

MÉTODO DE LAS DIFERENCIAS ACUMULADAS PARA LA DELIMITACIÓN DE UNIDADES HOMOGÉNEAS

INV E – 821 – 13

1 OBJETO

- 1.1 Esta norma presenta un procedimiento para establecer la extensión de tramos homogéneos mediante el procedimiento de las “diferencias acumuladas”.

2 RESUMEN DEL MÉTODO

- 2.1 El procedimiento, de tipo estadístico, se basa en el hecho matemático simple de que cuando la variable Z_x (definida para un parámetro dado, como la diferencia entre el área bajo la curva de respuesta a cualquier distancia “ x ” y el área total desarrollada por la respuesta promedio de todo el proyecto hasta esa misma distancia) se dibuja como función de la distancia a lo largo del proyecto, los límites de los tramos homogéneos ocurren en los puntos donde la pendiente de la línea que representa la variación de Z_x con la longitud, cambia de signo.

3 IMPORTANCIA Y USO

- 3.1 Para la evaluación estructural de un pavimento resulta necesario determinar tramos que presenten comportamientos homogéneos, con el fin de evaluarlos mediante parámetros estadísticos que los representen (promedios, percentiles, etc.). En el caso de las evaluaciones deflectométricas, por ejemplo, cada parámetro medido puede ser indicativo del comportamiento de la estructura, con la posibilidad de efectuar con él un análisis de homogeneidad, cuya ejecución requiere el uso de herramientas estadísticas para determinar la extensión de los tramos homogéneos.

4 PROCEDIMIENTO

- 4.1 La Tabla 821 - 1 ilustra los pasos necesarios para el cálculo de la variable Z_x .
- 4.2 La Tabla 821 - 2 presenta un ejemplo a través del cual se realiza un análisis de las deflexiones bajo el centro de aplicación de la carga a lo largo de un sector de pavimento flexible, cuya representación gráfica en la parte inferior de la

Figura 821 - 1 permite detectar las extensiones de los tramos donde las deflexiones indican que el comportamiento de la estructura es homogéneo.

5 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

AASHTO, "AASHTO guide for design of pavement structures", Appendix J, Washington, 1993

Tabla 821 - 1. Solución tabulada para el método de las diferencias acumuladas

(1) Estacion (km)	(2) Valor de Respuesta del pavimento (r_i)	(3) Número de Intervalo (n)	(4) Distancia del intervalo (Δx_i)	(5) Distancia acumulada ($\Sigma \Delta x_i$)	(6) Valor de respuesta Promedio ($\bar{r}_i$)	(7) Área del Intervalo Real (a_i)	(8) Área Acumulada (Σa_i)	(9) Z_x $Z_x = (8) - F^*(5)$
1	r_1	1	Δx_1	Δx_1	$\bar{r}_1 = r_1$	$a_1 = \bar{r}_1 \cdot \Delta x_1$	a_1	$Z_{x1} = a_1 - F^*(\Delta x_1)$
2	r_2	2	Δx_2	$\Delta x_1 + \Delta x_2$	$\bar{r}_2 = (r_1 + r_2) / 2$	$a_2 = \bar{r}_2 \cdot \Delta x_2$	$a_1 + a_2$	$Z_{x2} = (a_1 + a_2) - F^*(\Delta x_1 + \Delta x_2)$
3	r_3	3	Δx_3	$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3$	$\bar{r}_3 = (r_2 + r_3) / 2$	$a_3 = \bar{r}_3 \cdot \Delta x_3$	$a_1 + a_2 + a_3$	$Z_{x3} = (a_1 + a_2 + a_3) - F^*(\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3)$
L_p	r_n	N_t	Δx_{nt}	$\Delta x_1 + \dots + \Delta x_{nt}$	$\bar{r}_{nt} = (r_{n-1} + r_n) / 2$	$a_{nt} = \bar{r}_{nt} \cdot \Delta x_{nt}$	$a_1 + \dots + a_{nt}$	$Z_{xnt} = (a_1 + \dots + a_{nt}) - F^*(\Delta x_1 + \dots + \Delta x_{nt})$

$$A_t = \sum_{i=1}^{nt} a_i$$

$$F = A_t / L_p$$

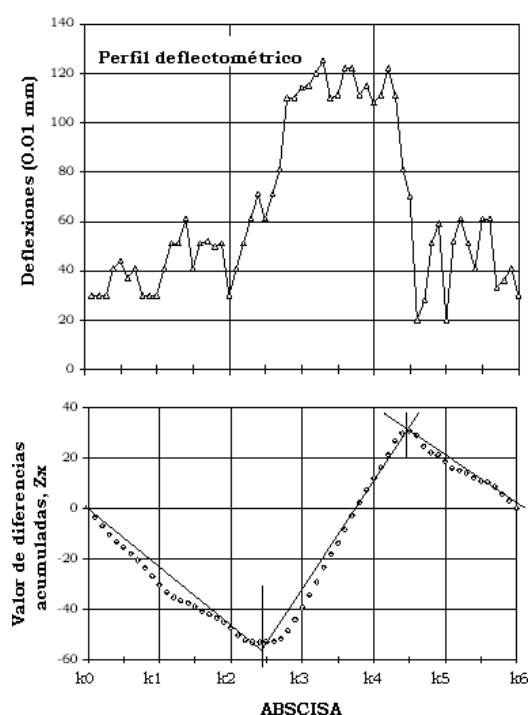


Figura 821 - 1. Delimitación de unidades homogéneas por el método de las diferencias acumuladas para el caso del ejemplo de la Tabla 821 - 2

Tabla 821 - 2. Ejemplo de cálculo

ESTACIÓN (km)	DEFLEX. 0.01mm	NÚMERO DE INTERVALO	DISTANCIA INTERVALO (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)	DEFLEXIÓN PROMEDIO 0.01 mm	ÁREA DEL INTERVALO real	ÁREA ACUMULADA	Zx
0+100	30	1	0.10	0.10	30.0	3.00	3.00	-3.49
0+200	30	2	0.10	0.20	30.0	3.00	6.00	-6.97
0+300	30	3	0.10	0.30	30.0	3.00	9.00	-10.46
0+400	41	4	0.10	0.40	35.5	3.55	12.55	-13.40
0+500	44	5	0.10	0.50	42.5	4.25	16.80	-15.36
0+600	37	6	0.10	0.60	40.5	4.05	20.85	-18.07
0+700	41	7	0.10	0.70	39.0	3.90	24.75	-20.66
0+800	30	8	0.10	0.80	35.5	3.55	28.30	-23.59
0+900	30	9	0.10	0.90	30.0	3.00	31.30	-27.08
1+000	30	10	0.10	1.00	30.	3.00	34.30	-30.57
1+100	41	11	0.10	1.10	35.5	3.55	37.85	-33.50
1+200	51	12	0.10	1.20	46.0	4.60	42.45	-35.39
1+300	51	13	0.10	1.30	51.0	5.10	47.55	-36.78
1+400	61	14	0.10	1.40	56.0	5.60	53.15	-37.66
1+500	41	15	0.10	1.50	51.0	5.10	58.25	-39.05
1+600	51	16	0.10	1.60	46.0	4.60	62.85	-40.94
1+700	52	17	0.10	1.70	51.5	5.15	68.00	-42.27
1+800	50	18	0.10	1.80	51.0	5.10	73.10	-43.66
1+900	51	19	0.10	1.90	50.5	5.05	78.15	-45.10
2+000	30	20	0.10	2.00	40.5	4.05	82.20	-47.53
2+100	41	21	0.10	2.10	35.5	3.55	85.75	-50.47
2+200	51	22	0.10	2.20	46.0	4.60	90.35	-52.36
2+300	61	23	0.10	2.30	56.0	5.60	95.95	-53.24
2+400	71	24	0.10	2.40	66.0	6.60	102.55	-53.13
2+500	61	25	0.10	2.50	66.0	6.60	109.15	-53.02
2+600	71	26	0.10	2.60	66.0	6.60	115.75	-52.90
2+700	81	27	0.10	2.70	76.0	7.60	123.35	-51.79
2+800	110	28	0.10	2.80	95.5	9.55	132.90	-48.23
2+900	110	29	0.10	2.90	110.0	11.00	143.90	-44.21
3+000	114	30	0.10	3.00	112.0	11.20	155.10	-39.50
3+100	115	31	0.10	3.10	114.5	11.45	166.55	-35.54
3+200	120	32	0.10	3.20	117.5	11.75	178.3	-29.27
3+300	125	33	0.10	3.30	122.5	12.25	190.55	-23.51
3+400	110	34	0.10	3.40	117.5	11.75	202.30	-18.25
3+500	111	35	0.10	3.50	110.5	11.05	213.35	-13.68
3+600	122	36	0.10	3.60	116.5	11.65	225.00	-8.52
3+700	122	37	0.10	3.70	122.0	12.20	237.20	-2.81
3+800	111	38	0.10	3.80	116.5	11.65	248.85	2.36
3+900	115	39	0.10	3.90	113.0	11.3	260.15	7.17
4+000	108	40	0.10	4.00	111.5	11.15	271.30	11.83
4+100	111	41	0.10	4.10	109.5	10.95	282.25	16.30
4+200	122	42	0.10	4.20	116.5	11.65	293.90	21.46
4+300	111	43	0.10	4.30	116.5	11.65	305.55	26.62
4+400	81	44	0.10	4.40	96.0	9.60	315.15	29.74
4+500	70	45	0.10	4.50	75.5	7.55	322.70	30.80
4+600	20	46	0.10	4.60	45.0	4.50	327.20	28.81
4+700	28	47	0.10	4.70	24.0	2.40	329.60	24.73
4+800	51	48	0.10	4.80	39.5	3.95	333.55	22.19
4+900	59	49	0.10	4.90	55.0	5.50	339.05	21.20
5+000	20	50	0.10	5.00	39.5	3.95	343.00	18.67
5+100	52	51	0.10	5.00	36.0	3.60	346.60	15.78
5+200	61	52	0.10	5.20	56.5	5.65	352.25	14.94
5+300	51	53	0.10	5.30	56.0	5.60	357.85	14.06
5+400	41	54	0.10	5.40	46.0	4.60	362.45	12.17
5+500	61	55	0.10	5.50	51.0	5.10	367.55	10.78
5+600	61	56	0.10	5.60	61.0	6.10	373.65	10.40
5+700	33	57	0.10	5.70	47.0	4.70	378.35	8.61
5+800	36	58	0.10	5.80	34.5	3.45	381.80	5.57
5+900	41	59	0.10	5.90	38.5	3.85	385.65	2.94
6+000	30	60	0.10	6.00	35.5	3.55	389.20	0.00

$$A_t = 389.20$$

$$F = A_t / L_p = 389.20/6 = 64.87$$