
ANEJO Nº5.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Objeto.....	1
1.2.- Datos de Partida	1
1.2.1.- Alternativa 0A.....	1
1.2.2.- Alternativa 0B.....	1
2.- DESCRIPCIÓN DE LA COMPENSACIÓN DE TIERRAS	2
2.1.- Unidades Geotécnicas Atravesadas	2
2.1.1.- Alternativa 0A.....	2
2.1.2.- Alternativa 0B.....	2
2.2.- Coeficientes de Aprovechamiento.....	2
2.2.1.- Alternativa 0A.....	2
2.2.2.- Alternativa 0B.....	2
2.3.- Coeficientes de Paso	2
2.3.1.- Alternativa 0A.....	3
2.3.2.- Alternativa 0B.....	3
2.4.- Balance de Tierras	3
2.4.1.- Alternativa 0A.....	4
2.4.2.- Alternativa 0B.....	4
3.- Préstamos y Vertederos	4

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Objeto

El objeto del presente anejo consiste en exponer y analizar de forma detallada los siguientes aspectos relacionados con el movimiento de tierras necesarios para la ejecución de la plataforma ferroviaria correspondiente a cada una de las diferentes alternativas estudiadas dentro del ámbito de actuación del presente Expediente.

1.2.- Datos de Partida

De los listados de ordenador obtenidos con el programa de trazado correspondientes a las mediciones de los perfiles transversales del proyecto realizados cada 20 metros, se obtienen los volúmenes de las distintas unidades de obra a considerar como datos de partida para el posterior análisis de aprovechamiento y balance de tierras de la alternativas del estudio.

Es preciso indicar que el volumen de excavación de los falsos túneles queda incluido dentro del volumen total de excavación en desmonte en tierra.

Los datos obtenidos de esta manera son:

1.2.1.- Alternativa 0A

- Excavación de tierra vegetal:	88.262,10 m3
- Excavación en desmonte:	546.515,70 m3*
- Excavación en saneo de terraplén_	14.470,90 m3
- Excavación de Túneles:	0,00 m3
- Saneos de desmonte (material aplicado):	221.848,20 m3
- Saneos de terraplén (material aplicado):	14.514,90 m3
- Núcleo de terraplén:	24.145,30 m3
- Relleno de Falsos Túneles	0,00 m3
- Capa de Forma:	125.780,10 m3
- Subbalasto:	55.729,10 m3
- Balasto:	60.870,50 m3

* Incluye los desmontes realizados en los tramos de falsos túneles y en los saneos de desmonte

1.2.2.- Alternativa 0B

- Excavación de tierra vegetal:	98.899,50 m3
- Excavación en desmonte:	655.309,40 m3*
- Excavación en saneo de terraplén_	16.788,10 m3
- Excavación de Túneles:	0,00 m3
- Saneos de desmonte (material aplicado):	244.890,90 m3
- Saneos de terraplén (material aplicado):	16.820,60 m3
- Núcleo de terraplén:	27.099,20 m3
- Relleno de Falsos Túneles	0,00 m3
- Capa de Forma:	139.078,10 m3
- Subbalasto:	61.566,30 m3
- Balasto:	68.628,90 m3

* Incluye los desmontes realizados en los tramos de falsos túneles y en los saneos de desmonte

2.- DESCRIPCIÓN DE LA COMPENSACIÓN DE TIERRAS

En este apartado se expone la metodología considerada para realizar el análisis del balance y compensación de tierras del Estudio.

2.1.- Unidades Geotécnicas Atravesadas

Se obtiene para cada una de las alternativas estudiadas una tabla resumen con los volúmenes que se excavarán de cada una de las unidades geotécnicas presentes en la zona de actuación, medidos según tramo de longitud atravesada según los diferentes materiales. Se presentan dichas tablas a continuación.

2.1.1.- Alternativa 0A

EXCAVACIÓN TOTAL ALTERNATIVA 0A		560.986,60
MATERIAL	PORCENTAJE ATRAVESADO	EXCAVACIÓN POR TRAMO (m ³)
CUATERNARIO - ALBUFERAS Y MARISMAS	61%	342.201,83
CUATERNARIO - GLACIS, TERRAZAS Y ALUVIALES	25%	140.246,65
TERCIARIOS - CONGLOMERADOS Y CALIZAS	0%	0,00
TERCIARIOS - LIMOS Y MARGAS	0%	0,00
CRETÁDICOS	14%	78.538,12
TRIÁSICOS	0%	0,00

2.1.2.- Alternativa 0B

EXCAVACIÓN TOTAL ALTERNATIVA 0B		672.097,50
MATERIAL	PORCENTAJE ATRAVESADO	EXCAVACIÓN POR TRAMO (m ³)
CUATERNARIO - ALBUFERAS Y MARISMAS	55%	369.653,63
CUATERNARIO - GLACIS, TERRAZAS Y ALUVIALES	32%	215.071,20
TERCIARIOS - CONGLOMERADOS Y CALIZAS	0%	0,00
TERCIARIOS - LIMOS Y MARGAS	0%	0,00
CRETÁDICOS	13%	87.372,68
TRIÁSICOS	0%	0,00

2.2.- Coeficientes de Aprovechamiento

Según el estudio de materiales realizado para el presente Estudio Informativo se han determinado los coeficientes de aprovechamiento de cada una de las unidades geotécnicas descritas con anterioridad.

Los coeficientes de aprovechamiento se incluyen en las tablas siguientes en función de la alternativa de trazado considerada.

A partir de los volúmenes obtenidos para cada una de las unidades geotécnicas y de los porcentajes de aprovechamiento calculados, es posible obtener los volúmenes de aprovechamiento que se incluyen en las tablas presentadas a continuación.

2.2.1.- Alternativa 0A

EXCAVACIÓN TOTAL ALTERNATIVA 0A				560.986,60
MATERIAL	EXCAVACIÓN POR TRAMO (m ³)	PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO	MATERIAL APROVECHABLE (m ³)	A DESECHAR A VERTEDERO (m ³)
CUATERNARIO - ALBUFERAS Y MARISMAS	342.201,83	0%	0,00	342.201,83
CUATERNARIO - GLACIS, TERRAZAS Y ALUVIALES	140.246,65	70%	98.172,66	42.074,00
TERCIARIOS - CONGLOMERADOS Y CALIZAS	0,00	70%	0,00	0,00
TERCIARIOS - LIMOS Y MARGAS	0,00	70%	0,00	0,00
CRETÁDICOS	78.538,12	70%	54.976,69	23.561,44
TRIÁSICOS	0,00	50%	0,00	0,00

2.2.2.- Alternativa 0B

EXCAVACIÓN TOTAL ALTERNATIVA 0B				672.097,50
MATERIAL	EXCAVACIÓN POR TRAMO (m ³)	PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO	MATERIAL APROVECHABLE (m ³)	A DESECHAR A VERTEDERO (m ³)
CUATERNARIO - ALBUFERAS Y MARISMAS	369.653,63	0%	0,00	369.653,63
CUATERNARIO - GLACIS, TERRAZAS Y ALUVIALES	215.071,20	70%	150.549,84	64.521,36
TERCIARIOS - CONGLOMERADOS Y CALIZAS	0,00	70%	0,00	0,00
TERCIARIOS - LIMOS Y MARGAS	0,00	70%	0,00	0,00
CRETÁDICOS	87.372,68	70%	61.160,87	26.211,80
TRIÁSICOS	0,00	50%	0,00	0,00

2.3.- Coeficientes de Paso

Se incluyen a continuación los coeficientes de paso o esponjamiento empleados para la posible reutilización de los materiales que aparecen a lo largo de las diferentes alternativas en estudio.

El coeficiente de paso es la razón entre la densidad seca y la densidad máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado.

Para el cálculo del coeficiente de paso para conformar el cuerpo del terraplén y su puesta en obra, se ha considerado el grado de compactación normalmente exigido para obras ferroviarias, correspondiente a la colocación de los materiales con una energía de compactación mínima del 95% del ensayo Proctor Modificado. Asimismo,

en el caso de transportar a vertedero el material, se ha supuesto una compactación por vertido del 75% de la específica para los rellenos.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

2.3.1.- Alternativa 0A

EXCAVACIÓN TOTAL ALTERNATIVA 0A						560.986,60
MATERIAL	MATERIAL APROVECHABLE (m3)	COEFICIENTE DE PASO	PUESTO EN OBRA (m3)	A DESECHAR A VERTEDERO (m3)	COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO	PUESTO EN VERTEDERO (m3)
CUATERNARIO - ALBUFERAS Y MARISMAS	0,00	0,87	0,00	342.201,83	1,11	379.844,03
CUATERNARIO - GLACIS, TERRAZAS Y ALUVIALES	98.172,66	0,95	93.264,02	42.074,00	1,20	50.488,79
TERCIARIOS - CONGLOMERADOS Y CALIZAS	0,00	1,05	0,00	0,00	1,30	0,00
TERCIARIOS - LIMOS Y MARGAS	0,00	0,90	0,00	0,00	1,15	0,00
CRETÁCIOS	54.976,69	1,05	57.725,52	23.561,44	1,30	30.629,87
TRIÁSICOS	0,00	0,93	0,00	0,00	1,17	0,00

2.3.2.- Alternativa 0B

EXCAVACIÓN TOTAL ALTERNATIVA 0B						672.097,50
MATERIAL	MATERIAL APROVECHABLE (m3)	COEFICIENTE DE PASO	PUESTO EN OBRA (m3)	A DESECHAR A VERTEDERO (m3)	COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO	PUESTO EN VERTEDERO (m3)
CUATERNARIO - ALBUFERAS Y MARISMAS	0,00	0,87	0,00	369.653,63	1,11	410.315,52
CUATERNARIO - GLACIS, TERRAZAS Y ALUVIALES	150.549,84	0,95	143.022,35	64.521,36	1,20	77.425,63
TERCIARIOS - CONGLOMERADOS Y CALIZAS	0,00	1,05	0,00	0,00	1,30	0,00
TERCIARIOS - LIMOS Y MARGAS	0,00	0,90	0,00	0,00	1,15	0,00
CRETÁCIOS	61.160,87	1,05	64.218,92	26.211,80	1,30	34.075,34
TRIÁSICOS	0,00	0,93	0,00	0,00	1,17	0,00

2.4.- Balance de Tierras

El estudio del balance de tierras a lo largo del trazado se realiza partiendo de las mediciones obtenidas de los perfiles transversales de los distintos ejes de las distintas alternativas estudiadas, así como de la estimación de la composición de materiales presentes en cada zona atravesada y su grado de aprovechamiento para la ejecución de las distintas capas que componen la plataforma ferroviaria.

A partir de estos datos y de los coeficientes de paso expuestos en el apartado anterior se calculan los volúmenes resultantes con el objetivo de determinar el balance global de tierras.

Para una mejor comprensión del análisis del balance de tierras se realizan los siguientes comentarios:

- En el caso de los desmontes el volumen en origen corresponden con los medidos en perfiles (listados de ordenador) mientras que en destino dependerá si el material resulta aprovechable, caso en el cual se le aplicará el

coeficiente de paso a terraplén, o bien no es aprovechable, aplicando entonces el coeficiente de paso a vertedero para obtener el volumen esponjado.

- En el caso de los terraplenes el volumen en destino es el correspondiente a las mediciones de los listados de ordenador, obteniendo en este caso el volumen de origen mediante la aplicación inversa del coeficiente de paso a terraplén.
- El material procedente de la excavación de la capa de tierra vegetal será empleado en la regeneración de los taludes, por lo que deberá ser acopiado para su empleo posterior.
- El material para la capa de forma, el subbalasto y el balasto procederá de canteras autorizadas al efecto.

En las tablas siguientes se incluye un resumen de los volúmenes obtenidos para cada una de las alternativas estudiadas y para cada unidad de obra.

Es preciso indicar que dentro de los volúmenes denominados como rellenos se incluyen tanto el material necesario para los terraplenes como para los rellenos de los falsos túneles.

2.4.1.- Alternativa 0A

ALTERNATIVA 0A	
EXCAVACIÓN	
Volumen de excavación Tierra Vegetal	88.262,10
Volumen de excavación en Desmonte (Incluido Túneles)	560.986,60
Volumen de excavación en Túneles	0,00
RELLENO (volumen en destino)	
Relleno con productos de la traza	150.989,54
Relleno con productos de canteras, graveras o préstamos	109.518,86
VERTEDERO (esponjado)	
Volumen no apto procedente de la Traza	460.962,69
Volumen apto sobrante procedente de la Traza	0,00
MATERIAL DE CANTERAS O GRAVERAS	
Capa de forma	125.780,10
Subbalasto	55.729,10
Balasto	60.870,50

2.4.2.- Alternativa 0B

ALTERNATIVA 0B	
EXCAVACIÓN	
Volumen de excavación Tierra Vegetal	98.899,50
Volumen de excavación en Desmonte	672.097,50
Volumen de excavación en Túneles	0,00
RELLENO (volumen en destino)	
Relleno con productos de la traza	207.241,26
Relleno con productos de canteras, graveras o préstamos	81.569,44
VERTEDERO (esponjado)	
Volumen no apto procedente de la Traza	521.816,50
Volumen apto sobrante procedente de la Traza	0,00
MATERIAL DE CANTERAS O GRAVERAS	
Capa de forma	139.078,10
Subbalasto	61.566,30
Balasto	68.628,90

3.- PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

Dado el volumen de material excavado y el necesario para el empleo en rellenos se deberá recurrir a vertederos y préstamos en todas las alternativas, excepto en la alternativa 1A que no será necesario recurrir a préstamos. En este sentido existe un sobrante de materiales no reutilizables en todas las alternativas en estudio, que hace recomendable la presencia de algún vertedero en varias zonas de las inmediaciones de los trazados donde se puedan llevar los materiales sobrantes.

Se ha realizado un estudio de posibles zonas de vertido coincidentes con las zonas de préstamo analizadas, con objeto de aprovechar y emplear los huecos y excavaciones generadas a lo largo de la ejecución de la obra como zonas de retirada del material sobrante, que deberán ser confirmadas y analizadas en detalle en el Proyecto de Construcción a redactar.

Es importante destacar que en caso de que estas áreas no se utilizaran como préstamos y no se generaran huecos, podrían seguir utilizándose solo como vertederos, acopiando materiales únicamente sobre rasante. En este caso, debería tenerse en cuenta el mayor impacto ambiental que supondría con respecto a la restauración de los huecos tras la extracción de tierras de préstamo.

Estas zonas se encuentran repartidas por todo el ámbito de estudio y en las proximidades de las alternativas en estudio. La ubicación de las áreas se ha determinado a partir del plano de capacidades de acogida incluido en el Estudio de Impacto Ambiental del presente Estudio, teniendo en cuenta por otro lado la calidad de los materiales. Así mismo se ha intentado respetar caminos de servicio y zonas habitadas.

En los planos N°7. "Geología, Geotecnia y Procedencia de Materiales" y N° 16 "Préstamos y Vertederos sobre Capacidad de Acogida", adjuntos en el EIA, muestran la ubicación de estas áreas con relación a la situación de las alternativas en estudio.

En el siguiente cuadro se reflejan los datos obtenidos de las diferentes zonas de vertedero analizadas, teniendo en cuenta la superficie de la zona, materiales existentes, profundidad media de los mismos y volumen estimado de retirada de materiales.

Tramo	Préstamo/ Vertedero	Área (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
Tramo 0.- Corredor Actual	PV-1	89.100,00	3,50	311.850,00
Tramo 0.- Corredor Actual	PV-2	64.800,00	3,50	226.800,00

Inventario de préstamos/vertederos