ANEJO 8

MOVIMIENTO DE TIERRAS

ÍNDICE

1. OBJETO 1
2. VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS 1
2.1 Método de cálculo 1
2.2 Clasificación de los Movimientos y Explanaciones 1
2.3 Metodología de cálculo 2
2.4 Cubicaciones 2
2.5 Compensación de las explanaciones 2
2.5.1.- Material disponible 2
2.5.2.- Material necesario 3
2.5.3.- Conclusiones 3
3. DOCUMENTACIÓN ANEXA 4

1. OBJETO

Es objeto del presente anejo el estudio de los volúmenes de movimiento de tierras de la Balsa de El Paso para analizar su compensación.

Una de las premisas básicas de diseño de la solución ha sido optimizar el movimiento de tierras. Puesto que sería imposible plantear una obra de este tipo con una descompensación de tierras (en uno u otro sentido) exagerada, dadas las repercusiones económicas y medioambientales.

2. VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1 Método de cálculo

En el presente proyecto se marca como objetivo la optimización del movimiento de tierras, para lograr la compensación entre excavación y relleno. Únicamente de esta manera se garantiza la viabilidad técnica, económica y ambiental de la balsa y se puede determinar con fiabilidad el precio final de las unidades de obra.

Para la obtención de los volúmenes se ha utilizado el cálculo geométrico elemental para la obtención de superficies y volúmenes con una expresión algebraica simple.

2.2 Clasificación de los Movimientos y Explanaciones

Los materiales en que pueden descomponerse los movimientos son:

- Excavación en desmonte: La excavación en desmonte incluye la mayoría de los desmontes, tanto los debidos a la balsa en sí, como a los producidos por la apertura de pistas de acceso, huecos para alojamiento de la cámara de válvulas…
- Perfilado del talud: Perfilado necesario para los taludes interiores de la balsa.
- Terraplén del núcleo: que compone el núcleo de la balsa con arreglo a las condiciones de filtro. Su compactación se realizará en tongadas de 50 cm.
- Suelo seleccionado: Relleno situado sobre el manto de la balsa o la propia roca en aquellas zonas que se encuentran en desmonte. Este relleno cumple con las condiciones establecidas en el PG-3.

2.3 Metodología de cálculo

Como se ha comentado anteriormente, se ha empleado para el cálculo de los volúmenes una expresión algebraica simple, la semisuma de las áreas de las secciones transversales por la distancia que los separa.

$$V=D\ (S_i + S_{i+1})/2$$

Donde:

D: Distancia entre secciones transversales.

S_i: Área de la sección transversal.

S_{i+1}: Área de la sección transversal siguiente.

2.4 Cubicaciones

Las cubicaciones obtenidas para cada uno de los apartados se resumen en el siguiente cuadro:

	EXCAVACIÓN	TERRAPLÉN	RELLENO SELECCIONADO
TOTALES GENERALES	82.552,78	52.311,22	20.477,52

2.5 Compensación de las explanaciones

La compensación de las explanaciones se realiza a partir del material procedente de las excavaciones, sustrayendo aquel volumen de material que no resulta posible aprovechar.

2.5.1.- Material disponible

La mayor parte del material procedente de las excavaciones es aprovechable para los distintos usos con excepción de los dos primeros horizontes del suelo, los cuales se consideran inadecuados para rellenos. El volumen de los materiales inadecuados se deduce a partir de la medición de la superficie, esto es 24.678,00 m^2, y de una estimación de una potencia media de material incompetente para cimentar de 20 cm, de los cuales, los primeros 10 cm son de tierra vegetal. Por tanto, se estiman aproximadamente 4.935 m^3 de material no competente para terraplén, de los cuales, 2.467,80 m^3 son de tierra vegetal.

Por tanto, el volumen de material disponible queda de la siguiente manera:

MATERIAL	VOLUMEN (m^3)
Excavación	82.552,78
Tierra vegetal (h=10 cm)	2.467,800
TOTAL VOLUMEN DISPONIBLE	**85.020,58**

2.5.2.- Material necesario

El material necesario para la obra es el que se usará en el terraplén del núcleo y los rellenos seleccionados. A continuación, se detalla la cubicación de estos materiales:

MATERIAL	VOLUMEN (m^3)
Terraplén núcleo	52.311,22
Relleno seleccionado taludes Balsa	20.477,52
TOTAL VOLUMEN NECESARIO	**72.778,74**

2.5.3.- Conclusiones

De lo anteriormente expuesto se deduce que el material disponible es de 85.020,58 m^3 y el volumen necesario es de 72.788,74 m^3, quedando así un remanente de 12.241,84 m^3 Este remante estará formado por materiales cuya naturaleza será no competente para la construcción del terraplén, que junto con la tierra vegetal (2.467,8 m^3) suman 14.709,64 m3, cifra muy cercana a la estimación inicial de material no competente.

Se debe saber que alrededor de la mitad del volumen (1.200 m^3) de tierra vegetal se reutilizará en la revegetación de los taludes de la balsa. La otra parte se mezclará con el material resultante del desbroce, destoconado y de las ramas de los pinos para compostaje en superficie. La potencia del horizonte resultante de esta operación es de unos 30 cm. De esta forma se considera el volumen de material optimizado. Asimismo, el material sobrante que no es compensado (12.241,84 m^3) será retirado a la cantera colindante propiedad de Áridos El Riachuelo S.L. Para la realización de esta operación se considerará un coeficiente de esponjamiento de 1,2.

3. DOCUMENTACIÓN ANEXA

Se anexan los listados de volúmenes según perfiles transversales.

PERFILES LADO NORTE										
PK	SUP. DESMONTE TOTAL (m2)	SUP. TERRAPLÉN TOTAL (m2)	SUP. RELL. SELEC. (m2)	SUP. MEDIA DESM. (m2)	SUP. MEDIA TERRAPLÉN (m2)	SUP. MEDIA RELL. SELEC (m3)	DITANCIA (m)	VOL. DESMONTE TOTAL (m3)	VOL. TERRAPLÉN TOTAL (m3)	VOL. RELLENO SELECCIONADO (m3)
0+000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
0+005	0,00	19,21	0,00	0,00	9,61	0,00	5,00	0,00	48,03	0,00
0+010	0,00	18,81	15,26	0,00	19,01	7,63	5,00	0,00	95,05	38,15
0+015	2,86	2,33	24,70	1,43	10,57	19,98	5,00	7,15	52,85	99,90
0+020	50,97	0,00	32,44	26,92	1,17	28,57	5,00	134,58	5,83	142,85
0+025	113,72	0,00	39,52	82,35	0,00	35,98	5,00	411,73	0,00	179,90
0+030	176,77	0,00	46,61	145,25	0,00	43,07	5,00	726,23	0,00	215,33
0+035	230,58	0,00	50,71	203,68	0,00	48,66	5,00	1.018,38	0,00	243,30
0+040	249,30	0,00	49,92	239,94	0,00	50,32	5,00	1.199,70	0,00	250,33
0+045	257,47	0,00	52,71	253,39	0,00	51,32	5,00	1.266,93	0,00	255,33
0+050	263,95	0,00	52,71	260,71	0,00	52,71	5,00	1.303,55	0,00	263,55
0+055	269,33	0,00	52,73	266,64	0,00	52,72	5,00	1.333,20	0,00	263,60
0+060	273,01	0,00	52,73	271,17	0,00	52,73	5,00	1.355,85	0,00	263,65
0+065	276,76	0,00	52,71	274,89	0,00	52,72	5,00	1.374,43	0,00	263,60
0+070	278,18	0,00	52,71	277,47	0,00	52,71	5,00	1.387,35	0,00	263,55
0+075	278,08	0,00	52,73	278,13	0,00	52,72	5,00	1.390,65	0,00	263,60
0+080	277,28	0,00	52,73	277,68	0,00	52,73	5,00	1.388,40	0,00	263,65
0+085	277,29	0,00	52,71	277,29	0,00	52,72	5,00	1.386,43	0,00	263,60
0+090	275,22	0,00	52,73	276,26	0,00	52,72	5,00	1.381,28	0,00	263,60
0+095	273,27	0,00	52,71	274,25	0,00	52,72	5,00	1.371,23	0,00	263,60
0+100	271,57	0,00	51,69	272,42	0,00	52,20	5,00	1.362,10	0,00	261,00
0+105	265,07	0,00	52,49	268,32	0,00	52,09	5,00	1.341,60	0,00	260,45
0+110	228,03	0,00	49,38	246,55	0,00	50,94	5,00	1.232,75	0,00	254,68
0+115	164,83	0,00	42,91	196,43	0,00	46,15	5,00	982,15	0,00	230,73
0+120	100,59	0,00	35,90	132,71	0,00	39,41	5,00	663,55	0,00	197,03
0+125	43,40	0,00	27,84	72,00	0,00	31,87	5,00	359,98	0,00	159,35
0+130	0,00	1,39	9,14	21,70	0,70	18,49	5,00	108,50	3,48	92,45
0+135	0,00	1,51	7,38	0,00	1,45	8,26	5,00	0,00	7,25	41,30
0+140	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	3,69	5,00	0,00	3,78	18,45
0+142	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00
						TOTALES		24.487,65	216,25	5.576,50

PERFILES FONDO BALSA										
PK	SUP. DESMONTE TOTAL (m2)	SUP. TERRAPLÉN TOTAL (m2)	SUP. RELL. SELEC. (m2)	SUP. MEDIA DESM. (m2)	SUP. MEDIA TERRAPLÉN (m2)	SUP. MEDIA RELL. SELEC (m3)	DITANCIA (m)	VOL. DESMONTE TOTAL (m3)	VOL. TERRAPLÉN TOTAL (m3)	VOL. RELLENO SELECCIONADO (m3)
0+000	990,53	29,99	160,85	495,27	15,00	80,43	0,00	0,00	0,00	0,00
0+005	951,92	43,01	160,58	971,23	36,50	160,72	5,00	4.856,13	182,50	803,58
0+010	909,52	54,62	160,87	930,72	48,82	160,73	5,00	4.653,60	244,08	803,63
0+015	867,18	71,82	158,84	888,35	63,22	159,86	5,00	4.441,75	316,10	799,28
0+020	825,80	88,72	158,84	846,49	80,27	158,84	5,00	4.230,95	396,35	794,23
0+025	779,01	100,03	156,84	802,41	94,38	157,84	5,00	4.010,53	466,88	789,23
0+030	731,62	113,96	154,81	755,32	107,00	155,83	5,00	3.776,58	534,98	779,13
0+035	690,56	128,30	154,71	711,09	121,13	154,76	5,00	3.555,45	605,65	773,80
0+040	657,11	147,26	154,82	673,84	137,78	154,77	5,00	3.369,18	688,90	773,83
0+045	616,19	159,74	154,82	636,65	153,50	154,82	5,00	3.183,25	767,50	774,10

0+050	574,03	194,24	150,78	595,11	176,99	152,80	5,00	2.975,55	884,95	764,00
0+055	526,59	216,94	150,78	550,31	205,59	150,78	5,00	2.751,55	1.027,95	753,90
0+060	490,69	240,55	150,79	508,64	228,75	150,79	5,00	2.543,20	1.143,73	753,93
0+065	449,87	259,19	150,73	470,28	249,87	150,76	5,00	2.351,40	1.226,85	753,80
0+065,50	446,68	264,11	148,77	448,28	261,65	149,75	0,50	224,14	128,58	74,88
						TOTALES		46.923,24	8.614,98	10.191,28

PERFILES LADO SUR										
PK	SUP. DESMONTE TOTAL (m2)	SUP. TERRAPLÉN TOTAL (m2)	SUP. RELL. SELEC. (m2)	SUP. MEDIA DESM. (m2)	SUP. MEDIA TERRAPLÉN (m2)	SUP. MEDIA RELL. SELEC (m3)	DITANCIA (m)	VOL. DESMONTE TOTAL (m3)	VOL. TERRAPLÉN TOTAL (m3)	VOL. RELLENO SELECCIONADO (m3)
0+000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00
0+005	5,51	22,72	0,00	2,76	11,36	0,00	5,00	13,78	56,80	0,00
0+010	7,13	88,92	0,00	6,32	55,82	0,00	5,00	31,60	279,10	0,00
0+015	8,73	174,20	0,00	7,93	131,56	0,00	5,00	39,65	658,55	0,00
0+020	9,41	269,79	0,00	9,07	222,00	0,00	5,00	45,35	1.110,73	0,00
0+025	9,52	313,44	16,65	9,47	291,62	8,33	5,00	47,33	1.458,08	41,63
0+030	9,54	323,97	24,83	9,53	318,71	20,74	5,00	47,65	1.593,53	103,70
0+035	9,44	305,36	29,98	9,49	314,67	27,41	5,00	47,45	1.573,33	137,03
0+040	12,11	279,20	33,80	10,78	292,28	31,89	5,00	53,88	1.461,40	159,45
0+045	36,07	265,94	39,51	24,09	272,57	36,66	5,00	120,45	1.362,85	183,28
0+050	59,37	254,85	43,20	47,72	260,40	41,36	5,00	238,60	1.301,98	206,78
0+055	70,17	252,32	43,23	64,77	253,59	43,22	5,00	323,85	1.267,93	216,08
0+060	71,96	248,09	43,64	71,07	250,21	43,44	5,00	355,33	1.251,03	217,18
0+065	69,79	244,61	43,61	70,88	246,35	43,63	5,00	354,38	1.231,75	218,13
0+070	68,70	244,60	43,60	69,25	244,61	43,61	5,00	346,23	1.223,03	218,03
0+075	66,64	246,05	43,59	67,67	245,33	43,60	5,00	338,35	1.226,63	217,98
0+080	65,87	248,62	43,59	66,26	247,34	43,59	5,00	331,28	1.236,68	217,95
0+085	66,86	251,13	43,58	66,37	249,88	43,59	5,00	331,83	1.249,38	217,93
0+090	68,01	249,22	43,64	67,44	250,18	43,61	5,00	337,18	1.250,88	218,05
0+095	66,54	250,70	43,57	67,28	249,96	43,61	5,00	336,38	1.249,80	218,03
0+100	68,88	257,08	43,57	67,71	253,89	43,57	5,00	338,55	1.269,45	217,85
0+105	74,98	265,42	43,57	71,93	261,25	43,57	5,00	359,65	1.306,25	217,85
0+110	72,84	271,65	43,55	73,91	268,54	43,56	5,00	369,55	1.342,68	217,80
0+115	67,78	275,18	43,26	70,31	273,42	43,41	5,00	351,55	1.367,08	217,03
0+120	64,04	258,39	43,30	65,91	266,79	43,28	5,00	329,55	1.333,93	216,40
0+125	39,34	252,95	39,60	51,69	255,67	41,45	5,00	258,45	1.278,35	207,25
0+130	8,11	256,59	33,68	23,73	254,77	36,64	5,00	118,63	1.273,85	183,20
0+135	10,48	275,66	29,92	9,30	266,13	31,80	5,00	46,48	1.330,63	159,00
0+140	9,49	288,20	24,79	9,99	281,93	27,36	5,00	49,93	1.409,65	136,78
0+145	12,47	277,64	16,66	10,98	282,92	20,73	5,00	54,90	1.414,60	103,63
0+150	9,49	263,28	0,00	10,98	270,46	8,33	5,00	54,90	1.352,30	41,65
0+155	10,24	153,11	0,00	9,87	208,20	0,00	5,00	49,33	1.040,98	0,00
0+160	6,90	69,94	0,00	8,57	111,53	0,00	5,00	42,85	557,63	0,00
0+165	4,82	8,73	0,00	5,86	39,34	0,00	5,00	29,30	196,68	0,00
0+170	0,00	0,00	0,00	2,41	4,37	0,00	5,00	12,05	21,83	0,00
						TOTALES		6.206,15	38.539,25	4.709,60

Excavación de la zona de terreno no competente para cimentación del dique					24678 m2	0,2 m (altura)	4.935,00		
Relleno competente para el terraplén del digue					24678 m2	0,2 m (altura)		4.935,00	
						TOTAL EXCAVACIÓN	82.552,78		
						TOTAL RELLENO		52.311,22	
						TOTAL RELLENO SELECCIONADO			20.477,52