

**OPÉRATIONS D'ENTRETIEN POUR AUGMENTER LE CONFORT ET LA
SÉCURITÉ DES USAGERS ET RIVERAINS DES ROUTES DE HAUTE
CAPACITÉ AVEC COUCHES ENROBÉES DRAINANTES. EXPÉRIENCES SUR
L'AUTOROUTE DE LAS RIAS BAJAS. A-52. OURENSE (ESPAGNE)**

A.GÜELL

Unidad de Carreteras,Ministerio de Fomento,Ourense,Espagne
aguecan@ciccp.es

J.NUÑEZ

Norcontrol-Soluziona S.A.,Madrid,Espagne
jnunez@soluziona.com

B.LOPEZ

Obras Caminos y Asfaltos O.C.A. S.A.,Ourense,Espagne
blg-betunesyfirmes@telefonica.net

J.GARDETA

ETS Ingenieros Caminos,Univ.Politenica,Madrid,Espagne
juangardeta@telefonica.net

RÉSUMÉ

Due la prolifération qui s'est produite dans la dernière décennie des routes construites avec revêtements enrobés drainants, chaque fois est plus grand le souci de l'Administration routière espagnole pour les travaux d'entretien et réparations pour répondre aux exigences croissantes des usagers et des riverains de ces routes. Dans la présente communication on analyse les travaux d'entretien déroulés sur l'Autoroute de las Rías Baixas, A-52 par l'Unité des Routes de l'Etat à Ourense du Ministère de Fomento d'Espagne. Les travaux réalisés ont constitués, d'un côté en une campagne d'osculation des enrobés de la mentionnée autoroute réalisée durant trois ans avec comme objectif de mesurer le coefficient de la résistance au glissement, la texture superficielle et de la perméabilité "in situ" du revêtement et son évolution durant le temps. Aussi, ont été réalisées plusieurs campagnes de réparations du revêtement de cette autoroute, avec des méthodes de réparation qui cherchent à ne pas diminuer les valeurs de résistance au glissement, texture et perméabilité "in situ" obtenus. Dans ce travail se déroulent les résultats obtenus pendant l'osculation des indices mesurés. Aussi se déroulent les méthodes de réparation effectuées, qui dépendent autant du volume de revêtement à réparer comme des conditions d'exploitation de la voie. En dernier on finit avec une comparaison entre les deux méthodes en étudiant la texture et la perméabilité des réparations effectuées, en recommandant une méthode de réparation de le couche d'enrobé drainante respectueux avec les paramètres initiaux du revêtement pour répondre à la demande de sécurité et confort des usagers et des riverains de ces routes.

MOTS CLÉS

ENTRETIEN /CONFORT /SÉCURITÉ /TEXTURE /PERMÉABILITÉ.

OPÉRATIONS D'ENTRETIEN POUR AUGMENTER LE CONFORT ET LA SÉCURITÉ DES USAGERS ET RIVERAINS DES ROUTES DE HAUTE CAPACITÉ AVEC COUCHES ENROBÉES DRAINANTES. EXPÉRIENCES SUR L'AUTOROUTE DE LAS RIAS BAJAS. A-52. OURENSE (ESPAGNE)

1.- ANTÉCÉDENTS

Une des préoccupations principales entre les techniciens des routes est l'adhésion entre le pneumatique des véhicules et la chaussée.

Les caractéristiques de la chaussée qui contribuent à la résistance au glissement et à la prévention des accidents sont les principales irrégularités superficielles correspondantes aux microtexture et macrotexture.

Pour assurer une bonne adhésion pneumatique chaussée on a besoin d'une certaine microtexture ou aigreur de la surface de la chaussée et en plus à des hautes vitesses et avec une chaussée mouillée qui doit avoir une macrotexture suffisamment épaisse pour que l'on puisse évacuer rapidement l'eau.

2.- OBJECTIF DE L'ÉTUDE.

Depuis Mai 2001 jusqu'à l'actualité l'Unité des Routes de l'Etat de Ourense a réalisé diverses campagnes d'essais sur l'autoroute A-52 des Rias Baixas de Ourense (Espagne) pour analyser autant les valeurs de microtexture, macrotexture et perméabilité de l'autoroute mentionnée comme son évolution au long du temps.

On a également réalisé diverses campagnes de réparation de la chaussée de l'autoroute susmentionnée, avec des méthodes de réparation qui cherchaient non pas à diminuer les valeurs de la résistance au glissement, texture et perméabilité "in situ" obtenus. Dans ces campagnes on a vérifié entre les sections réparées et les contigües les valeurs susmentionnées du coefficient de résistance au glissement, texture superficielle et perméabilité "in situ" qui ont servi pour étudier l'idonéité des réparations effectuées.

Les essais de champ réalisés ont été les suivants:

- Coefficient de Résistance au Glissement (pendule TRRI, selon NLT-175/98)
- Texture superficielle (Méthode du cercle de sable, selon NLT-335/87).
- Perméabilité "in situ" (Perméamètre LCS, selon NLT-327/88).

Susmentionnés essais complètent les valeurs du Coefficient de Friction Transversal obtenus par les campagnes de SCRIM réalisées par la Direction Générales des Routes en Février de 1999, ainsi que les valeurs du coefficient de Polissage Accéléré (CPA) obtenus pendant la construction des divers tronçons de la mentionnée autoroute A-52.

3.- MÉTHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE D'OSCULTATION.

Pour la réalisation de ce travail on a suivi la suivante méthodologie.

3.1.- Établissement des tronçons homogènes.

On a établi 6 tronçons homogènes en accord avec les suivantes données:

- Même nature des arides.
- IMD similaires.
- Date de mise en service du tronçon de l'autoroute.
- Tracé similaire.

3.2.- Étude des caractéristiques des couches de roulement des divers tronçons.

Dans les 6 tronçons choisis on a étudié les suivants aspects:

- Caractéristiques des arides utilisés dans chaque mélange.
- Fuseaux granulométriques employés.
- CPA des arides.
- CRT obtenu dans la campagne réalisée avant le SCRIM.
- Type de colle utilisé dans chaque mélange.

A continuation on relate les tronçons choisis et leurs caractéristiques

Tableau 1.- Caractéristiques des tronçons homogènes.

TRONÇON	DIRECTION	LONGUEUR	TYPE DE MELANGE	BÉTON	ARIDES
(219+640-218+000)	Ourense-Benavente	1640	Drainant PA-12	BM-3a	Silice
(208+900-209+380)	Benavente-Ourense	480	Drainant PA-12	BM-3a	Silice
(217+960-218+980)	Benavente-Ourense	1020	Drainant PA-12	BM-3a	Silice
(171+640-172+500)	Benavente-Ourense	860	Dainant PA-12	BM-3a	Quartzite avec ardoise
(131+300-131+040)	Ourense-Benavente	260	Conventionel D-12	B 60/70	Quartzites
(127+900-127+600)	Ourense-Benavente	300	Conventionel D-12	B 60/70	Quartzites

Tableau 2.- Caractéristiques des tronçons homogènes.

TRONÇON	DIRECTION	DATE DE MISE EN SERVICE	CRT (%)		TEXTURES mm	
			Moyenne	Rang	Moyenne	Rang
(219+640-218+000)	Ourense-Benavente	1977	72	+/- 2	1,5	+/- 0,1
(208+900-209+380)	Benavente-Ourense	1977	83	+/- 2	1,4	+/- 0,1
(217+960-218+980)	Benavente-Ourense	1977	71	+/- 2	1,5	+/- 0,1
(171+640-172+500)	Benavente-Ourense	1988	66	+/- 2	1,3	+/- 0,1
(131+300-131+040)	Ourense-Benavente	1977	61	+/- 2	0,7	+/- 0,1
(127+900-127+600)	Ourense-Benavente	1977	63	+/- 2	0,9	+/- 0,1

Tableau 3.- Caractéristiques des tronçons homogènes.

TRONÇON	DIRECTION	CPA ARIDES	GRANULOMETRIE (TAMIS % QUI PASSE)								
			20	12,5	10	5	2,5	0,63	0,32	0,16	0,08
(219+640-218+000)	Ourense-Benavente	0,49	100	82,0	65,0	21,0	13,0	8,6			6,0
(208+900-209+380)	Benavente-Ourense	0,49	100	81,0	64,0	20,0	12,0	8,4			5,8
(217+960-218+980)	Benavente-Ourense	0,49	100	81,0	65,0	20,0	13,0	8,5			8,9
(171+640-172+500)	Benavente-Ourense	0,48	100	84,0	70,0	18,0	15,0	11,0			4,8
(131+300-131+040)	Ourense-Benavente	0,51	100	88,0	77,0	56,0	40,0	21,0	15,0	11,0	8,1
(127+900-127+600)	Ourense-Benavente	0,51	100	87,0	77,0	55,0	41,0	20,0	15,0	10,0	7,5

3.3.- Suivi de l'adhésion et la drainabilité de l'autoroute.

Les campagnes réalisées et le rang des températures indicatives des conditions météorologiques pendant les travaux de champ a été le suivant:

- Campagne 1 – Mai 2001 : de 20° a 40°.
- Campagne 2 – Novembre 2001: de 10° a 15°.
- Campagne 3 – Mai 2002: de 16° a 19°.
- Campagne 4 – Juin 2002: de 23° a 40°.
- Campagne 5 – Novembre 2002: de 9° a 16°.
- Campagne 6 – Mars 2003: de 7° a 28°.

Dans les tronçons d'essais on a réalisé diverses lectures a partir d'un p.k. déterminé et sur la direction de la marche du trafic, dans 10 profils séparés de 10 m chaqu'un. Dans chaque profil, et sur la voie rapide on a pris 3 lectures: l'extérieure, la centrale et l'intérieure.

4.- ANALYSE DES TRONÇONS HOMOGENES. ELECTION DES POINTS D'ESSAI.

En accord avec ce qui a été commenté avant on a considéré les 6 tronçons homogènes suivants.

Tableau 4.- Tronçons homogènes.

Point	P.K.	Marge (Direction)	Type mélange
1	219+640	Gauche (Vigo-Benavente)	Drainant PA-12
2	131+400	Gauche (Vigo-Benavente)	Conventionel D-12
3	127+850	Gauche (Vigo-Benavente)	Conventionel D-12
4	172+000	Droit (Benavente-Vigo)	Drainant PA-12
5	209+000	Droit (Benavente-Vigo)	Drainant PA-12
6	218+840	Droit (Benavente-Vigo)	Drainant PA-12

5.- RESULTATS DES ESSAIS DE CHAMP.

Sur les pages suivantes on ajoute des tableaux de résumés des résultats, ainsi que des graphiques d'évolution sur les 6 points antérieurs.

Tableau 5.- Mesures du Coefficient de Résistance au Glissement (Pendule TRRL NLT 175/98)

AUTOROUTE DES RIAS BAIXAS A-52								
Evolution du Coefficient de Résistance au Glissement CRD (Pendule TRRL, s/ NLT-175/98)								
Campagne	Date	Point >	1	2	3	4	5	6
		Margin >	Gauche	Gauche	Gauche	Droit	Droit	Droit
		PK >	219+640	131+400	127+850	172+000	209+000	218+840
		Type mélange	PA-12	D-12	D-12	PA-12	PA-12	PA-12
		CPA >	0,49	0,51	0,51	0,48	0,49	0,49
		CRT (%) >	72	61	63	66	83	71
		Rang de Températures (*)						
1	Mai-01	20°-40°	63,0	56,2	53,9	64,9	45,8	43,2
2	Nov-01	10°-15°	64,3	61,3	57,0	71,8	42,3	40,9
3	Mai-02	16°-19°	63,0	61,7	65,3	62,7	59,0	54,2
4	Juin-02	23-40°	65,5	66,4	56,4	62,7	56,8	63,2
5	Nov-02	9°-16°	71,4	71,9	71,8	73,4	59,1	58,3
6	mars-03	7°-28°	64,2	74,1	74,2	69,6	65,1	59,8

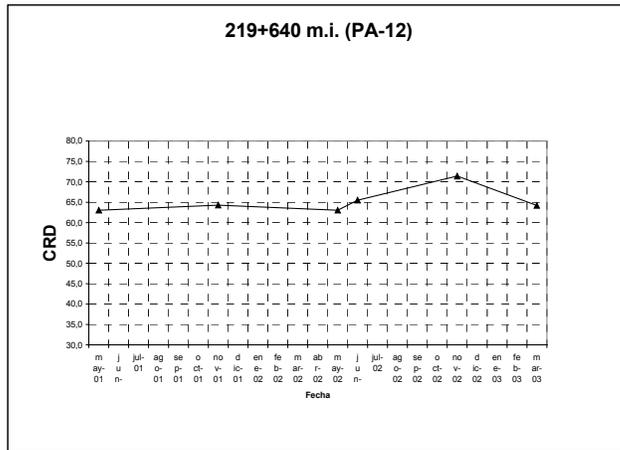


Figure 1- Graphiques des valeurs du Coefficient de Résistance au Glissement p.k. 219+640 MI

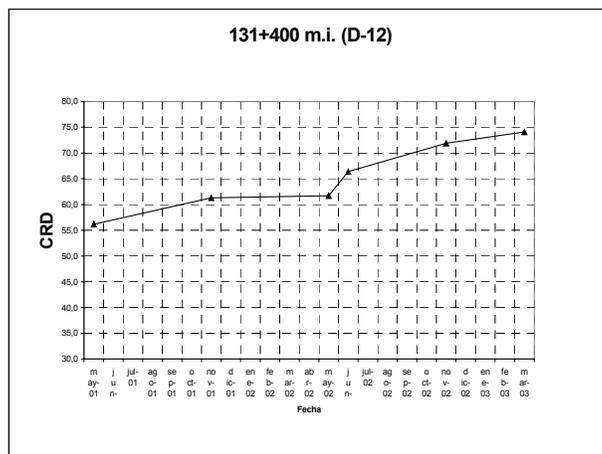


Figure 2- Graphiques des valeurs du Coefficient de Résistance au Glissement p.k. 131+400 MI

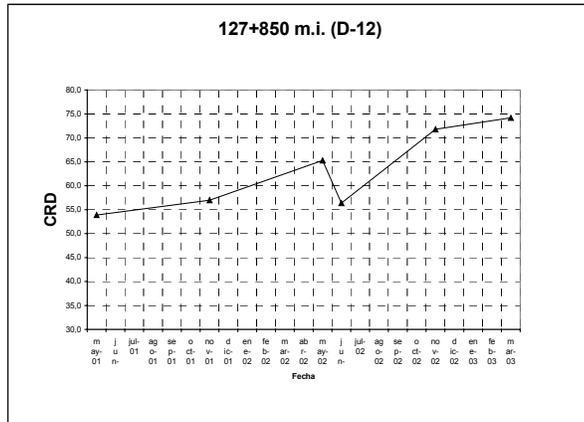


Figure 3- Graphiques des valeurs du Coefficient de Résistance au Glissement p.k. 127+850 MI

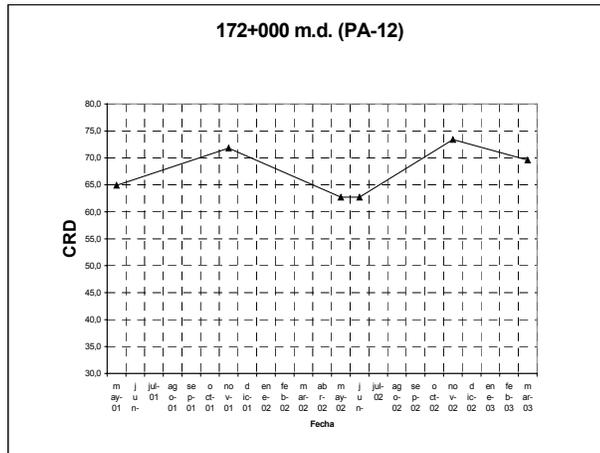


Figure 4- Graphiques des valeurs du Coefficient de Résistance au Glissement p.k. 172+000 MD

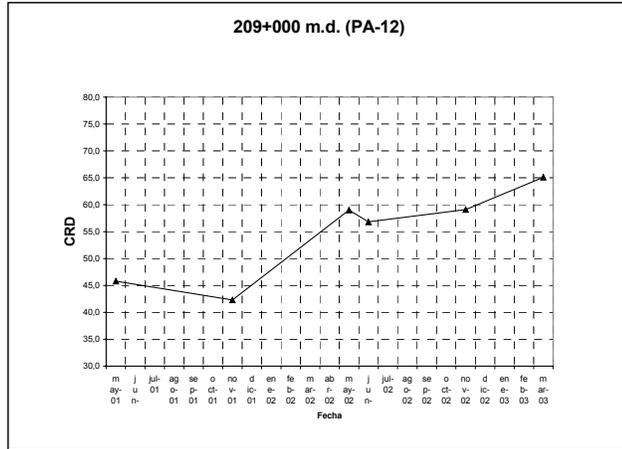


Figure 5- Graphiques des valeurs du Coefficient de Résistance au Glissement p.k. 209+000 MD

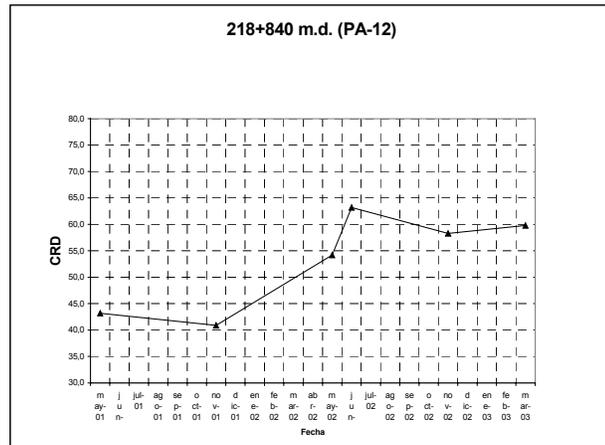


Figure 6- Graphiques des valeurs du Coefficient de Résistance au Glissement p.k. 218+840 MD

Tableau 6.- Mesures de texture superficielle (Cercle de sable NLT 335/87)

AUTOROUTE DES RIAS BAIXAS A-52								
Evolution de la Texture Superficielle (Cercle de sable s/ NLT-335/87)								
Campagne	Date	Point >	1	2	3	4	5	6
		Margin >	Gauche	Gauche	Gauche	Droit	Droit	Droit
		PK >	219+640	131+400	127+850	172+000	209+000	218+840
		Type mélange	PA-12	D-12	D-12	PA-12	PA-12	PA-12
1	Mai-01	H (mm)=	2,313	0,386	0,414	2,259	1,844	1,772
2	Fev-02		2,606	0,372	0,737	2,279	2,311	2,788
3	Mai-02		3,756	0,468	0,629	2,087	1,993	1,948
4	Juin-02		4,636	0,517	0,611	1,603	2,421	2,075
5	Nov-02		3,673	0,647	0,645	1,765	2,315	4,264
6	Mars-03		4,074	0,576	0,602	1,841	2,156	1,966

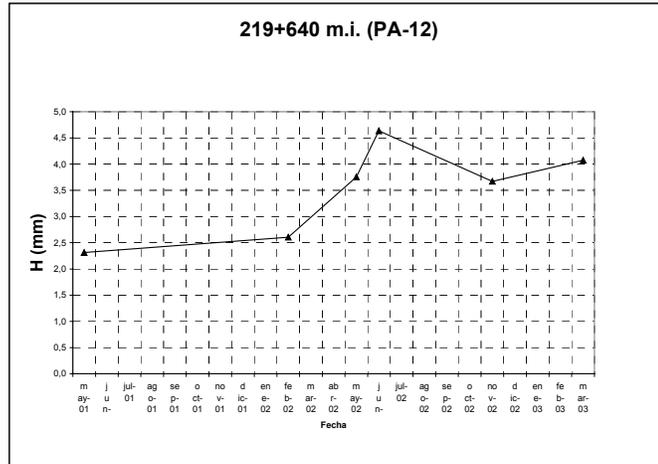


Figure 7- Grafiques des valeurs de texture superficielle p.k. 219+640 MI

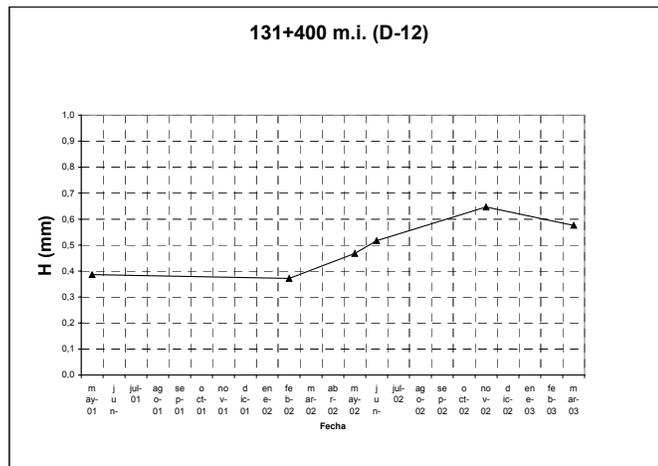


Figure 8- Grafiques des valeurs de texture superficielle p.k. 131+400 MI

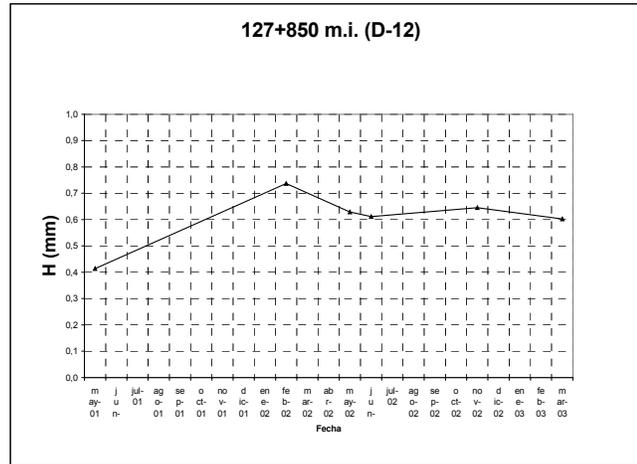


Figure 9.- Grafiques des valeurs de texture superficielle p.k. 127+850 MI

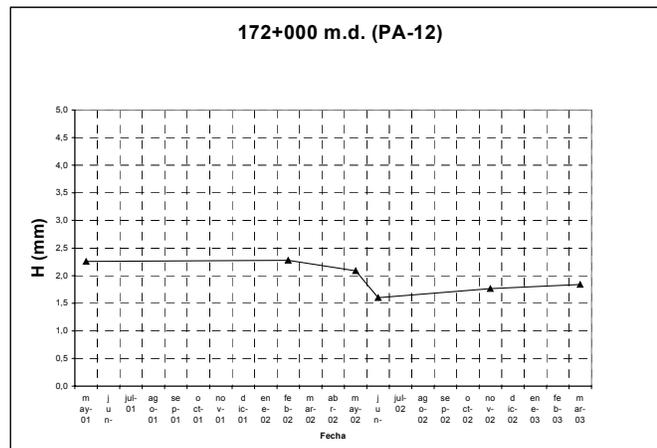


Figure 10.- Grafiques des valeurs de texture superficielle p.k. 172+000 MD

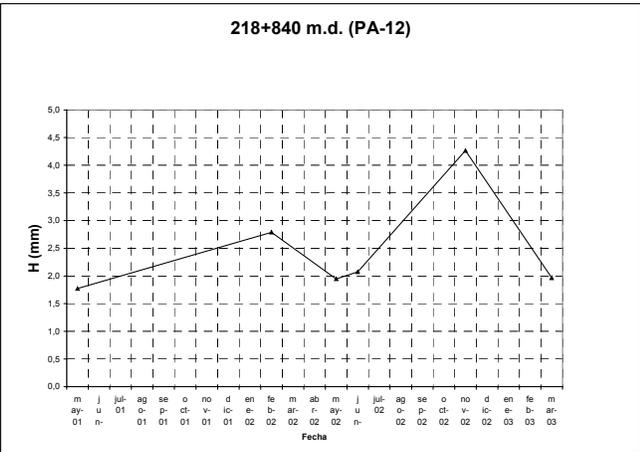


Figure 11.- Grafiques des valeurs de texture superficielle p.k. 218+840 MD

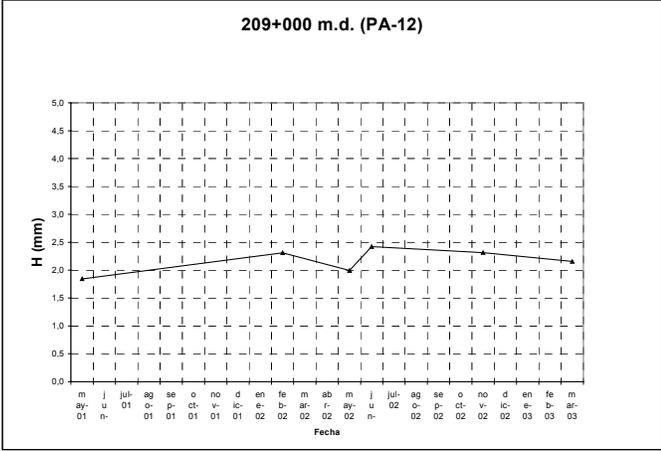


Figure 12.- Grafiques des valeurs de texture superficielle p.k. 209+000 MD

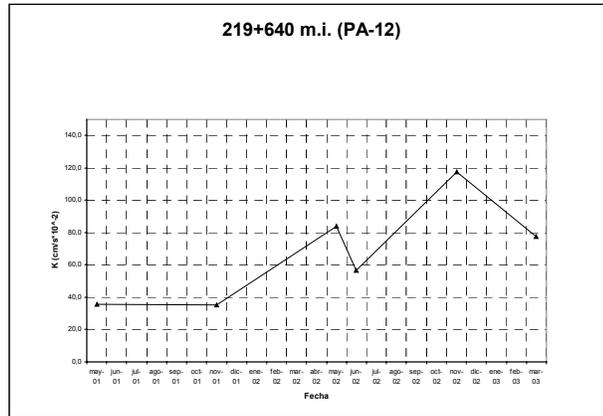


Figure 13.- Graphiques des valeurs de perméabilité “in situ” p.k. 219+640 MI

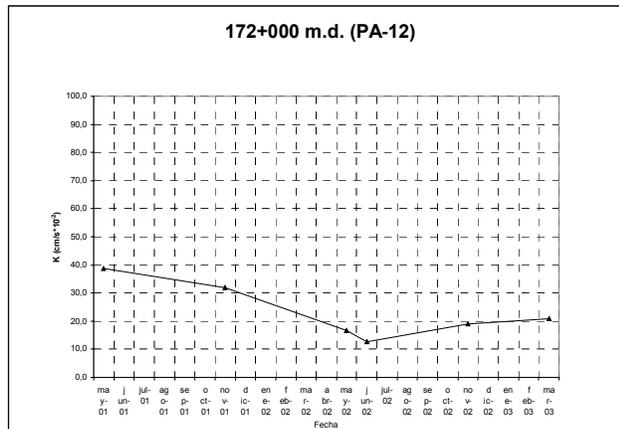


Figure 14.- Graphiques des valeurs de perméabilité “in situ” p.k. 172+000 MD

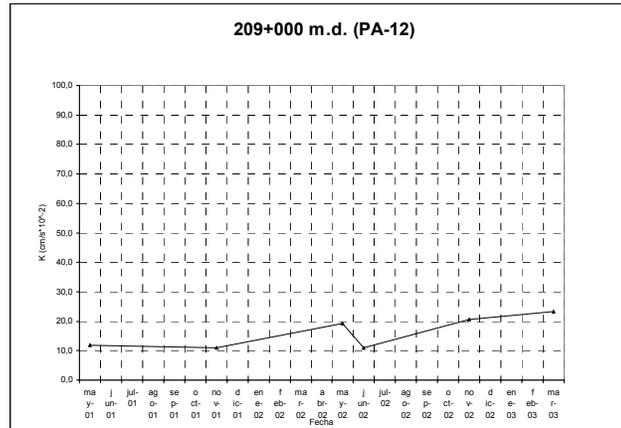


Figure 15.- Graphiques des valeurs de perméabilité “in situ” p.k. 209+000 MD

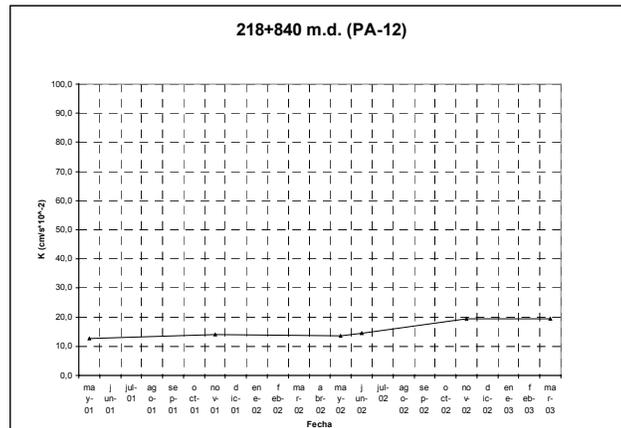


Figure 16.- Graphiques des valeurs de perméabilité “in situ” p.k. 218+840 MD

6.- REPARATIONS EFFECTUÉES SUR L'AUTOROUTE A-52.

Sur l'autoroute A-52 on a réalisé deux types de réparations sur les roulements drainants:

Réparation du roulement avec mélange bitumineux chaud drainant.

Réparation du roulement avec mélange bitumineux demi-chaud.

6.1. Réparation du roulement avec mélange bitumineux chaud drainant..

Pour les réparations effectuées on a utilisé un mélange drainant du type PA-12.

Les arides utilisés dans la fabrication du mélange mentionné ont été de nature silice qui ont une valeur de CPA (NLT-174/93) de 0,51.

Le béton utilisé a été un BM-3b d'après l'instruction de conglomérants hydrauliques et colles hydrocarbonatées du PG-3.

L'émulsion bitumineuse utilisée comme arrosage d'adhérence a été une ECR-2m selon la mentionnée instruction.

Pendant l'exécution du chantier on a réalisé un contrôle de fabrication pour vérifier la formule de travail.

On a suivi la suivante séquence pour les réparations:

- Coupe de la chaussée avec une fraiseuse, en évitant ainsi la formation des fins qui provoquent la coupe avec radiale, pour éviter de boucher les trous du mélange drainant.
- Nettoyage exhaustif de la caisse ouverte avec compresseur pour garantir l'élimination de n'importe quel fin qui pourrait saturer les trous.
- Emploi de l'émulsion modifiée ECR-2m.
- Organisation des travaux pour obtenir que le mélange arrive au chantier a la température adéquate.
- Extension et compactation du mélange drainant.

Après l'actuation réalisée se sont réalisés plusieurs campagnes d'essais en trois points pour obtenir:

- Coefficient de Résistance au Glissement (NLT-175/98).
- Texture superficielle (NLT-335/87).
- Perméabilité in situ (NLT-327/88).

ces valeurs obtenus ont été comparés avec les essais en sections contigües résultant les données suivantes:

Tableau 8.- Valeurs de Coefficient de Résistance au Glissement en réparations avec mélange drainant: pendule TRRL (NLT-175/98)

P.K.	195+735 MD		227+775 MI		240+020 MI	
Campagne	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé
Nov. 2002	80,8	77,7	82,0	81,1	83,2	79,0

Tableau 9.- Valeurs de Texture superficielle en réparations avec mélange drainant: cercle de sable (NLT-335/87)mm.

P.K.	195+735 MD		227+775 MI		240+020 MI	
Campagne	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé
Nov. 2002	1,74	1,76	1,50	1,57	2,31	1,41

Tableau 10.- Valeurs de l'évolution de la perméabilité en réparations avec mélange drainant (cm/s) x 10⁻².

P.K.	195+735 MD		227+775 MI		240+020 MI	
Campagne	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé
Janvier 2002	26,35	13,70	44,83	8,01	43,98	2,27
Nov. 2002	18,74	14,38	26,04	5,25	22,57	≅ 0

Comme conclusions aux campagnes d'essais réalisées dans ces réparations on trouve des valeurs majeures du CRD sur la nouvelle chaussée non pas sur l'ancienne.

Aussi les valeurs de macrotexture sont similaires avant et après les réparations sauf sur le point p.k. 240+020 MI sur lequel la différence est notable.

Aussi on trouve une récupération de la drainabilité entre les zones réparées et non réparées, avec une diminution notable des valeurs obtenus au fur et à mesure que le trafic suit son cours sur les sections réparées.

6.2. Réparations effectuées avec mélange bitumineux demi-chaud.

Pour les réparations effectuées on a utilisé un mélange demi-chaud du type PA-10.

Les arides utilisés dans la fabrication du mentionné mélange ont été de nature métamorphologique (roche cornéenne) qui a une valeur de CPA (NLT 174/93) de 0,57.

L'émulsion utilisée a été une ECMm d'après l'instruction de congolants hydrauliques et collants hydrocarbonés du PG-3.

L'émulsion bitumineuse utilisée comme arrosage d'adhésion a été du type ECR-2m d'après la mentionnée instruction.

Pendant l'exécution du chantier on a réalisé un contrôle de fabrication pour vérifier la formule de travail.

On a suivi la suivante séquence pour les réparations:

- Fabrication de mélanges bitumineux demi-chauds formés par l'union de l'aride chauffé à 80° C et l'émulsion bitumineuse également chauffée à 60° C.
- Stockage du mélange bitumineux demi-chaud pendant un maximum de 24 h jusqu'à son extension dans les réparations.
- Coupure de la chaussée avec fraiseuse, en évitant ainsi la formation de fins.
- Emploi de l'émulsion ECR-2m.
- Extension et compactation du mélange demi-chaud à une température minimum de 60° C.

Après l'actuation réalisée on a réalisé une campagne d'essais en trois points pour obtenir:

- Coefficient de Résistance au Glissement (NLT-175/98).
- Texture superficielle (NLT-335/87).
- Perméabilité in situ (NLT-327/88).

Ces valeurs ont été comparés avec les essais dans les sections contigües résultant les suivantes données:

Tableau 11.- Valeurs de coefficient de résistance au glissement en réparations avec mélange demi chaud: pendule TRRL (NLT-175/98)

P.K.	229+300 MD		236+200 MD		189+050 MI	
Campagne	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé
Mai 2003	56,4	49,8	47,7	46,8	51,9	52,7

Tableau 12.- Valeurs de texture superficielle en réparations avec mélanges demi-chaud: cercle de sable (NLT-335/87) mm.

P.K.	229+300 MD		236+200 MD		189+050 MI	
Campagne	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé
Mai 2003	1,40	1,51	1,42	2,04	1,01	1,81

Tableau 13.- Valeurs d'évolution de la perméabilité en réparations avec mélanges demi-chaud (cm/s) x 10⁻².

P.K.	229+300 MD		236+200 MD		189+050 MI	
Campagne	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé	Réparé	Non Réparé
Mai 2003	5,02	6,12	10,17	16,13	No ensayado	9,35

Comme conclusions á cette campagne d'essais réalisée on trouve des valeurs majeures de CRD sur la nouvelle chaussée non pas sur l'ancienne et une plus basse valeur, même similaire sur le p.k. 189+050 MI.

Ainsi, la macrotexture donne des valeurs très différentes entre les sections réparées et les sections contigües, cela est dû à que les mélanges demi-chauds présentent une plus basse capacité d'évacuation de l'eau que l'ancien mélange drainant.

Aussi ont trouve une plus basse drainabilité dans les sections réparées face aux sections contigües non réparées.

Comme colophon de cette méthode on devrait dire que les réparations présentent des valeurs raisonnables de texture, même si quand la perméabilité de la réparation diminue face aux sections contigües sans réparer. Face aux futures réparations suivant cette méthode qui est notablement plus économique que celle de réparer la couche de roulement avec mélange drainant, il faudrait créer des mélanges plus ouverts pour essayer d'améliorer la perméabilité dans les zones réparées.

7.- CONCLUSIONS_

Les travaux d'oscultation de la chaussée de l'autoroute A-52 réalisés pendant les trois dernières années ont servi a obtenir des valeurs du coefficient de résistance au glissement, la texture superficielle et la perméabilité "in situ" de la couche d'enrobé drainant, ainsi comme pour étudier son évolution au large du temps.

On a créé diverses campagnes de réparations sur la chaussée de l'autoroute A-52 avec l'objectif de ne pas diminuer les valeurs de résistance au glissement, texture et perméabilité "in situ" obtenus. Mentionnées réparations ont été réalisées en utilisant d'un côté les mélanges drainants et d'un autre côté des mélanges demi-chauds, en améliorant dans les deux cas les standards de qualité de la chaussée des sections réparées face aux sections contigües non réparées, ce qui proportionne aux usagers de la voie une plus grande sécurité routière et aussi un plus grand confort dans la circulation, d'après les objectifs fixés.

En dernier, l'Unité des Routes de l'Etat à Ourense continuera à réaliser des campagnes d'essais sur les tronçons mentionnés dans ce travail, pour étudier l'évolution des standards de qualité de la chaussée.

Ainsi, les campagnes de réparation de la chaussée qui se réaliseront se soumettront à des essais "in situ" pour garantir la non diminution des standards de qualité de la chaussée, étudiant son évolution au large du temps pour pouvoir choisir dans chaque cas la méthode de réparation de chaussée de l'autoroute qui contribue le mieux à augmenter la sécurité routière et confort des usagers de la route.