que su ojo está integrando una importante longitud de línea**
- 3 Más aún, el conductor está percibiendo todas las líneas de la ruta no solo una de ellas por lo que parece recomendable que cualquier decisión tenga en cuenta que la percepción sea homogénea.**
- 4 El conductor percibe que pueda haber cambios entre poblaciones, entre enlaces pero no repentinamente**

Posibles tratamientos

1 Aceptación por tramos de longitud fija

- Hay que decidir cuál es esa longitud

2 Aceptación por tramos de calidad homogénea: media móvil.

- Hay que establecer cuáles son esos criterios

Aceptación por indicadores y tramos

Aceptación por lotes

Mantenimiento por indicadores

El indicador pondera la visibilidad diurna y nocturna en la cantidad que se desee

$$\underline{IG = a \cdot I_{vd} + b \cdot I_{vn}}$$

por ejemplo a: 0,3 b= 0,7

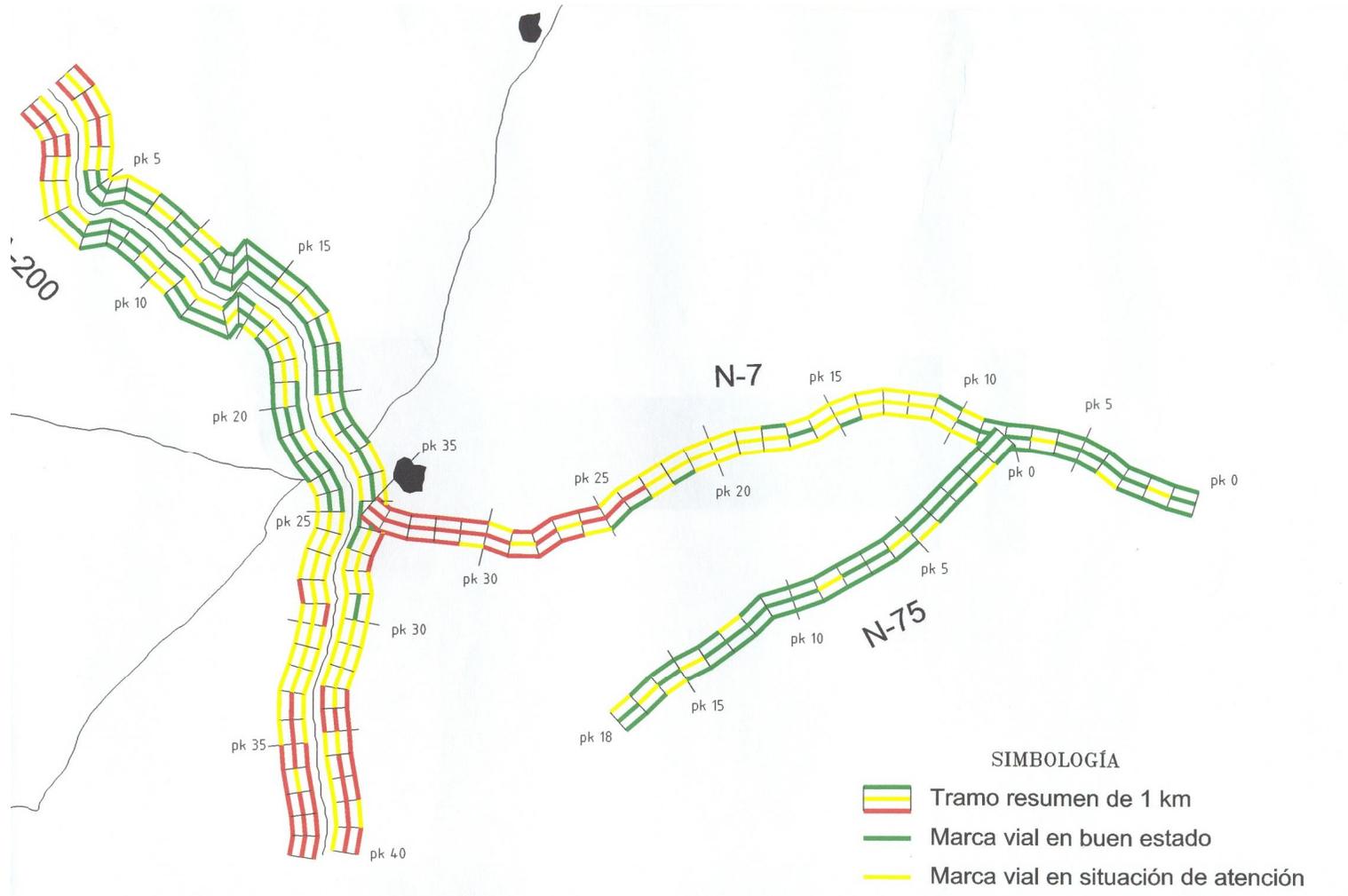
Si a=0 el indicador sólo representará a la visibilidad nocturna

El indicador puede calcularse para una distancia determinada de 100 m; 1000 m; 5.000 m etc; y para cada banda o para todas las bandas existentes incluso para toda una carretera o para toda una red

ESCALA NORMALIZADA DE VALORES DE VISIBILIDADES NOCTURNA Y DIURNA

Iv: NOTA o INDICADOR	VISIBILIDAD NOCTURNA R_L mcd*m ⁻² *lx ⁻¹	VISIBILIDAD DIURNA Cd: Relación de contraste
10	≥ 400	≥ 1,25
9,5	350 - 399	1,05 - 1,24
9,0	300 - 349	0,90 - 1,04
8,5	275 - 299	0,70 - 0,89
8,0	250 - 274	0,60 - 0,69
7,5	225 - 249	0,55 - 0,59
7,0	200 - 224	0,50 - 0,54
6,5	175 - 199	0,45 - 0,49
6,0	150 - 174	0,40 - 0,44
5,5	125 - 149	0,35 - 0,39
5,0	100 - 124	0,30 - 0,34
4,5	90 - 99	0,27 - 0,29
4,0	80 - 89	0,24 - 0,26
3,5	70 - 79	0,21 - 0,23
0	< 70	< 0,21

Aceptación por lotes



ALGUNAS CONCLUSIONES

- La visibilidad nocturna de las marcas viales es fundamental para la información visual al conductor. El valor mínimo es irrenunciable
- Se puede conseguir y se puede medir
- Las medidas pueden darnos un exceso de valores con lo que no saber qué hacer y que por lo tanto hay que tratar para facilitar la toma de decisiones
- El tratamiento puede ser distinto si el objeto es:
 - La recepción de obra (ejecutar garantías)
 - En función de la naturaleza del sustrato
 - El mantenimiento (decisiones de repintado)
- El ojo humano percibe las “clases” de comportamiento e integra, al menos, las marcas que va viendo a su izquierda y derecha

ALGUNAS CONCLUSIONES cont

- Recepción por tramos de banda: se recomienda que la unidad mínima sea de 1 km de cada banda
- Recepción por lotes o itinerarios homogéneos: Integra todas las bandas y pueden utilizarse.
 - Los valores de retrorreflexión
 - Los valores de los indicadores

El lote puede considerarse la carretera completa o tramos de ella (por ejemplo, entre poblaciones o entre enlaces)

Para la localización de los tramos las representaciones gráficas (o mapas de colores) son de una gran utilidad

Para identificar problemas, solo las fotografías pueden ayudarnos.

Otros factores

- **Rugosidad del sustrato** (Tan importante o más que la cantidad de tránsito)
- Selección juiciosa de los materiales
- Aplicación. Capacidad de control de la maquinaria