



PROCESO SELECTIVO PARA EL INGRESO POR EL SISTEMA GENERAL DE ACCESO LIBRE EN LA ESCALA DE TÉCNICOS FACULTATIVOS SUPERIORES DE ORGANISMOS AUTÓNOMOS DEL MINISTERIO DE FOMENTO

(Convocatoria por Resolución de 19 de enero de 2018, de la Subsecretaría, por la que se convoca proceso selectivo para ingreso, por el sistema general de acceso libre y promoción interna, en la Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento)

CUARTO EJERCICIO: Resolución por escrito de un supuesto práctico

Fecha de celebración: viernes, 14 de septiembre de 2018

ÁREA TEMÁTICA E: Estudios y Experimentación en Carreteras

Se ha proyectado realizar el desdoblamiento de un tramo de calzada de la Red de Carreteras del Estado (RCE) de 2 km de longitud total. Se trata de un tramo con pendiente media en los 2 km del 4%.

1. **(24 puntos)** La intensidad media diaria (IMD) actual es de 13.000 vehículos. Se estima una tasa de crecimiento anual del 3% hasta el año de puesta en servicio (2021) y de un 1,5% hasta el año para el cual se ha diseñado su vida útil (2041). Se considera que el 55% del tráfico circulará por la calzada de nueva construcción. El porcentaje de vehículos pesados se supone constante durante el periodo de proyecto e igual al 30%.

Para el nuevo tramo de calzada está previsto construir un primer tramo de 1 km (Tramo 1 o de referencia) empleando una mezcla convencional tipo hormigón bituminoso y un segundo tramo de 1 km (Tramo 2 o de prueba), empleando también mezclas tipo hormigón bituminoso, en cuya fabricación se empleará material procedente del fresado de mezclas bituminosas en caliente, en la máxima proporción posible compatible con lo establecido en el PG-3 (Tramo 2) –sin que haga falta autorización expresa de la Dirección General de Carreteras-. Al respecto procede indicar que la planta de mezcla bituminosa que abastecerá a la obra está situada a 30 km de distancia y tiene capacidad de suministrar tanto mezclas bituminosas convencionales como mezclas bituminosas en las que se incorpore asfalto reciclado (RAP).



El tramo está situado en la provincia de A Coruña, en un área próxima a una zona logística en el oeste y próxima a una zona residencial en la zona sureste.

Se pide contestar a las siguientes cuestiones. En todos los casos se justificarán convenientemente los resultados intermedios que se vayan obteniendo y se formularán de manera explícita las hipótesis y consideraciones complementarias al presente enunciado que el examinando considere necesario introducir.

- a) (6 puntos) Dimensione la sección tipo del firme, indicando espesores y materiales a utilizar en cada capa (incluso riegos) de las dos soluciones previstas para el desdoblamiento de calzada (Tramo 1 y Tramo 2). Para ello, se indicarán los ensayos de laboratorio que habría que realizar para el diseño de las mezclas propuestas. Las soluciones se referirán únicamente a los carriles (sin tener en cuenta arceles). En ambas secciones se optará por firmes semirrígidos, empleando el menor volumen de materiales posible. ¿Podría, en algún caso, emplearse mezclas bituminosas semicalientes, de acuerdo con el PG-3 vigente?
- b) (6 puntos) Para la sección tipo propuesta para el Tramo 1, efectúe un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del firme. Explique, razonadamente, qué actividades son las que tienen un mayor impacto (referido en particular al calentamiento global) en las distintas fases del ciclo de vida de una carretera, particularizando en la medida de lo posible, al caso estudiado. Se tendrán en cuenta los datos recogidos en la Tabla del Anejo 1. Si hiciera falta algún otro dato adicional, el opositor lo estimará, siempre de manera razonada.
- c) (2 puntos) Para el ACV de la sección tipo propuesta para el Tramo 2, elabore un diagrama simplificado en el que se reflejen los límites y el alcance del sistema que se propone.
- d) (2 puntos) Detalle qué posibles medidas se podrían adoptar para contribuir a la moderación del ruido generado por el tráfico, desde el punto de vista del firme.
- e) (2 puntos) Diseñe un plan de auscultación para estudiar la evolución de las características superficiales y estructurales del tramo de prueba en relación con el tramo de referencia.
- f) (2 puntos) Una vez puesta en servicio la autovía, se registra en el área de la actuación en el tercer año un número total de accidentes de 39, de los cuales



- 3 tuvieron víctimas, siendo 2 de ellas graves. Calcule el índice de peligrosidad del tramo y el índice de gravedad.
- g) (2 puntos) A la vista de la situación descrita en el apartado anterior, se decide efectuar una campaña de investigación en el tramo, midiendo, entre otros aspectos, el Coeficiente de Rozamiento Transversal en el mes de marzo. El resultado de la medición indica que el valor medio por km en el Tramo 1 es de 47 y en el Tramo 2 es de 44, estando todos los valores puntuales por encima de 35 puntos. Indique si los valores obtenidos cumplirían las especificaciones vigentes para las carreteras en servicio de la RCE.
- h) (2 puntos) En todo caso, el titular de la carretera decide mejorar la resistencia al deslizamiento del firme en ambos tramos. Se pide por tanto que indique, de manera razonada, qué posibles soluciones, provisionales y definitivas, se pueden acometer, dentro de lo contemplado en la normativa vigente, para mejorar la resistencia al deslizamiento de la calzada.
2. (10 puntos) Se pretende también rehabilitar la calzada existente de la autovía. El año de puesta en servicio de la rehabilitación se considera igualmente 2021. Para ello, se ha efectuado una inspección visual detallada y una auscultación con deflectómetro de impacto en el carril derecho (el más deteriorado). La inspección visual se efectuó durante la primera quincena del mes de abril y la medida de deflexiones se llevó a cabo el 16 de abril. A la vista del deflectograma, se pide efectuar la rehabilitación de un tramo homogéneo de comportamiento uniforme de 500 metros.

El resultado de la inspección visual en el tramo citado de 500 metros se muestra en las hojas que se acompañan como Anejo 2 a este ejercicio. El resultado de la auscultación con deflectómetro de impacto y los datos de precipitación diaria de los meses de febrero, marzo y abril de 2018 de la estación meteorológica de Santiago de Compostela, la más próxima a la traza, se acompañan en el Anejo 3 a este ejercicio. Se ha hecho también una campaña de extracción de testigos para confirmar espesores de firme existentes, detectándose que, en general, el espesor de capa fisurada en las zonas cuarteadas afecta solo a los 4 primeros centímetros del firme.

De acuerdo con la información disponible, la sección estructural del firme existente es la siguiente:

- 20 cm de mezcla bituminosa.
- 25 cm de zahorra artificial.
- Explanada con suelo seleccionado tipo 2 (CBR=10).
- Condiciones de drenaje deficientes.

Se pide contestar a las siguientes cuestiones:



- a) (2 puntos) Determine un índice de fisuración representativo del estado del firme. ¿Existe agotamiento estructural en alguna sección? Valore, de manera razonada, el resultado obtenido, explicando los mecanismos de deterioro que pueden haber actuado.
 - b) (8 puntos) Teniendo en cuenta los resultados de las deflexiones medidas y de la inspección visual del firme, proponga un programa de trabajo razonado para su rehabilitación por medio de un recrecimiento, por suponer un menor perjuicio a los usuarios, indicando la sección resultante.
3. (6 puntos) El proyecto que se está analizando (en la calzada de nueva construcción) se ha incluido como tramo piloto en un proyecto más amplio de I+D+i que tiene como objetivo avanzar en el conocimiento del estado de la carretera en tiempo real. Para ello, se decide introducir sensores en el firme que permitan conocer el tráfico que circula por la vía y las tensiones y deformaciones del paquete de firmes.
- a) (6 puntos) Explique y justifique el tipo de instrumentación que colocaría, proponiendo una sección tipo. Indique asimismo la clase de información que obtendría a partir de cada uno de los sensores empleados así como posibles aplicaciones prácticas de un proyecto de estas características.



ANEJO 1 DATOS PARA ACV

DATOS GENERALES

Suelo Cemento	2,2 t/m ³
Riego de Imprimación	1.100 g/m ²
Riego de Curado	520 g/m ²
Riego de Adherencia (dotación de betún 200 g/m ²)	350 g/m ²
Riego de Adherencia (dotación de betún 250 g/m ²)	400 g/m ²
Mezclas bituminosas en caliente	2,4 t/m ³

CONSUMOS ENERGÉTICOS

Fabricación de suelo cemento	0,0511 kWh/m ²
Fabricación de los riegos	0,0005 kWh/m ²
Fabricación de mezcla bituminosa	0,9458 kWh/m ²
Puesta en obra de suelo cemento	0,1228 l/m ²
Puesta en obra riegos	0,0042 l/m ²
Puesta en obra de mezcla bituminosa	0,0851 l/m ²
Fresado de mezcla bituminosa	0,0686 l/m ²
Camión de transporte	20 l/100 km

TRANSPORTE DE MATERIALES

Distancia planta de suelo cemento-obra	40 km
Distancia planta asfáltica-obra	30 km
Distancia obra-vertedero	80 km

FACTORES DE EMISIÓN

Gasoil	2,00 kgCO ₂ eq/l
Mix eléctrico	0,25 kgCO ₂ eq/kWh

Nota 1:

No se considerarán los impactos asociados a la obtención de las materias primas (agua, cemento, betún, etc) ni sus transportes de a las plantas correspondientes.

Nota 2:

Se supondrá que tanto el consumo como las emisiones de todos los vehículos de transporte son equivalentes a las de un camión de transporte de 10 t con un consumo de 20 litros de gasoil cada 100 km

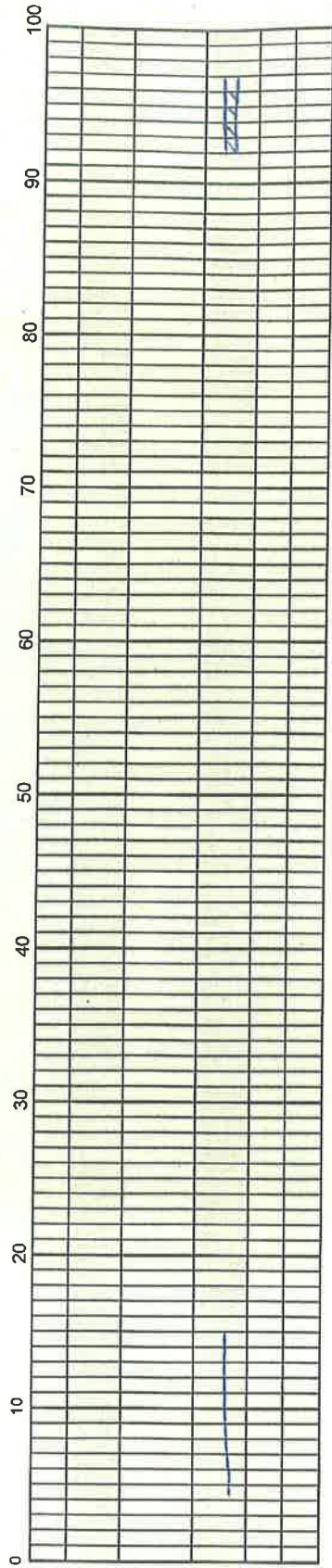
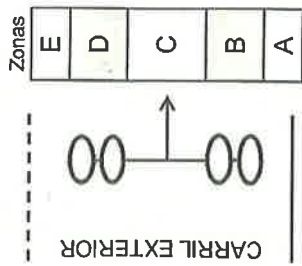


ANEJO 2

RESULTADO INSPECCIÓN VISUAL

INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

Carretera / Tramo..... Calzada / Carril..... Provincia..... Hoja n°.....
 Denominación..... Tipo pavimento..... Fecha 9/04/2018
 Autor de la inspección..... De pk 0+000 a pk 0+100 Longitud del Km..... m.



Leyenda:

———— Grieta longitudinal simple

//// Grieta longitudinal ramificada

==== Grieta longitudinal sellada

 Zonas cuarteadas

INCIDENCIAS

Hito hectométrico Hito kilométrico Desmonte D Terraplén T Paso inferior PI Paso superior PS Otros I

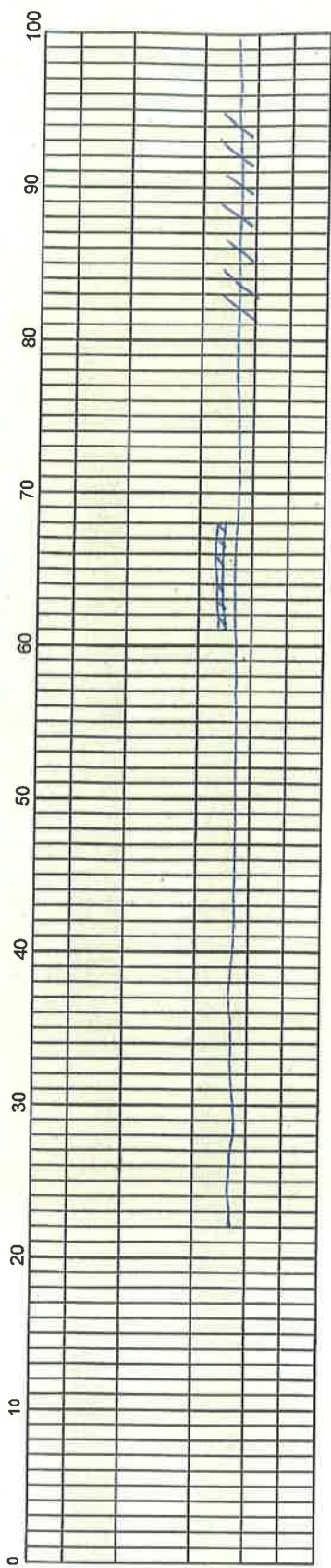
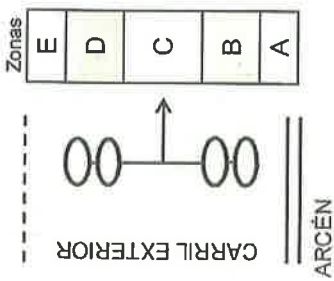
Observaciones: *Desmonte*

.....

.....

INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

Carretera / Tramo..... Calzada / Carril..... Provincia..... Hoja nº 2
 Denominación..... Tipo pavimento..... Fecha 9/07/2018
 Autor de la inspección..... De pk. 0+100 a pk. 0+200 Longitud del Km..... m.



- Leyenda:**
- _____ Grieta longitudinal simple
 - //// Grieta longitudinal ramificada
 - ==== Grieta longitudinal sellada
 - ▢ Zonas cuarteadas

INCIDENCIAS
 Hito hectométrico Δ Hito kilométrico \square Desmonte D Terraplén T Paso inferior PI Paso superior PS Otros I

Observaciones: *ver anexo*

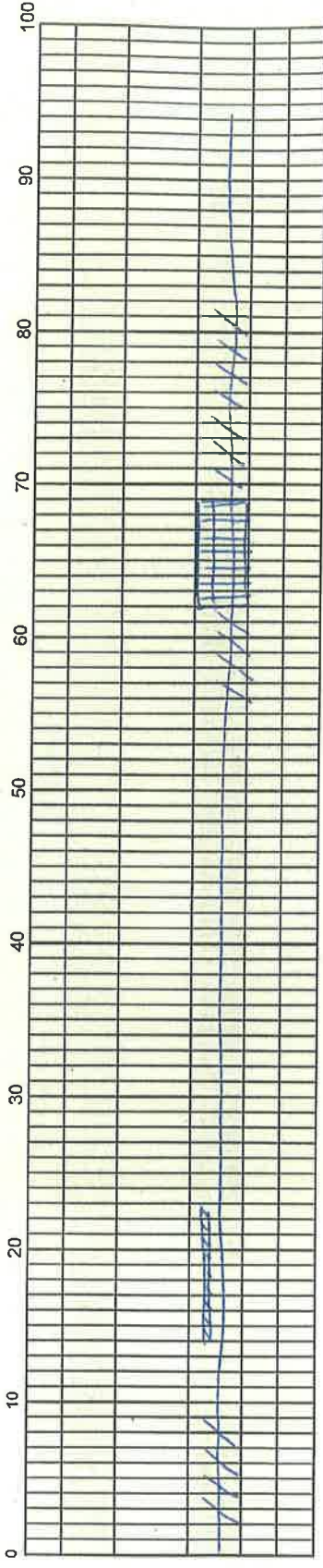
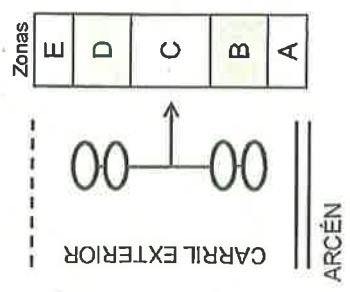
.....

.....

.....

INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

Carretera / Tramo..... Calzada / Carril..... Provincia..... Hoja nº 3
 Denominación..... Tipo pavimento..... Fecha 9.10.11.25.18
 Autor de la inspección..... De pk. 0+200 a pk. 0+300 Longitud del Km..... m.



- Leyenda:**
- Grieta longitudinal simple
 - Grieta longitudinal ramificada
 - Grieta longitudinal sellada
 - Zonas cuarteadas

INCIDENCIAS

Hito hectométrico Δ Hito kilométrico \square Desmonte D Terraplén T Paso inferior PI Paso superior PS Otros I

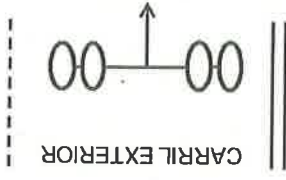
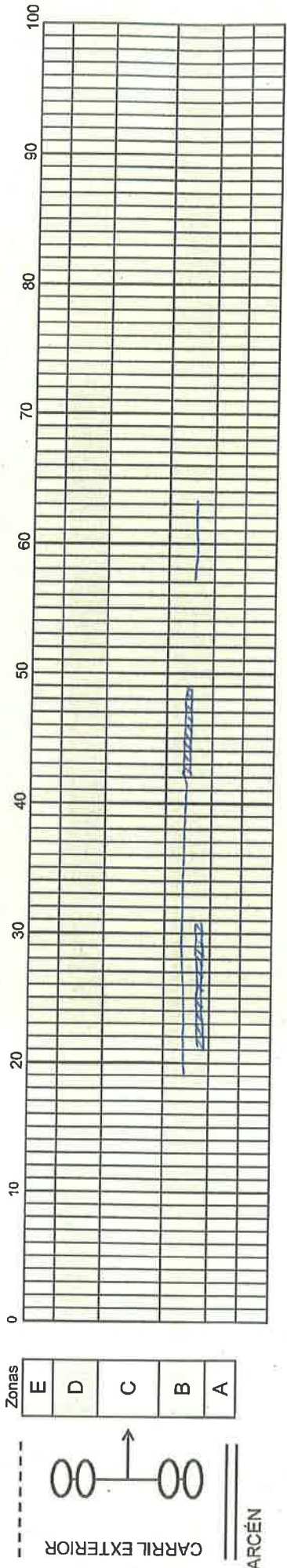
Observaciones: *Desmonte*

.....

.....

INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

Carretera / Tramo..... Calzada / Carril..... Provincia..... Hoja nº.....
 Denominación..... Tipo pavimento..... Fecha.....
 Autor de la inspección..... De pk. 0+30.0 a pk. 0+40.0..... Longitud del Km..... m.

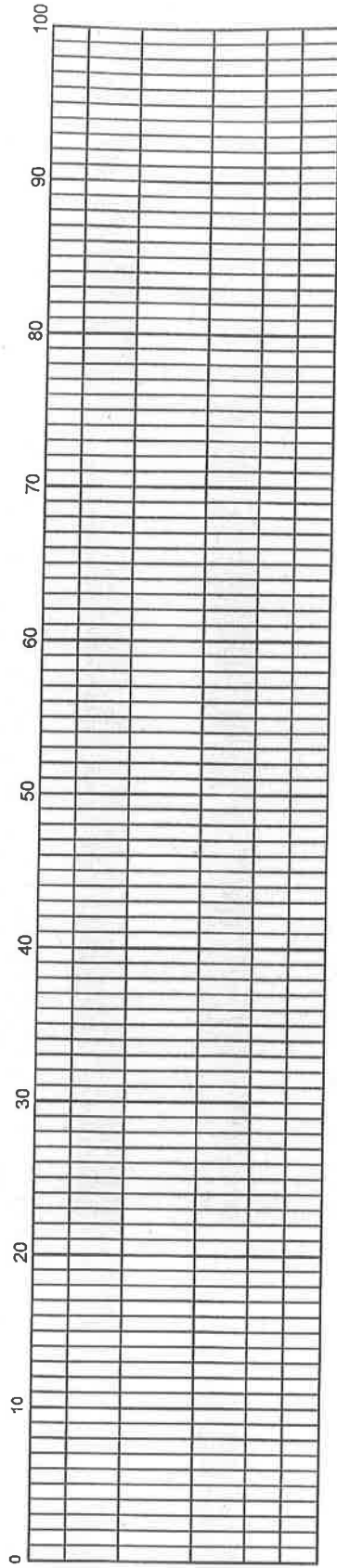
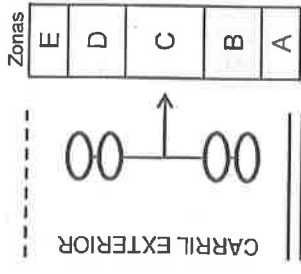


- Leyenda:**
- _____ Grieta longitudinal simple
 - //// Grieta longitudinal ramificada
 - //// Grieta longitudinal sellada
 - ▢ Zonas cuarteadas

INCIDENCIAS
 Hito hectométrico Δ Hito kilométrico \square Desmonte D Terraplén T Paso inferior PI Paso superior PS Otros I
 Observaciones: Discontinuidad en T.A.S. = a T.A.S. caplén en 25 PK. 0+42.5

INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

Carretera / Tramo..... Calzada / Carril..... Provincia..... Hoja nº 5
 Denominación..... Tipo pavimento..... Fecha..... 9/07/2018
 Autor de la inspección..... De pk. 0+000 a pk. 0+500 Longitud del Km..... m.



- Leyenda:**
- _____ Grieta longitudinal simple
 - //// Grieta longitudinal ramificada
 - ==== Grieta longitudinal sellada
 - ▢ Zonas cuarteadas

Hito hectométrico Δ Hito kilométrico \square Desmonte D Terraplén T Paso inferior PI Paso superior PS Otros I

Observaciones: T.S.C. 500-550m



ANEJO 3

RESULTADOS DE DEFLEXIONES

pk	dp (10 ⁻² mm)
0 a 0+020	26
0+020 a 0+040	22
0+040 a 0+060	23
0+060 a 0+080	20
0+080 a 0+100	24
0+100 a 0+120	22
0+120 a 0+140	30
0+140 a 0+160	27
0+160 a 0+180	30
0+180 a 0+200	49
0+200 a 0+220	46
0+220 a 0+240	51
0+240 a 0+260	45
0+260 a 0+280	54
0+280 a 0+300	28
0+300 a 0+320	23
0+320 a 0+340	36
0+340 a 0+360	26
0+360 a 0+380	21
0+380 a 0+400	20
0+400 a 0+420	18
0+420 a 0+440	18
0+440 a 0+460	16
0+460 a 0+480	19
0+480 a 0+500	22



Datos de precipitaciones diarias en la estación meteorológica de Santiago de Compostela.

FEBRERO		MARZO		ABRIL	
Fecha	P24(mm)	Fecha	P24(mm)	Fecha	P24(mm)
01/02/2018	4,6	01/03/2018	38,3	01/04/2018	1,2
02/02/2018	3,5	02/03/2018	19,8	02/04/2018	37,2
03/02/2018	5,8	03/03/2018	18,8	03/04/2018	34,1
04/02/2018	4,3	04/03/2018	6,8	04/04/2018	11,5
05/02/2018	0	05/03/2018	28,4	05/04/2018	0
06/02/2018	0,6	06/03/2018	8,7	06/04/2018	27
07/02/2018	1	07/03/2018	2,9	07/04/2018	10,8
08/02/2018	0	08/03/2018	9	08/04/2018	8,8
09/02/2018	0	09/03/2018	26,6	09/04/2018	8,1
10/02/2018	0	10/03/2018	25,2	10/04/2018	26
11/02/2018	0	11/03/2018	35,8	11/04/2018	5
12/02/2018	0	12/03/2018	8,1	12/04/2018	8,3
13/02/2018	0	13/03/2018	0,3	13/04/2018	1,4
14/02/2018	0	14/03/2018	39,8	14/04/2018	0,5
15/02/2018	11,7	15/03/2018	24,6	15/04/2018	4,9
16/02/2018	55,1	16/03/2018	6,8	16/04/2018	0
17/02/2018	0	17/03/2018	2	17/04/2018	0
18/02/2018	0	18/03/2018	4,3	18/04/2018	0
19/02/2018	0	19/03/2018	4,9	19/04/2018	0
20/02/2018	0	20/03/2018	1,1	20/04/2018	0
21/02/2018	0	21/03/2018	0	21/04/2018	0
22/02/2018	0	22/03/2018	1	22/04/2018	0
23/02/2018	0	23/03/2018	19,1	23/04/2018	0
24/02/2018	0	24/03/2018	8,1	24/04/2018	0
25/02/2018	0	25/03/2018	3,1	25/04/2018	0
26/02/2018	0	26/03/2018	0	26/04/2018	0
27/02/2018	0	27/03/2018	0,2	27/04/2018	0
28/02/2018	4,4	28/03/2018	13,4	28/04/2018	0
		43188	14,9	43219	0
		43189	12,5	43220	0
		43190	2,1		