

**Anejo nº 11
Movimiento de Tierras.**

Elaborado	Revisado	Aprobado
Pedro Antonio López Guasp Angel Romero Tena Ignacio Ruíz García	Oscar Mourabit Fossas Sira Llopart Martínez	Francisco Javier Valencia Vera

Código	Objeto	Revisión	Fecha
TMG6211/PPR2-AYP-CIV-R02-ANE-OL-003	Creación del documento	C.01.01	30/09/2022
TMG6211/PPR2-AYP-CIV-R02-ANE-OL-003	Atención a comentarios	C.02.01	17/11/2022
TMG6211/PPR2-AYP-CIV-R02-ANE-OL-003	Atención a comentarios	C.03.01	23/12/2022
TMG6211/PPR2-AYP-CIV-R02-ANE-OL-003	Atención a comentarios	C.04.01	25/01/2023

1.	Introducción	4
2.	Clasificación de los materiales procedentes de la excavación.....	4
2.1.	Procedimientos de excavación.....	4
2.2.	Descripción y clasificación de los materiales.....	4
2.3.	Condiciones generales de aprovechamiento.	4
3.	Necesidades para terraplenes, rellenos, explanadas y otros USOS.	7
3.1.	Materiales usados en la plataforma tranviaria	7
3.2.	Materiales usados en la reposición de viales y acerados	7
3.3.	Materiales usados en terraplén.....	7
3.4.	Materiales usados en el relleno de zanjas	7
3.5.	Materiales para viales	7
3.6.	Nota para el presupuesto	8
4.	Balance de Tierras. Necesidades de préstamos y vertederos.	8
5.	Demoliciones	9

1. Introducción

Se desarrolla en el presente anejo el estudio del movimiento de tierras de las obras comprendidas en el Proyecto para la Línea Metropolitana del Metro de Granada. Tramo: Prolongación Sur del Metropolitano de Granada. Tramo Churriana de la Vega – Las Gabias.

Los objetivos que se persiguen en el presente documento son básicamente los siguientes:

- Establecer la clasificación de las excavaciones en el tramo.
- Establecer el volumen de material de excavación que será aprovechable en la construcción de los terraplenes de la traza.
- Establecer asimismo el destino de los materiales excavados no aprovechables.
- Establecer las necesidades de préstamos y vertederos.

En la exposición que se sigue a continuación se realiza primero una clasificación de los materiales procedentes de la excavación, detallándose los procedimientos de excavación y las condiciones generales de aprovechamiento. En segundo lugar, se estudian las necesidades para terraplenes, rellenos, explanadas y otros usos para poder realizar un balance global de tierras y prever las necesidades de préstamos y vertederos. Por último, se realiza un repaso a las demoliciones y construcciones afectadas por las obras.

2. Clasificación de los materiales procedentes de la excavación

2.1. Procedimientos de excavación.

Para la determinación y valoración del movimiento de tierras se han considerado los siguientes tipos de excavaciones:

- Excavación explanaciones. Son en general las excavaciones de los desmontes, se tratarán de excavaciones sobre el nivel freático, se incluyen también las excavaciones de tierra vegetal.
- Excavación en zanjas y pozos. Pequeñas excavaciones a lo largo de toda la obra.
- Excavación en emplazamientos de obra. Excavaciones a cielo abierto de una considerable magnitud y que se encuentran localizadas en puntos concretos de la obra.

2.2. Descripción y clasificación de los materiales.

Teniendo en cuenta las formaciones presentes, los materiales que las integran y la caracterización resultante de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio en muestras de sondeos tomadas durante la campaña geotécnica, se establecen las siguientes unidades geotécnicas, que se nombran por "niveles geotécnicos":

Rellenos antrópicos

Estos suelos se han detectado a lo largo de toda la traza de manera muy irregular, con espesores muy variables, entre 0.10 a 1.7 m. Están constituido por gravas en una matriz arenolimososa y una proporción importante de materiales antrópicos que le proporcionan al conjunto unas propiedades muy irregulares.

Esta unidad es la única sometida a excavación en todo el tramo analizado, aunque desde el punto de vista de la posible reutilización en la obra, debido a lo irregular de su comportamiento se clasifican como suelos Marginales y se desaconseja su utilización. Por tanto, se deben retirar a vertedero.

Gravas poligénicas

Se han localizado a lo largo de todo el tramo. Esta unidad está constituida por gravas de tono marrón a grisáceo poligénicas heterométricas con matriz arenolimososa e intercalaciones de lentes limoarcillosas y bolos. El espesor es indefinido, ya que no se ha alcanzado el muro de esta litología. Se clasifican mayoritariamente como suelos seleccionados según el PG-3 e ICAFIR.

Limos inorgánicos

Se localizan englobados dentro de la unidad anterior, formando lentejones de distinta potencia, de manera local. Se clasifican como suelos tolerables.

2.3. Condiciones generales de aprovechamiento.

De acuerdo con el Anejo de geotecnia, los materiales que componen el nivel geotécnico I (rellenos antrópicos), se pueden definir de modo general como "Suelos Inadecuados-Marginales", debido a la problemática geotécnica que presentan, aunque a priori cumplan las condiciones exigidas a los suelos tolerables.

La problemática geotécnica asociada a estos materiales, es que al tratarse este nivel de simples vertidos o echadizos de composición heterogénea e irregular, sus propiedades geotécnicas son altamente variables y muy sensibles a la acción del agua, además presentan en gran medida baja resistencia y alta deformabilidad pudiendo de esta forma provocar asentamientos diferenciales. También se han detectado elementos en su conjunto formados por maderas, plásticos, ladrillos, con alto contenido de materia orgánica, etc.

En general, se recomienda retirar los materiales que componen el nivel geotécnico I a vertedero.

Los materiales que componen el nivel geotécnico II (gravas poligénicas) se pueden encuadrar de modo general como "Suelos Seleccionados".

Según la clasificación empleada en el Anejo de geotecnia, los materiales que componen el nivel geotécnico III (limos inorgánicos), se pueden encuadrar de modo general como "Suelos Tolerables".

Esta formación se presenta de forma intermitente a lo largo del trazado de la vía, en forma de lentejones y con una continuidad lateral sesgada y reducida. Es por ello, que deben tenerse en cuenta a la hora de considerar el apoyo de las estructuras debido a sus características geotécnicas y al registro limitado que se ha podido obtener de estos materiales.

Los volúmenes de materiales mostrados a continuación son obtenidos de mediciones directas desde el modelo BIM correspondiente. La trazabilidad de las mediciones queda garantizada a través de la información no gráfica del modelo y también del elemento GUID, el cual se incluye en la línea de medición incluida en el documento nº 4 Presupuesto.

A modo orientativo se incluye como Apéndice I el resumen de los listados de movimientos de tierras (para la plataforma tranviaria y los viales) obtenidos del software de trazado. Se aclara que, ante las pequeñas diferencias en los volúmenes, ocasionadas por los algoritmos internos del software a la hora de establecer las cubicaciones de materiales, la prevalencia será siempre la medición obtenida del modelo BIM.

Teniendo en cuenta lo anterior, utilizando los criterios anteriormente mencionados se deducen los volúmenes siguientes:

Proyecto Constructivo de obra civil y superestructura de la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada. Tramo Armilla – Churriana de la Vega.

DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN			APROVECHAMIENTO %		EXCAVACIÓN M3			RELLENO M3				
	P.K. INICIO	P.K. FINAL	DISTANCIA	MATERIAL REUTILIZABLE	ZONA DE DEPÓSITO AUTORIZADO	MATERIAL REUTILIZABLE	MATERIAL A DEPÓSITO	TOTAL EXCAVACION	SUELO SELECCIONADO		ZAHORRA		MAT GRANULAR
									Cantera	Reciclado	Cantera	Reciclado	Cantera
PLATAFORMA Y EJES VIARIOS													
General	0+000.00	2+706.48	2,706.48	0.00	100.00	0.00	41,973.93	41,973.93	0.00	55,795.98	0.00	12,045.85	18.61
Zanjas	0+000.00	2+706.48	2,706.48	0.00	100.00	0.00	7,890.55	7,890.55	3,736.41	3,500.27	0.00	0.00	0.00
SERVICIOS AFECTADOS SSAA													
Zanjas	0+000.00	2+706.48	2,706.48			0.00	7,106.88	7,106.88	0.00	3,996.69	0.00	220.21	0.00
TOTALES						0.00	56,971.37	56,971.37	3,736.41	63,292.94	0.00	12,266.06	18.61
							TOTAL EXCEDENTE	56,971.37					

3. Necesidades para terraplenes, rellenos, explanadas y otros usos.

La topografía de la zona en proyecto, relativamente plana y ondulada, y las características geométricas del trazado proyectado tienen como consecuencia una buena adaptación de la plataforma a la superficie del terreno, generándose desmontes y terraplenes de escaso desarrollo vertical.

Para el cálculo de movimientos de tierras se ha utilizado un modelo digital en 3D del terreno actual, y se ha evaluado el volumen de relleno y excavación.

3.1. Materiales usados en la plataforma tranviaria

En el tramo en superficie el apoyo de la vía será continuo y la plataforma estará formada por una explanada E1, sobre la que se dispondrán 45 cm de suelo seleccionado tipo 2 (PG-3), 20 cm de zahorra artificial, 10 cm de hormigón de nivelación y sobre esta, una placa de hormigón HA-25 de 20 cm de espesor bajo cada carril. La disposición de la vía en estos casos es del tipo estuchado de manera que los carriles están confinados por sendas bandas laterales de hormigón. El acabado superficial de la plataforma estará condicionado por la integración urbana prevista, según las ocho secciones tipo definidas en el apartado anterior. En el caso de disponer manta elastomérica bajo las losas de HA-25, se dispondrá una capa de 20 cm de HM-20 que sustituye al HM-15.

Saneos

A la vista de los resultados de la campaña geotécnica realizada se ha determinado que son necesarios los siguientes saneos bajo la explanada:

Elemento	Tramo	Saneo	
		Espesor	Material ⁽²⁾
Reposición de firmes	GR-3304	200 ⁽¹⁾	S0
Aparcamiento disuasorio	Toda la superficie	1000	S2
Paradas y estaciones	Los Chopos	100 ⁽³⁾	S0
Muros	La Gloria	100	S2
Subestaciones eléctricas	3+960	100	S2
Apoyo de plataforma	3+760-4+771	100 ⁽³⁾	S0

(1) Al espesor mostrado hay que descontarle el equivalente a las capas del firme (mezclas +zahorra)

(2) Todos los saneos se podrán llevar a cabo con suelo seleccionado procedente del reciclado de residuos de construcción y demolición.

(3) Saneo bajo el nivel de suelos seleccionado incluido en la sección tipo de la plataforma.

3.2. Materiales usados en la reposición de viales y acerados

Los materiales por emplear en la reposición de viales y acerados se definen en el anejo nº 18 Reorganización de viales.

3.3. Materiales usados en terraplén

El material a emplear para el relleno del terraplén del ramal 02, mayoritariamente en la zona interurbana, sería suelo adecuado tipo S1. Se ha considerado mejorar la calidad de los rellenos de terraplén para minimizar los asentamientos post-constructivos.

3.4. Materiales usados en el relleno de zanjas

Para el relleno de las zanjas en un entorno urbano, como es el caso, se han seguido las directrices marcadas en el Catálogo de firmes y unidades de obra con áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) publicado por la AOPJA.

Los componentes y los materiales utilizados para la instalación deben ser conformes con las normas nacionales, las ordenanzas municipales o los procedimientos de instalación elaborados por el fabricante de la conducción a enterrar, siempre bajo la aprobación de los técnicos responsables de la obra.

Los materiales de relleno de las zanjas de acuerdo con el criterio consensuado con la Dirección del Contrato. Los materiales de relleno para las zanjas serán los siguientes:

- 95% Suelos seleccionados reciclado de RCD (SR-SEL).
- 5% Material procedente de la excavación.

3.5. Materiales para viales

En el anejo nº18 Reordenación de viales se incluye el análisis y el cálculo de la sección de firme más idónea a disponer en los viales definidos en los viales definidos en el Proyecto Constructivo de obra civil y superestructura de la Prolongación Sur del Metropolitano de Granada. Tramo Churriana de la Vega – Las Gabias.

Las secciones tipo se han definido según las características de la explanada, de los materiales de la zona y del tipo de firme de la autovía actual, puesto que las futuras calzadas se apoyan en algunos tramos en las existentes.

Se han definido tres tipos de explanadas según la categoría de tráfico y tres tipos de sección de firme a disponer en cada una de los viarios afectados.

	Cat. De tráfico	Explanada
GR 3303	T2	Suelo estabilizado tipo 3: 30 cm + Suelo reciclado seleccionado de RCD: 75
GR 3304	T3A	Suelo reciclado seleccionado de RCD: 75 cm
Circunvalación Norte (Las Gabias)	T2	Suelo estabilizado tipo 3: 30 cm + Suelo reciclado seleccionado de RCD: 75
Calle Estación de Tranvías	T4B	Suelo reciclado seleccionado de RCD: 75 cm

Además, se establecen tres tipos de sección de firme a disponer en cada una de los viarios afectados:

GR-3303 y Circunvalación Norte Las Gabias

- 6 cm de Mezcla Bituminosa semidensa AC22 surf S
- 6 cm de Mezcla Bituminosa semidensa AC22 bin S
- 7 cm de Mezcla Bituminosa gruesa AC32 base G
- 25 cm de Zahorra Artificial Reciclada de Hormigón

GR-3304

- 6 cm de Mezcla Bituminosa semidensa AC22 surf S
- 10 cm de Mezcla Bituminosa semidensa AC22 bin S
- 30 cm de Zahorra Artificial Reciclada de Hormigón

Calle Estación de Tranvías

- 4 cm de Mezcla Bituminosa semidensa AC16 surf S
- 8 cm de Mezcla Bituminosa semidensa AC22 bin S
- 30 cm de Zahorra Artificial Reciclada de Hormigón

3.6. Nota para el presupuesto

Se ha solicitado precios de los distintos tipos de materiales empleados en el Proyecto a todas las instalaciones inventariadas en este anejo (canteras, graveras, plantas de RCD, hormigones y mezclas bituminosas); no obstante, en el momento de redactar este documento no se ha recibido información de todas ellas.

En la elaboración del presupuesto se han utilizado los precios suministrados por las instalaciones inventariadas. En aquellos materiales de los que no se dispone de precios de mercado se han obtenido a partir de la Base de Precios de la AOPJA 2022, actualizada a octubre 2022. Para ello, y con idea de contar con un presupuesto de las obras lo más actualizado posible a los precios de mercado, se ha actuado desde dos ángulos:

- Por un lado, a partir de los índices oficiales de evolución de precios (emitidos por el INE en aplicación de la Ley de Contratos del Sector Público de 2017 y publicados en el BOE), se determina la tasa de crecimiento mensual. De esta forma, se obtiene los coeficientes de revisión por cada material básico.
- En paralelo a este procedimiento, se han consultado con proveedores y contratistas de la zona, obteniendo porcentajes de actualización similares a los anteriores.

Posteriormente, los precios de las unidades de obra obtenidos tras la revisión de los materiales comentada, junto con la actualización de la mano de obra según Convenio colectivo provincial de Granada y la maquinaria según método de cálculo de Seopan con valores de combustible actual y mano de obra anteriores, se han comparado y revisado con los precios de las mismas unidades, obtenidos en las mismas consultas planteadas a proveedores y contratistas de obras actualmente en ejecución en la zona.

4. Balance de Tierras. Necesidades de préstamos y vertederos.

Las cifras globales obtenidas tras la determinación del movimiento de tierras y, por tanto, el balance de tierras con las necesidades de canteras y vertederos se resumen en el cuadro siguiente:

CONCEPTO	VOLUMEN M3
Excavación Total	56,971.37
Material Reutilizable	0.00
Total Vertedero	56,971.37
Material para Relleno Cantera en plataforma y viales	18.61
Material para Relleno Cantera en zanjas	3,736.41
Total Material para Relleno Cantera	3,755.02
Material para Relleno Reciclado en plataforma y viales	67,841.82
Material para Relleno Reciclado en zanja	7,717.17
Total Material para Relleno Reciclado	75,559.00

Los excedentes de excavación se trasladarán a vertedero, localizándose en las proximidades de la zona de actuación los siguientes gestores:

- Inertes Guhilar S.L.
 - Situación: Paraje Cerro Gordo Juancarillo s/n (Alhendín)
 - Teléfono: 958 506 666
 - Distancia de la traza: 16 km, aproximadamente, a la zona centro
- Áridos reciclados el soto S.L.
 - Situación: Calle Soto 29 (Chauchina)
 - Teléfono: 958 447 256
 - Distancia de la traza: 20 km, aproximadamente, a la zona centro
- Canteras de la Zubia
 - Situación: término municipal de La Zubia. Se accede a través del núcleo urbano situándose al Este del Pueblo, junto a las pistas deportivas de este
 - Distancia de la traza: 12 km, aproximadamente, a la zona centro

En el Anejo 03.- Geología y procedencia de materiales, se ha realizado un inventario de canteras, graveras y plantas de tratamiento en el entorno de las actuaciones proyectadas con objeto de poder abastecer a la obra de materiales. Incluye una descripción del material a explotar (o procedencia

del mismo), capacidad de producción, accesibilidad, distancia a la obra y otra información considerada de interés.

5. Demoliciones

Tras el estudio de detalle de la zona donde se implantará la futura infraestructura, teniendo en cuenta que ésta se apoyará en la mayor parte del trazado en zonas urbanas consolidadas de Churriana de la Vega, y atendiendo al perfil longitudinal de la línea del metro y a los procedimientos constructivos, será necesario afectar en la mayoría de las zonas a calles y viales existentes.

Uno de los objetivos del proyecto de implantación del metro ligero en Granada, es la reurbanización del entorno del metro de fachada a fachada. Esta actuación tiene como objetivos principales:

- Remarcar el paso del metro por la calle.
- Integrar el nuevo modo de transporte dentro de un conjunto urbanístico.
- Identificar la nueva estructura y por lo tanto facilitar su acceso para los usuarios y prevenir a los automovilistas que entran en zonas donde circula un transporte de tipo ferroviario al cual podrían no estar acostumbrados.

Las unidades principales de demolición son:

- Demolición de edificios.
- Demolición firme flexible.
- Demolición acerado.
- Desbroce zona verde en traza urbana.
- Demolición de obras de hormigón armado o en masa.
- Eliminación de arbolado.
- Desmontaje de señalización.
- Desmontaje de alumbrado.
- Desmontaje de mobiliario urbano.

En las mediciones auxiliares, se adjunta el detalle de las mediciones de Demolición, cuyo resumen es el siguiente:

DEMOLICIONES				
	Demolición edificios	Demolición acerado	Demolición obras hormigón	Demolición de Mezcla Bituminosa
	m²	m²	m²	m²
TOTAL	2,150.37	8,590.40	1,649.66	11,856.31