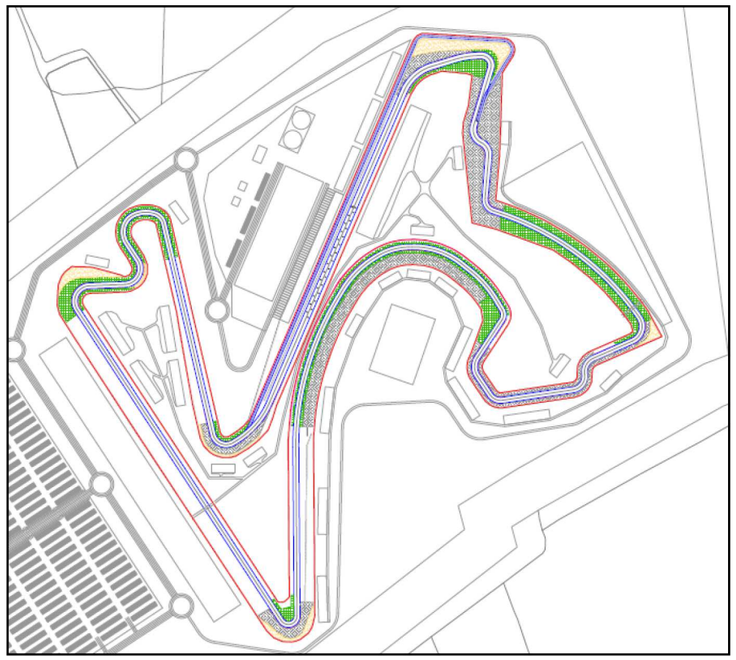
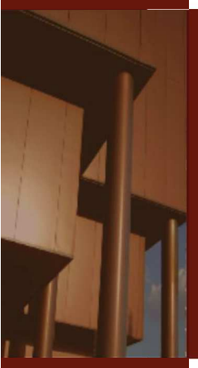
Trabajo Fin de Máster

Máster en Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD



Autor: Javier Villanueva Mena-Bernal
Tutor: D. Blas González González



Dep. Construcciones Arquitectónicas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017

Departamento de Construcciones Arquitectónicas 1

Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Autor:
Javier Villanueva Mena-Bernal

Tutor:
D. Blas González González

Dep. de Construcciones Arquitectónicas I
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2017

Trabajo Fin de Máster: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Autor: Javier Villanueva Mena-Bernal

Tutor: D. Blas González González

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2017

El Secretario del Tribunal

A todas las personas que han compartido conmigo este camino
y que me han enseñado a labrar el mío propio

01 MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

La redacción del "PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD" se lleva a cabo como parte del Trabajo Fin de Máster de los estudios en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos del alumno D. Javier Villanueva Mena-Bernal, siendo tutor el profesor D. Blas González González, del Departamento Construcciones Arquitectónicas I, de la Universidad de Sevilla.

Este Trabajo Fin de Máster engloba diversos documentos que desarrollan los aspectos necesarios para describir el proceso de diseño de un Circuito de Velocidad para competiciones de vehículos de motor en Sevilla, y las obras necesarias para su ejecución. La documentación que compone este proyecto construcitvo se detalla en el punto 11 de esta memoria.

Con este proyecto se pretende abordar la creación de unas instalaciones deportivas de características muy particulares desde un punto de vista técnico, cumpliendo con las disciplinas propias de la profesión de Ingeniero de Camino, Canales y Puertos dentro de cuyo marco competencial entra una obra de estas características.

2 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

No existen antecedentes de circuitos de carreras en Sevilla con la capacidad para albergar competiciones de motor para las más altas categorías de la Federación Internacional de Automovilismo (FIA) o la Federación Internacional de Motociclismo (FIM). Existen alternativas para el ocio y competiciones menores; circuitos de karting en barrios periféricos de la ciudad o localidades cercanas.

En cuanto a circuitos para competiciones de automóviles de mayor entidad, se encuentran cercanos a Sevilla los circuitos de Jerez, Monteblanco y Campillos, siendo el primero el único que ha acogido eventos oficiales de alto nivel. En el resto de España se encuentran en este aspecto los circuitos de Montmeló, Jarama, Cheste, Navarra y Alcañiz.

El objetivo de este proyecto es dotar a la ciudad de Sevilla, cuarta ciudad de España en población (Instituto Nacional de Estadística, 2016) de unas instalaciones de este tipo, capaces de acoger eventos de las mayores categorías de deportes de motor, y a la vanguardia de los diseños de la actualidad. Esto ofrecería a la ciudad nuevas posibilidades en muchos aspectos, y especialmente de cara al crecimiento que ha tenido este tipo de deportes en nuestro país por los éxitos cosechados por deportistas nacionales en las categorías más exclusivas.

Debido al gran número de instalaciones que requiere un equipamiento deportivo de este tipo, y a la necesidad de definir un marco de trabajo desde el punto de vista académico del TFM, este proyecto se centra en el diseño y construcción del Circuito entendiendo como tal el conjunto de instalaciones necesarias exclusivamente para la competición de vehículos, esto es, la Pista y el Carril de Boxes. El resto de equipamientos accesorios dispuestos para la urbanización del recinto, la recepción de público o las instalaciones de una categoría de competición concreta no entran en el alcance de este proyecto.

Para establecer una metodología y unas condiciones de desarrollo del proyecto, se considerarán que las obras son de índole privada, y que el Promotor de las mismas es la empresa ficticia CONSORCIO CIRCUITO DE VELOCIDAD DE SEVILLA, para dar una dimensión más realista al proyecto. Se considerará asimismo que la empresa se halla en propiedad del terreno donde se ubicará el circuito, y su adquisición no se contempla en el presupuesto como parte de este proyecto.

Con estas premisas se inicia la redacción del proyecto y su diseño y caracterización técnica. A lo largo de los siguientes apartados se presentarán los distintos aspectos tenidos en cuenta durante el desarrollo del mismo, y que se tratarán con más profundidad en los Anejos que acompañan a esta Memoria.

3 UBICACIÓN Y CONDICIONANTES EXTERNOS

El Circuito de Sevilla se ubicará en las parcelas Santa Rita, y las Haciendas el Intertal y el Injertal, zonas próximas al Parque Tecnológico Aerópolis y al Aeropuerto de San Pablo, en el término municipal de La Rinconada. Están separadas únicamente 14 km del centro de la ciudad de Sevilla, y se puede llegar fácilmente por la carretera A-4 y el tramo construido de la SE-40 entre Alcalá de Guadaira y La Rinconada.

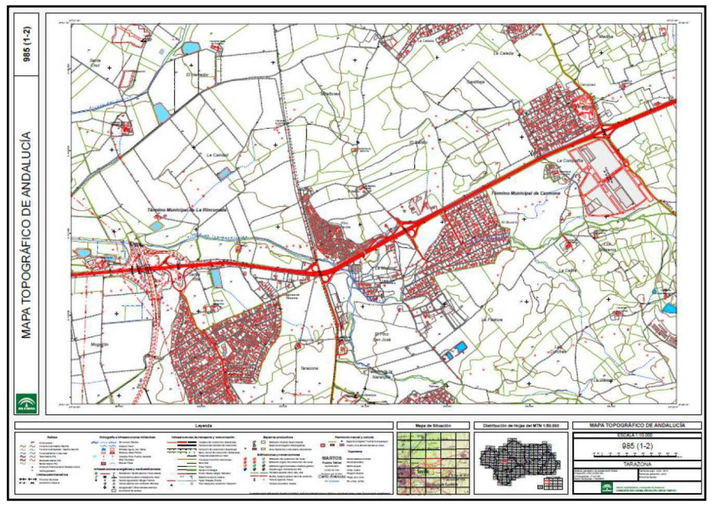
Se trata de una zona alejada de las fuertes protecciones medioambientales que rodean a la ciudad de Sevilla debido a las zonas inundables junto al río Guadalquivir, los Espacios Naturales Protegidos y los yacimientos arqueológicos y otros elementos del Patrimonio Cultural. El Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAUS) pone de manifiesto la idoneidad de la localización, que únicamente se ve afectada por la existencia de dos vías pecuarias (Cordel Fuente del Arzobispo y Cordel del Río Tinto) y el Arroyo de los Espartales en los márgenes de las parcelas, sin interferir en su interior.

Las diferentes alternativas evaluadas que han llevado a la elección de esta ubicación pueden verse en el Anejo 05 ANÁLISIS AMBIENTAL Y TERRITORIAL.

4 CARTOGRAFÍA Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

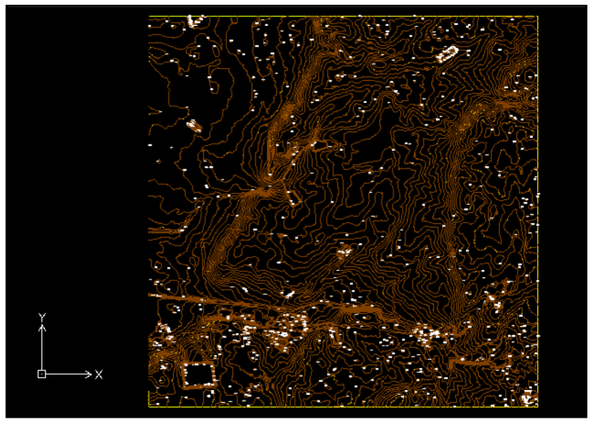
La caracterización geomorfológica de la ubicación del Circuito de Sevilla se ha llevado a cabo a través del estudio de diferentes fuentes de información y su proceso con diferentes herramientas.

Mediante Ortofotografías provenientes del Instituto Geográfico Nacional y el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, se ha podido realizar una identificación del terreno, mientras que con el Mapa Topográfico de Andalucía, visible en la imagen inferior, se pueden conocer los elementos territoriales del entorno de la localización escogida.



Estos Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), se han procesado mediante Sistemas de información geográfica para la elaboración de un modelo informático de la ubicación del circuito, para conocer las posibilidades de implantación del mismo.

Para la caracterización topográfica se ha rrecurrido al Modelo Digital del Terreno disponible en el Centro de Descargas del Instituto Geográfico Nacional, y se ha procesado para obtener un modelo en formas de superfice de Curvas de Nivel con la que tener un punto de partida para la elaboración de un modelo informático del circuito.



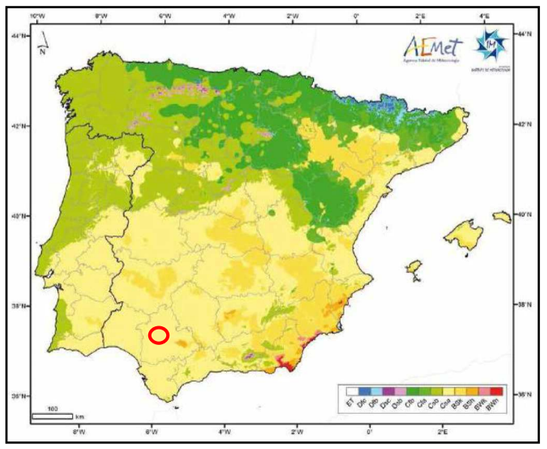
La superficie obtenida pone de manifiesto los pequeños desniveles del terreno, que se acentúan en torno al arroyo al sur de la parcela. Se puede notar la existencia de una divisoria que recorre la zona en dirección noreste-suroeste, lo cual caracteriza el diseño del drenaje de aguas pluviales en el Circuito.

Para localizar adecuadamente los elementos y poder generar un estado de replanteo de las obras, se lleva a cabo un proceso de georreferenciación del modelo informático. El sistema de coordenadas establecido lo han condicionado las fuentes de los datos geográficos (de 2017 para el DERA y 2013 para Ortofotografías), que es el UTM ED50, huso 30 (con código de referencia EPSG 23030).

5 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

La caracterización climatológica se ha llevado a cabo a partir de datos obtenidos del "Atlas Climático Ibérico", un documento producto del trabajo coordinado entre la Agencia Estatal de Meteorología de España y el Instituto de Meteorologia de Portugal, y de la estación meteorológica de La Rinconada, del Subsistema de Información Climatológica Ambiental de la Junta de Andalucía.

El clima de la zona se define como *templado con verano seco y caluroso*. La precipitación es inferior a la de la media peninsular, con 89 días de lluvia al año. La media máxima se da en octubre, donde se alcanzan 87.5 mm de precipitación. La temperatura es elevada, superando la media de 30º en meses estivales y la radicación solar es superior a la media peninsular.



A raíz de estos datos, mediante el cálculo presentados en la publicación "Datos climáticos para carreteras. Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo", se ha podido hacer una estimación de los días operativos en obra al año, que se sitúan en el entorno de los 220 días al año, según la actividad.

En el Anejo 09 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA se puede encontrar también el cálculo de las precipitaciones necesario para el diseño del drenaje del circuito, llevado a cabo con el Método Racional recogido en "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas". Con este método, y las consideraciones realizadas en la división del terreno en cuencas, se han conocido los caudales de aguas pluviales a evacuar, que es el punto de partida del Anejo A11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES, donde se detallan los sistemas diseñados para tal fin.

6 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO

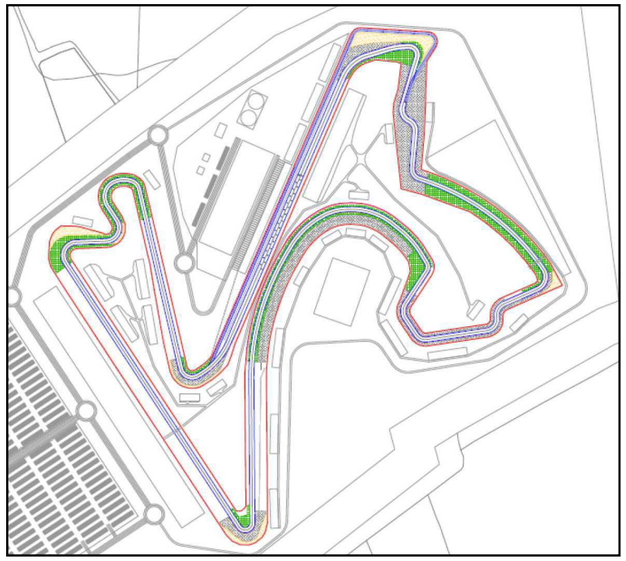
El diseño del Circuito se ha llevado a cabo según una serie de criterios. La exigencia deportiva, la seguridad, las opciones para el espectador, las tendencias de diseño, etc. Para que el diseño propuesto sea considerado válido para la competición oficial de vehículos, se han seguido las indicaciones del Apéndice O del Código Deportivo Internacional de la FIA: Procedimientos de Homologación de Circuitos de Carreras de Automóviles, tomándolo como referencia para garantizar un diseño adecuado.

El proceso de diseño parte desde bocetos a mano alzada, que se toman como base para una informatización del mismo y la creación de un modelo digital. A la primera versión de dicho modelo se van aplicando los criterios del mencionado Apéndice O para generar un Circuito con la forma deseada y que cumpla con las limitaciones indicadas por la FIA.

Del proceso de informatización se pueden realizar numerosos análisis y obtener muchos resultados importantes para la caracterización de las obras necesarias para construir el Circuito, tales como un estado de Alineaciones debidamente georreferenciado, las interacciones entre el trazado y el terreno, la obtención de las secciones transversales, el cálculo de los volúmenes de material tratado, etc.

El trabajo con estas herramientas de tipo BIM (Building Information Modeling) se ha llevado a cabo haciendo uso del programa AutoCAD Civil 3D, en su versión 2017, mediante la licencia académica que pone a disposición del alumnado la Universidad de Sevilla.

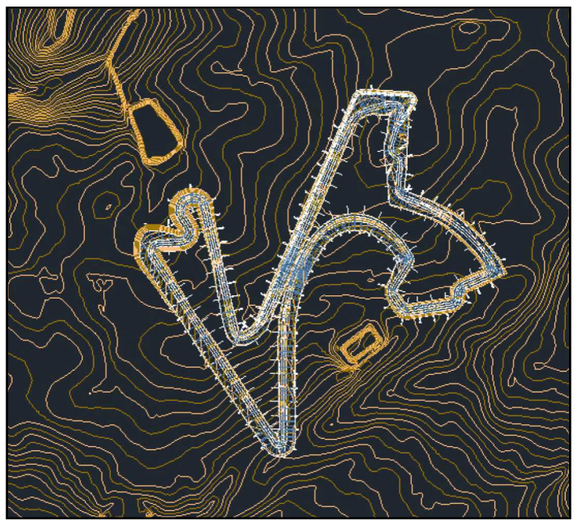
El diseño realizado se muestra en la imagen siguiente:



El trazado sería, con 5409.66 m el circuito permanente con mayor longitud de España. Su diseño ofrece un desafío para los pilotos, pues combina zonas de curvas rápidas y lentas con tramos largos de elevada exigencia para los componentes técnicos de los vehículos. Lo componen 18 curvas, y su recta más larga mide 804.92 m. La Curva 12, central y más larga del circuito, se presenta como la zona emblemática, pues consigue el mayor peralte permitido por la FIA, del 10%, pudiéndose recorrer completamente en aceleración.

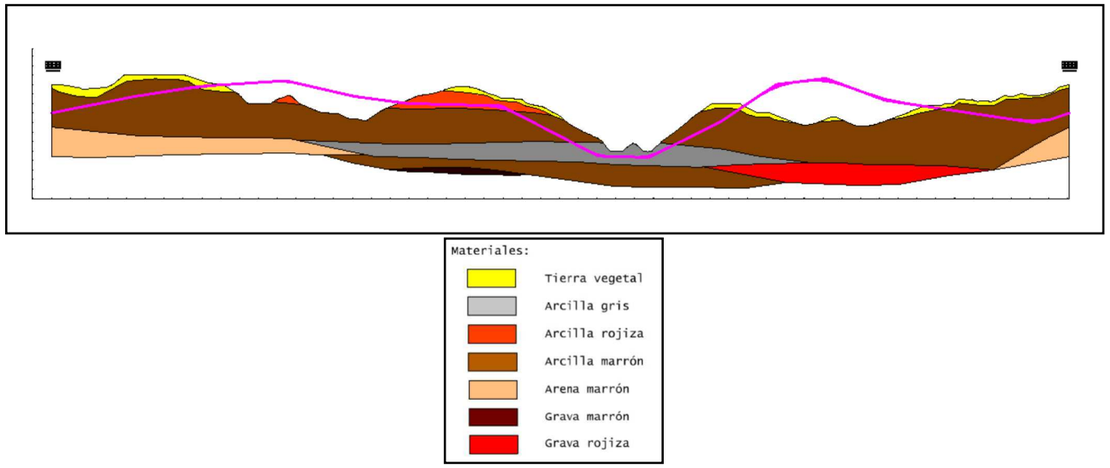
Aunque no se ha entrado en el diseño de los equipamientos accesorios, se ha realizado un modelo aproximado de las mismas para contextualizar mejor al Circuito y garantizar que la forma diseñada permite el correcto desempeño de otras actividades complementarias a la competición.

El modelo informático del cual se ha obtenido la mayoría de los resultados visibles en los Planos del proyecto se puede ver en la imagen siguiente. Su desarrollo se explica en el Anejo 07 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO.



7 TERRENO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

La caracterización del terreno para la evaluación de las posibilidades de construcción se trata en el Anejo 06 ESTUDIO GEOTÉCNICO. Para ello, debido a las características académicas de este TFM, y por la imposibilidad de realizar para ello la campaña geotécnica que requeriría un proyecto de esta entidad, se ha realizado dicho estudio geotécnico por asimilación con uno existente. Con los resultados de sus prospecciones, se ha elaborado un perfil geotécnico del terreno:



De la identificación de los materiales, se concluye que existe mayoritariamente un tipo de material, consistente en Arcillas Marrones. Deibido a las características de los otros materiales, su escasa aparición, y las interacciones de la traza propuesta del circuito, se considera dicho material como el único presente en el terreno para las labores de excavación y formación de terraplenes. La tierra vegetal presente será eliminada y llevada a vertedero, exceptuando una fracción para la revegetación de taludes.

La alta plasticidad que presenta el material disponible lleva a la decisión de recurrir a la estabilización de la explanada con cal para poder usar el material procedente de excavación para la formación de terraplenes. La forma otorgada al trazado en el perfil vertical, en su interacción con el terreno consigue prácticamente la optimización de las tierras disponibles, por lo que para la formación de la explanada no se necesitan materiales del exterior.

Se presentan a continuación algunos valores, obtenidos con el modelo informático, que muestran las dimensiones del movimiento de tierras que genera la construcción del Circuito de Sevilla:

- Volumen excedente de arcilla: 18987.40 m^3
- Volumen extraído de tierra vegetal: 73942.53 m^3
- Volumen reutilizable de tierra vegetal: 18249.69 m^3
- Volumen de excavación: 403268.88 m^3
- Volumen de terraplén: 254425.90 m^3
- Volumen de una capa de suelo estabilizado (S-EST 1 o S-EST 2): 66831.89 m^3

8 PAVIMENTOS Y FIRMES

Se ha diseñado un firme especial para el Circuito, ya que las exigencias de una pista de competición son muy diferentes a las necesarias para una carretera convencional, debido, especialmente, a los exigentes esfuerzos tangenciales que generan los vehículos de competición en las frenadas o derrapes.

Para ello, se ha recurrido al estudio de casos similares, concretamente el Circuito de Jerez, que es el caso más cercano en un circuito de características parecidas, y el Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos), que representa uno de los diseños más actuales de nueva implantación de un circuito permanente. Con estos casos, y la visualización de la Norma 6.1 IC, se ha propuesto un firme con el siguiente esquema:

- Capa de Rodadura del Pavimento: 3 cm BBTM 11A PMB45/80-60
- Capa Intermedia del Pavimento: 4 cm AC22 bin PMB45/80-60 S
- Capa Base del Pavimento: 8 cm AC32 base PMB45/80-60 G
- Riego de adherencia: emulsión catiónica modificada de tipo C60BP3 ADH en dotación de 0.5 kg/m^2
- Base: 15 cm ZA 0/32
- Sub-base: 20 cm ZA 0/32
- Riego de imprimación: emulsión catiónica de tipo C60BF4 IMP en dotación de 0.5 kg/m^2.
- Arcenes: 15 cm HF-4,5

Para mayor detalle, el Anejo 12 PAVIMENTOS Y FIRMES presenta el diseño del firme desarrollado más extensamente, que puede visualizarse en el Plano 05 SECCIONES TIPO.

9 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

Una parte fundamental de un Circuito de Velocidad es garantizar en la mayor medida posible la seguridad de los pilotos y los espectadores, generando las condiciones adecuadas para la competición. Esto se consigue en el circuito por medio de dos actuaciones.

En primer lugar, el diseño del circuito contiene aspectos que consideran intrínsecamente este criterio. Es el caso del ancho de la pista, que se establece en 13 metros, 15 en la recta de salida, lo que permite efectuar adelantamientos y maniobras con un mayor margen para las correcciones del piloto o mayor número de opciones al recorrer el Circuito. Por otra parte, las escapatorias y arcenes, con un mínimo de 8 metros, se extienden en las curvas más comprometidas, facilitando el regreso de los vehículos a la pista en caso de fallo del piloto, o impidiéndolo en caso de pérdida de control del vehículo.

En segundo lugar, se disponen en el Circuito barreras de diversa tipología para evitar accidentes o disminuir sus efectos, además de ejercer otras funciones como cerramiento del Circuito, protección de vehículos de asistencia, señalización, etc.

En este grupo, se distinguen 5 tipos de equipamientos: muro con verja, barrera metálica, bordes piano, muro SAFER y barrera de neumáticos. Estos elementos son de uso muy recurrente en este tipo de instalaciones, si bien el muro SAFER representa la inclusión en el Circuito de uno de los sistemas de defensa más vanguardistas, exportado de los circuitos ovales estadounidenses. Su estructura de defensa en tres niveles (acero, poliestireno y hormigón) será un complemento muy adecuado para la Curva 12, cuyo recorrido se semeja al de dichos trazados.

Se incluye también en la pista la señalización propia de los carriles, tal como se indican en el Apéndice O de la FIA, para marcar los límites de la pista, la línea de salida/meta, y las posiciones de inicio de los vehículos, que constituyen los elementos propios del reglamento deportivo.

10 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Una vez definida la obra de construcción del Circuito, es necesaria la definición de otros aspectos relacionados con el proyecto. En este aspecto, se incluyen Anejos con estudios derivados de la ejecución de las obras o que la complementan, sin entrar en consideraciones técnicas de la solución adoptada.

Se establece un Plan de Obra para estimar la duración de los tajos de obra, y por ende, la construcción completa del Circuito, que se sitúa en los DIEZ MESES (10). En el correspondiente Anejo 14, se incluye el Diagrama de Gantt que muestra la distribución temporal de las actividades.

En el Anejo 15 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS, se presentan los precios elementales de los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios en las diferentes unidades de obra, las cuales se muestran en dicho Anejo igualemente, descompuestas es sus correspondientes conceptos.

Se ha realizado también un estudio de Integración Ambiental para valorar el impacto en el medio de la materialización de este proyecto. Asimismo, se incluye un Estudio de Gestión de Residuos, un Estudio de Seguridad y Salud en obra y un programa de Control de Calidad.

Finalmente se incluye un esquema a modo de resumen de la información deportiva que se debe conocer para una identificación rápida del Circuito, con una presentación habitual en muestras informativas en portales web de las compteciones.

11 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

A continuación se establece la relación de los documentos que integran el Proyecto, que se van desarrollando tras esta Memoria en el orden indicado:

- 01 MEMORIA
    - ANEJO 01 PROGRAMA DE NECESIDADES
    - ANEJO 02 NORMATIVA TÉCNICA
    - ANEJO 03 CRITERIOS DE DISEÑO
    - ANEJO 04 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
    - ANEJO 05 ANÁLISIS AMBIENTAL Y TERRITORIAL
    - ANEJO 06 ESTUDIO GEOTÉCNICO
    - ANEJO 07 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO
    - ANEJO 08 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN
    - ANEJO 09 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
    - ANEJO 10 MOVIMIENTO DE TIERRAS
    - ANEJO 11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES
    - ANEJO 12 PAVIMENTOS Y FIRMES
    - ANEJO 13 INTEGRACIÓN AMBIENTAL
    - ANEJO 14 PLAN DE OBRA
    - ANEJO 15 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
    - ANEJO 16 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
    - ANEJO 17 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
    - ANEJO 18 CONTROL DE CALIDAD
    - ANEJO 19 INFORMACIÓN DEPORTIVA
- 02 PLANOS
    - PLANO 01 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
    - PLANO 02 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
    - PLANO 03 PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
    - PLANO 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO
    - PLANO 05 SECCIONES TIPO
    - PLANO 06 PLANTA DE ALINEACIONES
    - PLANO 07 PERFIL LONGITUDINAL
    - PLANO 08 PERFILES TRANSVERSALES
    - PLANO 09 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO
    - PLANO 10 DRENAJE – PLANTA DE DRENAJE LONGITUDINAL
    - PLANO 11 DRENAJE – PERFILES LONGITUDINALES DRENAJE EXTERIOR
    - PLANO 12 DRENAJE – SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES
    - PLANO 13 DRENAJE – CUENCAS HIDROGRÁFICAS
    - PLANO 14 DRENAJE – PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL
    - PLANO 15 DRENAJE – DETALLE OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL
    - PLANO 16 SEÑALIZACIÓN
    - PLANO 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN
- 03 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
- 04 PRESUPUESTO
    - DOCUMENTO 1 MEDICIONES
    - DOCUMENTO 2 CUADRO DE PRECIOS Nº1
    - DOCUMENTO 3 CUADRO DE PRECIOS Nº2
    - DOCUMENTO 4 PRESUPUESTOS PARCIALES
    - DOCUMENTO 5 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

12 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Finalmente, se presenta el reusmen del presupuesto por capítulos con el importe final del proyecto:

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

1. TRABAJOS PREVIOS..... 124.391,00 1,14 €
2. EXPLANACIONES..... 1.780.241,08 16,25 €
3. DRENAJE..... 895.245,87 8,17 €
4. FIRMES Y PAVIMENTOS..... 6.335.876,86 57,83 €
5. SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS..... 1.465.634,26 13,38 €
6. INTEGRACIÓN AMBIENTAL..... 115.155,54 1,05 €
7. GESTIÓN DE RESIDUOS..... 115.300,62 1,05 €
8. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL..... 11.292,43 0,10 €
9. CONTROL DE CALIDAD..... 113.128,35 1,03 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 10.956.266,01

13,00% Gastos generales..... 1.424.314,58 €
6,00% Beneficio industrial ..... 657.375,96 €

SUMA DE G.G. y B.I. 2.081.690,54 €

21,00% I.V.A..... 2.737.970,88 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 15.775.927,43 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 15.775.927,43 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **QUINCE MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS VEINTISIETE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS**

Sevilla, a 19 de noviembre de 2017

Autor del Proyecto **Tutor del Proyecto**

Javier Villanueva Mena-Bernal Blas González González

ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 01 PROGRAMA DE NECESIDADES
- ANEJO 02 NORMATIVA TÉCNICA
- ANEJO 03 CRITERIOS DE DISEÑO
- ANEJO 04 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- ANEJO 05 ANÁLISIS AMBIENTAL Y TERRITORIAL
- ANEJO 06 ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO 07 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO
- ANEJO 08 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN
- ANEJO 09 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
- ANEJO 10 MOVIMIENTO DE TIERRAS
- ANEJO 11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES
- ANEJO 12 PAVIMENTOS Y FIRMES
- ANEJO 13 INTEGRACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO 14 PLAN DE OBRA
- ANEJO 15 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO 16 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO 17 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ANEJO 18 CONTROL DE CALIDAD
- ANEJO 19 INFORMACIÓN DEPORTIVA

ANEJO 01
PROGRAMA DE NECESIDADES

La redacción del"PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD" se lleva a cabo como parte del Trabajo Fin de Máster de los estudios en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos del alumno D. Javier Villanueva Mena-Bernal, siendo tutor el profesor D. Blas González González, del Departamento Construcciones Arquitectónicas I, de la Universidad de Sevilla.

En este Anejo se concretarán el ámbito y el alcance del proyecto, y las consideraciones tenidas en cuenta para definirlos.

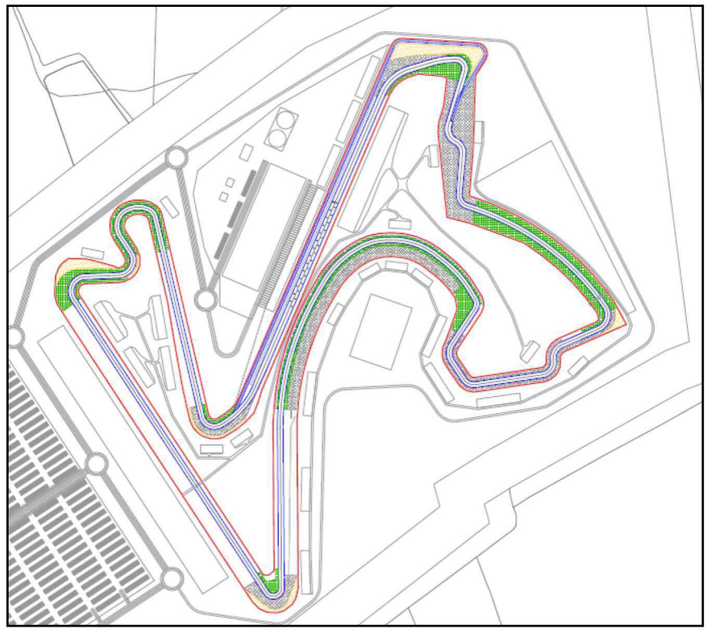
1 OBJETO Y ALCANCE

Un circuito de velocidad es una instalación deportiva dedicada a deportes de motor, con unas características muy peculiares, pues requiere un área y un equipamiento mayores que el necesario para otras disciplinas deportivas. En ese aspecto, hay que diferenciar entre la pista, que es el recorrido acondicionado a la competición de vehículos y sus inmediaciones, y los demás elementos que complementan otras actividades propias del evento deportivo, tales como gradas, talleres, caminos accesorios, etc. El diseño completo de una instalación de este tipo comprende por tanto, la definición de numerosos componentes.

En primer lugar, se establece una división entre las dos partes integrales del equipamiento deportivo completo: el circuito y los equipamientos accesorios. El primero comprende la vía por la que discurren los vehículos, los arcenes y escapatorias junto a ella y el carril de boxes que conduce a los talleres y garajes. Los equipamientos accesorios comprenden: el edificio principal que contiene los talleres y garajes, el Paddock, edificios de oficinas y centro médico, helipuertos, gradas, caminos internos, aparacamientos, un acceso exterior, un área de picnic para espectadores, dos pasarelas peatonales y dos espacios para uso recreativo como espectáculos o exposiciones. El esquema del equipamiento deportivo completo se puede ver en la imagen inferior, extraída del Plano 03 PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO, donde se puede visualizar con más detalle.

Dicha división se traduce en una separación del diseño en diversas fases. Este proyecto se centra en el diseño y construcción del circuito, con las consideraciones que se explican a continuación. Los equipamientos accesorios no quedan incluidos en este proyecto.

El ámbito que alcanza el circuito lo componen la vía principal o pista, los arcenes y escapatorias que la rodean, y el carril de boxes. Su delimitación queda marcada por la línea roja de la imagen siguiente, la cual puede verse con más detalle en el Plano 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO.



La línea roja marca los límites del circuito. Dichos límites se marcan de acuerdo con los extremos de los arcenes y escapatorias, que quedan definidos según las necesidades y características del recorrido diseñado. La obra final del circuito, sin embargo, ocupará mayor extensión, debido a la construcción de taludes y zonas de desmonte, que deberán garantizar que los límites marcados para el circuito se ven satisfechos. Por lo tanto, el área final del circuito será la mostrada en la imagen más el espacio que ocupen los terraplenes y desmontes necesarios.

Esta consideración implica que los equipamientos accesorios exteriores al circuito no se han tenido en cuenta a la hora de calcular el movimiento de tierras, pues se asume que forman parte de un proyecto diferente a la construcción del propio circuito. En este proyecto se tratará la obra de construcción del circuito como una obra autónoma e independiente del resto de equipamientos, es decir, que será válida en tanto que el circuito cumpla con los criterios establecidos y su desempeño pueda ser el correcto. Esto implica que asuntos como el drenaje, el movimiento de tierras o la pavimentación consideran el equipamiento exterior al circuito en su diseño, de manera que los efectos, positivos o negativos, que puediera tener éste sobre el circuito, no se contemplan.

En este aspecto, no se considera tampoco el momento en el que se lleven a cabo las obras relativas al equipamiento exterior. En cualquier caso, se asume que no interferirá en las obras del circuito, y no producirán retrasos o impactos negativos en la construcción del circuito.

La construcción del circuito por lo tanto, se considerará comlpeta si es capaz de acoger competiciones de vehículos de motor en condiciones de seguridad y cumpliendo con los criterios de aprobación del organismo competente en este campo, en este caso, la FIA. Para ello, la obra comprenderá el diseño del trazado, el movimiento de tierras correspondiente, la construcción del firme y los espacios anejos a la pista, una red de drenaje de aguas pluviales, los elementos de seguridad y protección correspondiente, y la señalización de la pista.

Es preciso puntualizar, que, aunque se ha tomado la competición de coches monoplaza como referencia para el diseño del circuito, es esperable que se puedan realizar eventos deportivos de otras categorías y tipos de vehículo, comoturismos, motos, camiones, etc. Por lo tanto, en el proyecto de construcción del circuito no se incluirá la adaptación del mismo a ninguna categoría, por lo que no se diseñarán equipamientos eléctricos o señales luminosas de cualquier tipo. De la misma manera, el equipamiento propio de los equipos de control de carrera junto al Carril de Boxes tampoco se incluirá en este proyecto, así como los talleres, garajes y la zona de paradas de boxes, pues forman parte del edificio principal y es competencia de los proyectos complementarios de equipamiento accesorio al circuito.

Para la correcta definición de la obra y su construcción, se realizarán los correspondientes estudios de identificación de la zona y su entorno. Esto se traducirá en la inclusión en el proyecto de Anejos relativos a cartografía y topografía, estudio de afecciones territoriales y ambientales, estudio geotécnico y caracterización climatológica e hidrológica. También se realizarán los estudios complementarios a la obra propios de su gestión, esto es: plan de obras, estudio de seguridad y salud, estudio de gestión de residuos, y justificación de los precios en base a los cuales se calculará el presupuesto de la obra.

2 DEFINICIONES

Se incluye en este Anejo un apartado de Definiciones para aclarar términos que se usarán a lo largo de los documentos de los demás documentos del proyecto, los mismos suelen usarse con diferentes acepciones, y su utilización se vuelve confusa. En el ámbito de este proyecto, se usarán con la intención que se especifica en las definiciones a continuación:

Equipamiento deportivo: Recinto construido para la celebración de eventos deportivos consitentes en competiciones de vehículos de motor de diferentes categorías, con el equipamiento necesario para acoger todas las actividades relacionadas con ellas. Está formado por el circuito, y los equipamientos accesorios.

Circuito: es el espacio reservado para la celebración de las competiciones de motor, en cualquier zona del cual, puede transitar un vehículo participante durante la misma. Su construcción implica una única plataforma. Está formado por la Pista, y el Carril de Boxes.

Pista: Es la vía por la que discurren los vehículos en condiciones normales durante la carrera, consitente en un recorrido cerrado.

Habitualmente se identifica como el carril pavimentado uniformemente y con límites marcados que constituyen el espacio dentro del cual se deben mantener los vehículos durante la vuelta, según las reglas propias del deporte de motor. En este proyecto, se define como dicho carril más los arcenes y escapatorias que se disponen junto a él, ya que por razones constructivas describe de mejor manera la parte principal del circuito.

Carril de Boxes: Es un carril que discurre de forma paralela a la pista, por su exterior y conectada al carril de la misma en dos puntos cercanos a la línea de salida/meta, uno antes y otro después. Sirve para que los vehículos entren y salgan del circuito, a través de los garajes que se sitúan en su proximidad. Asimismo, da servicio a los vehículos que necesiten atención, reparaciones, alguna intervención durante la competición para que puedan regresar a los talleres, y posteriormente reincorporarse a la pista. Está formado por un carrily unos arcenes propios, de menor entidad que en el caso de la Pista.

Arcenes y escapatorias: son el espacio disponible junto a los carriles de la Pista y el de Boxes, para asistir a los vehículos en caso de salida de los mismos; ya sea permitiendo un espacio para la reincorporación, disminuyendo la energía disponible en caso de una colisión, o prestando un espacio seguro para detener el vehículo durante la competición. Debe cumplir además funciones de drenaje, y en ciertos lugares, se puede cubrir con materiales para colaborar con la seguridad de la carrera, como grava, asfalto, o césped artificial.

Trazada: Es el camino óptimo para recorrer el carril de la Pista en el menor tiempo posible, que se debe tener en cuenta para el diseño, pues es el camino que se espera que pretendan recorrer todos los vehículos durante la competición. Ofrece información importante para preveer el comportamiento de los pilotos y las trayectorias de salida del carril más probables. No debe confundirse con el trazado, que es el nombre que recibe la forma del carril de la Pista.

ANEJO 02
NORMATIVA TÉCNICA

1 NORMATIVA TÉCNICA GENERAL

1.1 NORMATIVA GENERAL DE CARRETERAS

1.1.1 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Nota de Servicio 3/2016, de 29 de septiembre de 2016, sobre instrucciones para la **elaboración de informes preceptivos y vinculantes a instrumentos de planeamiento urbanístico u ordenación territorial** que afecten a las carreteras del Estado.

Nota de Servicio 6/2014, de 5 de noviembre de 2014, sobre **tramitación de informes a documentos de planeamiento urbanístico**.

1.2 IMPACTO AMBIENTAL

Ley 21/2013, de 9 de diciembre**,** de **evaluación ambiental** (BOE del 11 de diciembre de 2013).

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los **residuos de construcción y demolición** (BOE de 13 de febrero de 2008).

Manual para la Redacción de los Informes de los Programas de Vigilancia y Seguimiento Ambiental en Carreteras.- Ministerio de Fomento - DGC - mayo 1999.

1.3 SEGURIDAD Y SALUD

Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción (BOE de 19 de octubre de 2006).

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (BOE del 25 de agosto de 2007). Corrección de errores BOE del 12 de septiembre del 2007. Modificado por Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo (BOE del 14 de marzo de 2009).

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE de 25 de octubre). Modificado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (BOE de 29 de mayo).

Orden Circular 12/2003, de 15 de septiembre de 2003, sobre medidas de prevención extraordinaria en obras con afección a líneas ferroviarias.

Resolución, de 5 de marzo de 1999, de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes, sobre delegación de competencias de atribuciones en materia de seguridad y salud en las obras de carreteras en los Jefes de Demarcación de Carreteras del Estado (BOE del 25 marzo de 1999).

Nota de Servicio, de 4 de mayo de 2007, sobre la aplicación de la nueva Ley de Subcontratación.

Nota de Servicio 7/2001, de 27 de abril de 2001, sobre diligencia del libro de incidencias para control y seguimiento del plan de seguridad y Salud en las obras de la Dirección General de Carreteras.

Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera. Dirección General de Carreteras, 2002

1.4 DRENAJE

Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la **Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial** (BOE del 10 marzo de 2016).

Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre **Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.** En la práctica sustituye a la Norma 5.1-IC.

Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1999. Contiene programa informático y mapa a escala 1:800.000.

Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, Dirección General de Carreteras, mayo de 1987.

1.5 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

1.5.1 GUÍAS TÉCNICAS

Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, agosto de 2006. Esta publicación anula a las anteriores Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras de 1998 y al capítulo 5 de la publicación Tipología de muros de carretera.

Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, octubre de 2005.

Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Dirección General de Carreteras, 2ª edición revisada - junio de 2003.

Guía de cimentaciones en obras de carreteras. Dirección General de Carreteras, 3ª edición revisada - diciembre de 2009.

Tipología de muros de carretera. Dirección General de Carreteras, 2º edición revisada julio de 2002. El capítulo 5 de muros de escollera se considera obsoleto y sustituido en la práctica por la Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera, agosto de 2006.

Protección contra desprendimientos de rocas. Pantallas dinámicas. Dirección General de Carreteras 1996.

Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado. Dirección General de Carreteras, enero de 1989.

1.5.2 ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENOS

Colección de estudios previos de terrenos, Dirección General de Carreteras. 138 volúmenes (incluye mapas geotécnicos-geológicos a escala 1:50.000).

1.6 FIRMES Y PAVIMENTOS

1.6.1 FIRME NUEVO

Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la **Norma 6.1-IC "Secciones de firme"**, de la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003).

Nota de Servicio 5/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre **explanaciones y capas de firme tratadas con cemento**.

1.6.2 REHABILITACIÓN DE FIRMES

Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la **Norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes"**, de

la Instrucción de Carreteras (BOE del 12 de diciembre de 2003, corrección de erratas BOE del 25 de mayo de 2004).

Nota de Servicio 3/2011, de 4 de octubre, sobre criterios a tener en cuenta en la **redacción de los proyectos** de **rehabilitación estructural y/o superficial de firmes**.

Nota técnica refundida, de 20 de abril de 2009, sobre los **factores de corrección** de los **equipos de auscultación de la deflexión** en explanadas, firmes y pavimentos en la Red de Carreteras del Estado, que unifica y anula a las firmadas el 30 de diciembre de 2008, el 30 de enero de 2009 y el 23 de marzo de 2009.

Guía para la actualización del inventario de firmes de la Red de Carreteras del Estado Dirección General de Carreteras, septiembre 2011.

Guía para el replanteo de las obras de conservación de firmes Dirección General de Carreteras - Subdirección de Conservación y Explotación, junio 1998.

1.6.3 RECEPCIÓN DE OBRAS

Orden Circular 20/2006, de 22 de septiembre de 2006, sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.

1.6.4 CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Nota de Servicio 1/2017, de 13 de febrero de 2017, sobre valor umbral del coeficiente de rozamiento transversal (CRT) medido con equipo SCRIM.

Nota técnica, de 16 de noviembre de 2010, sobre la armonización de la medida de la resistencia al deslizamiento transversal con equipos del tipo SCRIM.

Nota técnica, de 18 de febrero de 2010, sobre la armonización de los equipos de auscultación del tipo perfilómetro láser de alto rendimiento, para la obtención del índice de regularidad internacional (IRI).

Nota técnica, de 23 de diciembre de 2010, sobre la armonización de los equipos de auscultación del tipo perfilómetro láser de alto rendimiento, para la obtención del índice de regularidad internacional (IRI), que complementa la firmada el 18 de febrero de 2010.

1.7 EQUIPAMIENTO VIAL

1.7.1 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (MARCAS VIALES)

para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal. Dirección General de Carreteras, diciembre 2012.

1.7.2 SEÑALIZACIÓN EN OBRAS

Orden, de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la **Instrucción 8.3-IC** sobre **señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado** (BOE del 18 de septiembre de 1987).

Orden Circular 15/2003, de 13 de octubre, sobre **señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras. –Remate de obras–**.

Orden Circular 16/2003, de 20 de noviembre, sobre **intensificación y ubicación de carteles de obras.**

Nota de Servicio 5/2001, de 27 de abril, sobre hitos empleados en las inauguraciones de obras a utilizar en la red de carreteras del Estado, gestionada por la Dirección General de Carreteras.

Manual de ejemplos de señalización de obras fijas. Dirección General de Carreteras, 1997. Como aplicación de la Norma 8.3-IC sobre Señalización de Obras.

Señalización móvil de obras. Dirección General de Carreteras, 1997. Adecuación de la Norma 8.3-IC sobre Señalización de Obras.

1.8 RUIDO

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, **del Ruido** (BOE del 18 de noviembre de 2003). **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a **zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas** (BOE del 23 de octubre de 2007).

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la **evaluación y gestión del ruido ambienta**l (BOE del 17 de diciembre de 2005).

Reducción del ruido en el entorno de las carreteras. Dirección General de Carreteras, 1995.

1.9 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

1.9.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3)

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976. La Orden FOM/2523/2014 actualiza artículos de materiales básicos, firmes, pavimentos, señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos (BOE del 3 de enero de 2015). La Orden FOM/1382/2002 actualiza artículos de explanaciones, drenajes y cimentaciones (BOE del 11 de junio de 2002; corrección de erratas BOE 26 de noviembre de 2002). La Orden FOM/475/2002 actualiza artículos de hormigones y aceros (BOE del 6 de marzo de 2002).

Orden Circular 21bis/2009 sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra.

Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU).

1.10 CALIDAD

Nota de Servicio, de 20 de diciembre de 2003, sobre emisión de **certificado de buena ejecución de obras.**

Nota interior de 24 de febrero de 2004, sobre obligatoriedad del **cumplimiento de la normativa europea en productos de construcción**.

1.11 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (Materiales de carácter general que se utilizan en carreteras)

1.11.1 CEMENTO

Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16) (BOE de 25 de junio de 2016).

Real Decreto 605/2006, de 19 de mayo, por el que se aprueban los procedimientos para la aplicación de la norma UNE-EN 197-2:2000 a los cementos no sujetos al marcado CE y a los centros de distribución de cualquier tipo de cemento (BOE de 7 de junio de 2006).

1.11.2 HORMIGÓN

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la "**Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**" (BOE del 22 de agosto de 2008). Corrección de errores BOE del 24 de diciembre de 2008.

1.11.3 PRODUCTOS CON MARCADO CE

Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego (BOE 23 de noviembre de 2013)

Listado completo de las normas armonizadas de productos de construcción (última publicación del BOE)

2 NORMATIVA TÉCNICA AUTONÓMICA

Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía.

Orden Circular 2/97 de Infraestructura Cartográfica de la Red de Carreteras de Andalucía y Elaboración de la Cartografía y Topografía de los estudios de Carreteras y Ejecución de Obras.

Orden Circular 1/97 de Normas Complementarias para la Redacción de Proyectos y Dirección de las Obras de Carreteras.

3 NORMATIVA TÉCNICA ESPECÍFICA

Código Deportivo Internacional: Apéndice O: Procedimientos de Homologación de Circuitos de Carreras de Automóviles. Federación Internacional de Automovilismo. 17 de marzo de 2017.

ANEJO 03
CRITERIOS DE DISEÑO

1 DISEÑO DEL TRAZADO

El trazado o pista es el elemento principal del proyecto. Su recorrido obdece a una serie de criterios que se desarrollan en este apartado, lejos de aquellos que se refieren a especificaciones geométricas. La forma en planta del circuito determinará además el resto de elementos diseñados para el recinto, por lo que ha sido el primer elemento diseñado, a partir del cual se diseña el resto de elementos, adaptando su ubicación a las zonas más convenientes según el recorrido de la pista.

El circuito lo componen una serie de tramos rectos y curvos que suponen un desafío para la conducción por parte de los pilotos, y, como otros circuitos del mundo, cuenta con un recorrido propio que es exclusivo de este proyecto. Este tipo de circuitos se distinguen de otros pensados para pruebas de otro tipo, como los circuitos ovales, donde prima la velocidad. En este caso, un vehículo sólo podrá recorrer el circuito por el camino marcado por la pista. Por lo tanto, la forma que tiene debe satisfacer diferentes necesidades. A continuación se exponen los criterios tenidos en cuenta para llegar al diseño final del circuito.

Para la mayor comprensión, se recomienda ver el Anejo 18 INFORMACIÓN DEPORTIVA de este proyecto, ya que muestra un plano del circuito desde el punto de vista deportivo, y marca zonas a las que se hará referencia durante las explicaciones de los apartados sucesivos de este Anejo.

1.1. Criterios deportivos

El automovilismo es un deporte que se basa en la habilidad para la conducción, ya sea en carrera con muchos automóviles o sesiones contrarreloj. El circuito supone no sólo el marco geográfico donde se realizan estas pruebas, sino también supone el elemento común sobre el que los pilotos demuestran sus habilidades. Para conseguir que un circuito suponga un desafío de conducción debe aunar exigencia y seguridad. Con estas bases, se conisgue un buen formato sobre el que generar un trazado en el que prime el carácter deportivo del proyecto, y resulte atractivo al principal implicado, que es el deportista, o piloto en este caso.

Teniendo en cuenta esto, el diseño del circuito incluye numerosos tramos diferentes para que el piloto y el vehículo sean expuestos a diferentes circunstancias y así ser probados en situaciones variadas. Como es habitual en este tipo de circuitos, el trazado está dividido en 3 sectores, que dividen el recorrido para que el piloto y el equipo puedan tener referencias de tiempo. Es común analizar el circuito según sus sectores, pues en este caso también se han considerado estas divisiones para dotar a cada parte de una característica propia.

En este apartado se presentará el circuito diseñado y se describirán sus tramos desde un punto de vista deportivo, mostrando los criterios que se han seguido para conferir esa forma a la pista.

El primer sector es una parte muy técnica. Se trata de una sucesión de curvas rápidas en tramos sin apenas desnviel. Comienza con la Curva 1, que es la que recibe los vehículos tras la salida en la primera vuelta, y tras la recta principal en vueltas lanzadas, por lo que llegan a muy alta velocidad. La curva es a derechas y está ideada para ser tomada a fondo. Le sigue la Curva 2, muy cerrada y a derechas de nuevo, a la que se llega con el vehículo girando. Es además la primera curva de frenada fuerte tras la salida. Las Curvas 1 y 2 son posiblemente las más exigentes del circuito.

Las Curvas 3 y 4 forman una chicane en la que los vehículos en carrera formarán una fila de un sólo coche, y llegarán a la Curva 5, que da pie a un tramo recto con ligera curvatura, que obligará al piloto a mantener el giro en su vehículo, debiendo prestar especial atención, pues, además, este tramo desemboca en la Curva 6, que es a derechas, prolongando la curvatura del tramo. Las Curvas 7 y 8 vuelven a formar una chicane con entrada a la izquierda, igual que las Curvas 3 y 4. Se trata de un elemento complicado de negociar, donde se pone de manifiesto la habilidad del piloto. Las Curvas a derechas 9 y 10 suponen dos curvas rápidas que enlazan tramos rectos, donde nuevamente será imprescindible que el piloto mantenga bien el control de su vehículo a la salida.

Con esto concluye el Sector 1, que es sin duda un sector al que se le podría dar el apelativo frecuente de sector “de piloto”, donde cuenta más la pericia del conductor que el equipamiento del vehículo para obtener buenos resultados.

El Sector 2 es muy diferente. Precisamente se podría decir que es lo opuesto al 1, ya que es un sector “de vehículo”. Supone el enlace de dos tramos en los que se va con el acelerador a fondo. En este tipo de sectores es más sencillo que los pilotos tomen la misma trazada, de manera que se acentúan las diferencias entre los motores y los diseños del coche.

Comienza con una curva rápida a izquierdas, la 11, de donde es imprescindible salir con buen agarre para empezar a acelerar lo antes posible. Esto es porque se llega a la curva más importante del circuito, la Curva 12. Se trata de una sucesión de tramos curvos todos hacia la izquierda, con un peralte hacia dicho lado y unos radios de curvatura que permitirán recorrerla con el acelerador pisado a fondo. Se trata de una parte especial del circuito por su atractivo, aunque debe primar la seguridad. Por ello contará con un muro a la derecha, por lo que dada la velocidad y la curvatura, el piloto debe mantener la atención en este punto en todo momento, ya que además el motor llega a muy altas revoluciones.

Como en la mayoría de circuitos, tras un tramo largo de velocidad elevada, se dispone una curva cerrada, para aprovechar el gran espacio que hay para la frenada. En este caso esta curva es la Curva 13, una curva a izquierdas que, junto con la 2 son las más cerradas del circuito. Posteriormente, se accede a la “recta de atrás” una recta larga donde efectuar con mayor facilidad adelantamientos. La Curva 13, denominada comúnmente “horquilla” por su cambio de dirección de prácticamente 180 grados supone la unión entre dos tramos de muy alta velocidad, por lo que este sector supone una elevada exigencia para los equipos en la selección de los reglajes del vehículo.

La recta tras la Curva 13 también tiene otro elemento a considerar: la inclinación longitudinal. En el automovilismo, la variación vertical de la rasante también es un factor a considerar en la conducción, y éste no se limita a negociar curvas de un diseño en planta. Para que el circuito cumpla con todos los criterios de exigencia para la conducción, se ha diseñado esta zona como la de mayor variación de cota. La curva 13 será el punto más bajo del circuito, de manera que se logran dos aspectos: primero, que la salida de la curva 12, donde se prevee que se alcancen las máximas velocidades, es en bajada, convirtiéndose en un tramo singular del circuito; y segundo, que la salida de la “recta de atrás” es en subida, otorgando una disposición especial a las Curvas 14 y 15, y marcando así el inicio del Sector 3. El desnivel total del circuito quedará indicado por la diferencia de cota entre las Curvas 13 y 14, que será aproximadamente de unos 9 ó 10 metros.

Finalmente, el Sector 3 es un sector de tipología intermedia, con curvas abiertas y rectas considerables. La Curva 14 marca el inicio del mismo, curva que se debe negociar tras una fuerte frenada. Esta circunstancia, junto con la inclinación vertical hacia arriba son las características principales de esta curva a derechas.

En apenas unos 50 metros, está la Curva 15, a izquierdas, formando con la 14 una especie de chicane prolongada. El punto más alto del circuito se encuentra en el punto medio entre las curvas, en la recta que las une. Desde ahí la curva 15 es en bajada, aunque con pendiente menor al 1%.

La primera parte de este Sector es la más revirada, que finaliza con la Curva 16, de nuevo muy próxima a la salida de la 15. La Curva 16 es una sucesión de alineaciones curvas de diferentes vértices, aunque por formar una sóla unidad del circuito se considera una única curva, igual que la Curva 12. Se trata de un giro prolongado hacia la derecha, para recorrer a media velocidad tras acelerar para salir de una curva relativamente lenta como la 15. La recta posterior requiere una buena salida de la 16, por lo que negociarla correctamente será un buen desafío para el piloto, y un hecho determinante en el tiempo final de la vuelta.

Como se ha dicho, tras la Curva 16 se presenta una recta, que comunica ésta con la recta de meta. La pendiente descendente y la longitud de la recta convierten este tramo en un tramo rápido, sumado al hecho de que se presenta como la recta para posicionar el vehículo con vistas a un último intento de adelanteamiento en la vuelta, o una buena entrada en la última pareja de curvas del circuito. Por esto, se espera que sea un tramo interesante desde el punto de vista deportivo.

Finalmente, se accede a la Curva 17, amplia y de izquierdas; punto importante para una salida correcta hacia la recta de meta y tras una frenada importante. Se trata de un punto de especial interés porque además los vehículos que vayan a acceder a boxes negociarán esta curva de forma diferente, para pegarse más al borde izquierdo de la pista, creando diferentes trayectorias en la zona.

Los vehículos que se dirigen a la meta para concluir su vuelta, conectan con la Curva 18, la última del circuito, aunque apenasdestacable en la vista en planta. Ésta es una Curva que se realiza a fondo, pues en ese punto, el vehículo estará acelerando tras la salida de la 17, lo que la convierte en una curva no muy complicada, aunque interesante, pues el inicio de la aceleración hacia la meta debe hacerse prolongando el giro del volante que ocasiona la Curva 17. Enderanzando adecuadamente el vehículo en la Curva 18, se sigue a fondo hacia la meta y se concluye una vuelta, acercándose progresivamente al borde izquierdo de la pista para atacar de nuevo la rápida sucesión de las Curvas 1 y 2.

1.2. Tendencias de diseño

Las líneas que siguen los circuitos más actuales que se van incorporando a las más altas categorías del automovilismo, se distinguen con facilidad como se explica a continuación. En el diseño y construcción de nuevos circuitos de velocidad, destaca un nombre especialmente desde medidados de los años 90: Hermann Tilke. Este Ingeniero Civil alemán se ha encargado de diseñar o rehabilitar la gran mayoría de incorporaciones de grandes premios al calendario de la Fórmula 1 en más de dos décadas. Su último diseño se trata del Circuito Urbano de Bakú, que entró en 2016 en la relación de carreras de la Fórmula 1 como el Gran Premio de Europa.

En el diseño de este circuito también se han tenido en cuenta esas tendencias de diseño reconocibles en las últimas incorporaciones al calendario de grandes premios de Fórmula 1.

- Largas rectas: los tramos rectos son los puntos donde el adelantamiento es más sencillo de realizar, y por tanto, facilitan los cambios de posición en carrera, lo que son sus eventualidades más emocionantes. El fomento las medidas que faciliten los adelantamientos han promocionado la aparición de rectas cada vez más largas, llegando a casos de rectas de más de 1 km, como en los circuitos de Yas Marina (Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos), Buddh (Nueva Delhi, India) o Yeongam (Seúl, Corea del Sur).

  En este circuito, sin llegar a esos casos, sí que se presentan dos rectas de más de 700 metros (la de salida/meta y la "recta de atrás"), además de otros tramos rectos de en torno a 400 ó 500 metros. La circunstancia habitual de finalizar las rectas largas en curvas cerradas y lentas se hace presente aquí tras el tramo a fondo de la Curva 12 y la "horquilla" de la Curva 13.

- Curvas rápidas: las curvas rápidas son más exigentes para el piloto y favorecen el espectáculo, por lo que son un elemento muy recurrente en circuitos modernos, evitando alineaciones que requieran disminuciones de velocidad importantes. Esto se puede ver en curvas y tramos de circuitos como Sepang (Kuala Lumpur, Malasia), Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos) o Shangái (China).

  En el circuito propuesto, la Curva 1, así como las Curvas 9,10 y 11 persiguen esta línea.

- Carril ancho: la anchura de la pista se empezó a ensanchar por el motivo primordial del deporte de motor: la seguridad. Una pista ancha permite a varios vehículos transitar en paralelo sin poner en peligro su integridad, de manera que también facilita los adelantamientos, como las rectas largas. Pero además ofrece mayores alternativas al piloto para negociar curvas de formas diferentes, o en casos de accidentes o vertidos en la pista.

  El ancho de este circuito se ha determinado según el Apéndice O de la FIA, como se verá más adelante. Se pueden destacar en esta tendencia de diseño los circuitos de Valencia (España) o, nuevamente, el Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos).

- Elemento emblemático: una característica singular de los circuitos modernos es una medida que pretende conseguir lo que tienen los circuitos clásicos: un tramo, por lo general una curva, que sea definitoria del circuito y lo de a conocer. Se trata de elementos que por su originalidad, su forma o su espectacularidad destaquen sobre el resto de tramos y sea la herramienta más inmediata de identificación de un circuito.

  De este modo, es muy fácil recordar circuitos clásicos por tramos emblemáticos, como la Curva Loews o el túnel de Mónaco, la vertiginosa Curva *Eau Rouge* de Spa (Bélgica), o la rapidísima Curva 130R, o el puente, de Suzuka (Japón). Viendo los circuitos modernos es inmediato recnocer algunos circuitos por la gran subida en la salida del Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos), la Curva 8 de 4 vértices de Istanbul Park (Turquía) o incluso la iluminación del gran premio nocturno de Singapur.

  En este caso, se supone que la Curva 12, por su longitud, peralte y velocidad será el "elemento emblemático" que hará del Circuito de Sevilla un caso único y diferenciable.

Estas tendencias han sido elogiadas y criticadas a partes iguales por casi todos los implicados en el mundo del deporte de motor, especialmente los de coches: organizadores, pilotos y periodistas, aficionados, etc. Esto se debe a una disminución en la espectacularidad de las carreras en pos de una mayor seguridad. Se trata de un debate muy extendido, aunque con un claro denominador común en el que todo el mundo coincide: salvaguardar la seguridad de pilotos y espectadores. Pero, ¿hasta qué punto ello debe intervenir en el diseño o morfología de una pista?

No es objetivo de este proyecto analizar esa cuestión. Pero sí es importante tener en cuenta que esto ha generado numerosos cambios en las normativas de diseño, que en este caso se han asumido y seguido, y que marcan los diseños más actuales, a los que este proyecto se pretende acercar.

1.3. Opciones para el espectador

El espectador es una parte fundamental en el desarrollo de la actividad deportiva que implica el circuito. Si bien la asiduidad de público es apenas notable durante gran parte del año, en este tipo de instalaciones se espera que en una serie de eventos puntuales en el año acudan grandes masas de espectadores a las instalaciones para visualizar in situ el acontecimiento deportivo. En el Gran Premio de España de Fórmula 1 de 2017, aproximadamente 94.000 personas acudieron al circuito de Montmeló el día de la carrera; y el Gran Premio de España de Moto GP en Jerez acogió a casi 130.000.

Para ofrecer una experiencia adecuada a las demandas del público, un circuito de carreras debe tener una morfología que permita contemplar el espectáculo de las carreras apropiadamente. Por lo tanto, las opciones para el espectador que se desplaza al circuito a ver el evento in situ también condicionan el diseño de la pista. El Plano 03 PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO es un buen apoyo para la comprensión de este apartado.

El punto de visualización más interesante de una carrera en el circuito se considera el propio edificio principal de Paddock y talleres. La cuesta natural del terreno, y la altura del edificio (que como se mencionó en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES, no se ha diseñado en el presente proyecto), pueden conseguir que los espectadores situados en los balcones o la terraza del edificio puedan visualizar tanto la recta principal como la Curva 12, y gran parte del Sector 1 desde un solo punto de vista. Lo cual es una gran opción para el espectador.

Esta opción es la causante de otorgar al circuito la forma que tiene en cuanto a la proximidad de la recta principal y la Cruva 12, pues de esta forma desde un punto de vista se puede ofrecer una mejor vista el evento, que en el caso de que el circuito discurriera por una zona más alejada de la recta principal. Asimismo, las gradas C8, C9 y B7 permiten la visión opuesta, y la bajada de la recta entre las Curvas 16 y 17.

La cercanía entre dos tramos de circuito permite al espectador ver varios puntos de la pista y lugares de la carrera diferente desde un mismo asiento. Esta característica ha sido uno de los motivos que han originado la forma de la pista.

Por otra parte, las gradas son los elementos donde el grueso del público se sitúa para ver la carrera en el circuito. Las curvas deben tener una disposición que permitan la localización de gradas cercanas que ofrezcan un buen punto de vista de la trazada del vehículo en la pista.

El circuito cuenta con curvas y tramos que permiten vistas muy interesantes de la carrera:

- La Grada Principal, A1 es el punto de referencia del espectador para el circuito, pues desde ese punto se puede ver la salida de la carrera, que es posiblemente el momento de mayor expectación y emoción. La forma del circuito debe contener espacio para una grada mayor a lo habitual frente al edificio de Paddock y boxes, como en la gran mayoría de circuitos del mundo. De ahí que la Curva 12, que se ha aproximado a la recta principal,

no podía hacerlo a la altura de la línea de meta. La forma que se ha dado al Sector 1 permite la construcción de la Grada Principal, y el acercamiento entre la Curva 12 y la recta principal. La visualización de la salida supone un criterio importante para el diseño del recorrido del circuito.

- En el Sector 1, las chicanes son elementos en los que el espectador puede ver maniobrar al vehículo, ofreciendo escenas atractivas.

- El circuito cuenta con una zona muy interesante para el espectador en gradas, que es la sucesión de las Curvas 9 y 10, y la salida hacia la 11. Estas curvas ofrecen vistas del vehículo cambiando de dirección casi 180 grados, por lo que la inclusión de este tipo de curvas favorece la experiencia del espectador.

- Los tramos rápidos del Sector 2 son amplios y anchos, lo que permite situar gradas para los espectadores que desean ver el vehículo transitando o llegando al final de los tramos de mayor aceleración.

- Con vistas a diseñar otra zona interesante para el espectador, a las Curvas 14,15 y 16 se les otorgaron una forma sinuosa y revirada, especialmente con el cambio de dirección de 180 grados de la 16. Las gradas situadas en esa zona también son un punto de vista apropiado del circuito.

- Finalmente, las gradas B12, B13, C12 y C13 permitirán ver la acometida final hacia la meta, por lo que las Curvas 17 y 18 también se han diseñado con una forma que sea propicia para el espectador.

Además de las gradas y el edificio principal, el circuito también contiene una zona de "Picnic", donde los espectadores disponen de una amplia zona, de aproximadamente 4,2 hectáreas, para situarse a su gusto a ver la carrera sin asientos numerados. En muchos circuitos los aficionados optan por este tipo de entradas así que el diseño del circuito debe favorecer la instalación de un área de este tipo. De ahí el alargado tramo entre las Curvas 5 y 6, que además de ofrecer un desahogo al piloto tras la sucesión de curvas iniciales, permiten la visión al aficionado del vehículo en un tramo de gran velocidad.

1.4. Estética y espectáculo

La estética es un factor importante en la construcción. Una obra debe aunar el cumplimiento de los objetivos para los que se diseñó, con la optimización de los recursos y con un resultado estético y satisfactorio. Más allá de los buenos acabados en la obra, o el aspecto del asfalto, que son asuntos más intrínsecos de la obra, en el diseño de la planta del circuito también se tienen en cuenta los criterios estéticos.

Las formas en planta deben ser intuitivas y con las partes del circuito fácilmente identificables, para que el aficionado sea capaz de recordarlo con facilidad, o incluso memorizarlo. Las curvas simples, claras, las rectas largas y las horquillas colaboran con este fin. De otro modo, los circuitos pasan a ser poco más que un conjunto de curvas entrelazadas sin más intención.

En este circuito, los sectores 2 y 3, junto con la recta principal son sencillos de recordar y memorizar. El conjunto de las direcciones que se suceden dan a la vista en planta un aspecto de número "2" invertido que le confieren una imagen distintiva, única y estética.

Por otra parte, hay que reconocer que en el mundo del motor, las grandes categorías se sustentan en mostrar las carreras como un espectáculo, que es lo que hace crecer (o disminuir) en mayor medida el número de aficionados. Además de los espectadores que se dirigen a las instalaciones del circuito para ver la carrera en directo, hay que tener en cuenta al gran número de aficionados que siguen las carreras por sus retransmisiones televisivas. Con ese objetivo, el diseño del circuito debe tener esto en cuenta para poder mostrar al público escenas e imágenes que fomenten la vertiente de espectáculo del deporte de motor.

Este criterio ha afectado al diseño principalmente de dos zonas del circuito. En primer lugar, el inicio del circuito, los primeros metros que engloban las 4 primeras curvas. Como se comentó anteriormente, la salida es el momento generalmente de mayor espectacularidad y emoción, y por tanto, que reúne a más telespectadores en la retransmisión. Por ello, se deseó que los primeros compases del circuito fueran de tal modo que permitieran obtener imágenes de todos los vehículos entrelazándose para pasar intentando no colisionar por una zona exigente.

En especial, la Curva 1 tiene su forma para que una cámara situada en el vértice de las alineaciones pueda conseguir un plano de todos los vehículos girando a alta velocidad hacia la Curva 2. Este efecto se consigue en el circuito de Sochi (Rusia) o Hockenheim (Alemania), que cuentan con una primera curva muy rápida en las que la tensión de la salida se prolonga, pudiendo además conseguir imágenes espectaculares. Y además, con esto se consigue romper con los convencionalismos de una primera curva lenta, desplazándola a la segunda.

Dicha segunda Curva tiene una forma que permite numerosas opciones de trayectoria, especialmente cuando dos vehículos compiten por una posición. En la salida creará un punto en el que se verán numerosos intentos de adelantamiento, aumentando la emoción de la salida.

A la salida de la Curva 2, la chicane de las 3 y 4 obligará a los vehículos prácticamente a formar una fila de 1, lo que forzará a algunos pilotos a desistir de sus maniobras de adelantamiento, o a intentar concluirlas antes. Por lo tanto, se ha tenido muy en cuenta la espectacularidad de la carrera para dar forma a este tramo del circuito.

La otra zona que ofrecerá mayor espectacularidad será, tal como se preveé, la Curva 12, que es la que más identidad propia le da al circuito. Tanto por la velocidad, como el peralte, como la longitud, se espera que sea la Curva que el público desea ver en la vuelta, ocasionando escenas próximas a las de carreras de circuitos ovales. Una cámara de televisión tanto en el centro del Espacio de Eventos, como al final de la recta, en la horquilla de la Curva 13, podrán ofrecer planos muy interesantes, así como la vista con cámara desde helicóptero.

1.5. Comparación con casos reales

Para no caer en imposibles o ideas de proyecto excesivamente ambiciosas, la comparación de las formas usadas con otros casos reales ya construidos es una buena herramienta para garantizar al circuito el ser un proyecto factible.

En primer lugar, antes de reconocer zonas reales en las formas del diseño propuesto, conviene analizar la planta en su conjunto. Se pueden distinguir varios patrones en la confección de los circuitos según su configuración, que se basa en la forma de considerar en el plano la recta principal.

En primer lugar, ciertos circuitos basan su diseño en una recta principal larga y evidente, de la que surge el circuito hacia un lado de la misma, y rara vez saliendo el circuito de los márgenes que marcan los extermos de la recta. Ejemplos claros de este tipo de construcción de circuitos, en los que la recta principal es el elemento vertebrador, son Montmeló (Barcelona, España), Hungaroring (Hungría), o el Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos).

Otro tipo de circuitos presentan una recta de salida más discreta en el que el objetivo del trazado es rodearla por el extremo opuesto a la primera curva dirigiendo el circuito por un lado, para volver a la recta principal desde el otro lado de la recta. En estos casos, la recta principal queda más o menos situada en el centro del circuito, a modo de eje. Como ejemplos, el Circuito de Jerez (Cádiz, España), Sepang (Malasia) o Buddh (Nueva Delhi, España).

Otros circuitos, en especial aquellos emblemáticos por su longevidad o reconocimiento, son más difíciles de catalogar. En ellos se puede ver cómo la recta principal queda "embebida" en el resto del trayecto, de manera que deja de ser un elemento fundamental y pasa a segundo plano frente al atractivo de otras zonas del circuito. Fácilmente clasificables en este grupo se pueden encontrar Mónaco, Spa (Bélgica) o Silverstone (Inglaterra).

En este grupo pueden entrar también un grupo muy exclusivo, que sólo cuenta con un representante en el mundial de Fórmula 1, y ninguno en Moto GP: los circuitos en forma de "8". Son circuitos que se caracterizan porque la pista se cruza a sí misma en algún punto, usando para ello un puente o un túnel. Por su excepcionalidad, entrarían en el grupo de auqellos en los que la recta principal no vertebra el diseño. El clásico Circuito de Suzuka (Japón) es el gran exponente de este tipo de circuitos.

Otra clasificación muy rápida de realizar es si el giro de realiza a favor o en contra de las agujas del reloj. En general, la

dirección de la primera curva suele determinar esta característica (a derechas, a favor de las agujas del reloj; a izquierdas, en contra), aunque es posible que no sea así, según hacia dónde crezca el circuito. Esto afecta a la deportividad y al diseño en el hecho de que existan un mayor número de curvas hacia un lado que hacia otro. Los pilotos notan eso especialmente en la exigencia muscular del cuello. Como son más habituales los circuitos a favor de las agujas del reloj, los pilotos suelen preferir que las nuevas incorporaciones a sus calendarios tengan esta característica.

Atendiendo a estos criterios, el circuito propuesto en este proyecto podría englobarse en el grupo de los circuitos que rodean la recta principal, que es un elemento vertebrador del diseño. El Sector 1 y gran parte del 2 discurre al este de la recta principal, y el 3, al oeste. Como comparación de la planta completa, el diseño en planta puede asemejarse al del circuito de Jerez (Cádiz, España), si bien el transcurso de las curvas es bien distinto en ambos casos. El sentido de giro es a favor de las agujas del reloj, con 10 curvas a derechas y 8 a izquierdas.

Centrando el análisis en zonas concretas del circuito se pueden realizar las siguientes semejanzas:

- Curva 1: como se dijo antes, la Curva 1 pretende conseguir la espectacularidad de una primera curva rápida, lo que consigue una salida intensa y emocionante. En este aspecto, puede reocrdar a las curvas 1 de los circuitos de Sochi (Rusia) y Hockenheim (Alemania), si bien la Curva 2 aquí se presenta mucho antes que en esos dos casos.

- Tramo entre Curvas 5 y 6: este tramo se trata de un tramo de transición entre la zona de la salida y los primeros compases de la vuelta a los tramos más centrales del circuito. En el circuito de Sepang (Malasia) existe un tramo parecido, la Curva 3, que presenta una zona con gran radio de curvatura como en este caso. Además la existencia de la zona de Picnic rememora a ciertas zonas del circuito de Montmeló (Barcelona, España), como la recta entre sus Curvas 7 y 8.

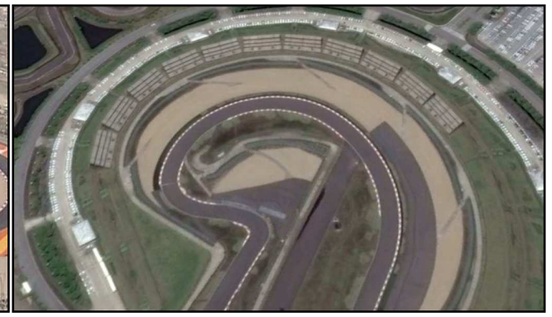
- Curvas 9 y 10: esta pareja de Curvas están formadas por tres tramos rectos que se cortan forman ángulos obtusos, pero que se recorren como si formaran una sóla unidad, manteniendo prácticamente el vehículo girando, sin que la trayectoria sea recta en ningún momento. Son una pareja de curvas rápidas con referentes en los circuitos de Shangái (China) y Sepang (Malasia).

- Curva 12: se trata de la más icónica de este circuito, por lo que las comparaciones no reflejan la intención real de este tramo. Sin embargo, por su peso en la planta del circuito, la cercanía del muro y la prolongación del giro, se pueden encontrar similitudes con el tramo entre las Curvas 10 y 11 del circuito de Albert Park (Melbourne, Australia) o el de Hockenheim (Alemania).

- Curva 13: esta curva es una horquilla con el consecuente cambio de dirección de 180º. Existen muchos casos similares. En el mismo circuito de Hockenheim (Alemania), al final de la curva larga mostrada en el punto anterior, hay una horquilla, lo cual es muy apropiada para describir el tramo en conjunto. El clásico circuito Gilles Villeneuve (Montréal, Canadá), también presenta una horquilla, de las más cerradas que existen.

- Curva 14, 15 y 16: las curvas del principio del Sector 3 forman una serie entrelazada que recuerda en varios aspectos al tramo final del moderno circuito de Buddh (Nueva Delhi, India), por l aofrma en herradura de su Curva 11, y por las Curvas 12 y 13, que forman una figura parecida a las curvas en cuestión, pero en orden

inverso. El circuito de Shangái (China) tiene una curva similar en herradura, algo más amplia que la propuesta en este circuito, pero con una forma y un peralte que han servido de referencia para el diseño de la 16.



- Curva 17: la entrada a la recta de meta es una curva cerrada a izquierdas, caso que se puede observar en numerosos circuitos, como, de nuevo, en el circuito de Buddh (Nueva Delhi, India), en el que se inspira este tramo del circuito. También es el caso del circuito de Jerez (Cádiz, España). En este caso se desea hacer una algo más amplia y en bajada, pero por la filosofía del trazado, ambos ejemplos son válidos.

Estas son algunas de las similitudes más evidentes con otros casos reales, que han acogido pruebas de las máximas categorías del automovilismo. Es habitual cuando se estrena un circuito en una competición tratar de compararlo según su morfología o tramos concretos con otros ya existentes, para conocerlo mejor. Con las comparaciones aquí presentadas, se pretende situar el proyecto en un plano factible, y dar al lector una mejor idea del proyecto propuesto.

2 NORMATIVA ESPECÍFICA

Los criterios mencionados en el apartado anterior son las ideas que guían el diseño y otorgan una forma inicial sobre la que comenzar a trabajar. Dichos criterios son fundamentales, pues tienen en cuenta factores muy importantes para el buen funcionamiento del circuito más allá de especificaciones técnicas. Pero a la hora de conseguir plasmar dicho diseño en una pista *técnicamente* válida, hay que pasar a valorar diferentes criterios en un plano más detallado.

El organismo regulador de los circuitos de velocidad en España es la Real Federación Española de Automovilismo (RFEDA), que es un organismo dependiente del Consejo Superior de Deportes y miembro de la Federación Internacional de Automovilismo (FIA). Aunque para conocer las indicaciones técncas que aplican a circuitos de velocidad, hay que acudir al Código Deportivo Internacional de la FIA, que es el la entidad que da autorización al circuito para acoger eventos deportivos que dependan de ella. En dicho código aparece la figura de la *Autorité Sportive Nationale* (ASN), que es la forma en la que la FIA denomina a los organismos responsables del deporte de motor en cada país miembro de la misma, siendo la RFEDA en el caso de España. Bajo la nomenclatura de ASN, la FIA especifica en su Código Deportivo Internacional las competencias de cada organismo en diferentes materias deportivas y de gestión.

Uno de los Apéndices de dicho Código es el Apéndice O: Procedimientos de Homologación de Circuitos de Carreras de Automóviles. Este documento, emitido el 17 de marzo de 2017, en francés e inglés, es el documento que se debe seguir para conocer qué aspectos técnicos debe cumplir el circuito para considerarse válido para la celebración de carreras de automóviles, que es el objetivo principal del proyecto.

El Apéndice O reúne una serie de indicaciones para el diseño geométrico de la pista y algunas de sus instalaciones basadas en los criterios fundamentales que hay que tener en cuenta para ello: la correcta conducción en la pista, y, sobre todo, la seguridad.

A través de los artículos iniciales, se especifica la categoría posible de los circuitos. La que aplica en este caso se denomina Grado 1, la más alta, que es para circuitos que puedan acoger carreras de Fórmula 1 tras 1985. Un circuito de Grado 1, puede además acoger pruebas para circuitos de grados menores. En el artículo 7: Concepción del Circuito, se indican las especificaciones técnicas que servirán de guía en el diseño geométrico de la pista.

A continuación se presenta un resumen de dicho artículo, en diversos puntos, que constituyen las reglas que se han seguido para el diseño geométrico propuesto en este proyecto:

- *7.1 General*
  - *Recomendaciones para licencia futura (3.1 de este Apéndice).*
  - *Cumplimiento de la ASN.*

- *7.2 Planta*
  - *Sin restricciones de forma, pero la FIA puede recomendar cambios en pos del interés de la buena competición o necesidad práctica.*
  - *Rectas < 2 km.*
  - *Longitud mínima: Suplemento 2 de este Apéndice.*
  - *Longitud total < 7 km.*
  - *Longitud calculada a partir de la línea central.*
  - *Tener en cuenta la trazada.*

- *7.3 Anchura*
  - *Anchura mínima 12 m*
  - *Transición mínima: 1 m cada 20 m*
  - *Anchura mínima en recta de salida: 15 m (hasta primera curva)*
  - *Para anchuras menores se aprobará sólo sobre circuitos que ya hayan acogido carreras.*

- *7.4 Perfil Longitudinal*
  - *Cambios de pendiente: según automóvil.*
  - *En general, hay que evitar cambios de pendiente en: frenadas a alta velocidad, sectores curvados o en tramos de gran aceleración.*
  - *Pendiente en la salida no mayor de 2%.*

- *7.5 Inclinación transversal y drenaje*
  - *En rectas, entre 1.5% y 3% (entre ambos bordes o la línea central y los bordes).*

- *En curvas, peralte máximo del 10%, (salvo en casos especiales). La inclinación hacia fuera no se recomienda, salvo en circunstancias especiales, en cuyo caso los vehículos no entrarán a más de 125 km/h.*
- *Transiciones adecuadas en curvas para tener en cuenta la pendiente longitudinal.*
- *El diseño del drenaje en el circuito, boxes, paddock y áreas públicas debe considerarse prioritario.*

- *7.6 Límites, Bordes y Escapatorias*
  - *Exceptuando zonas de entrada/salida como boxes, el circuito debe estar limitado por dos líneas blancas de 10 cm de anchura, en pintura anti-deslizante.*
  - *Los bordes deben ser planos y entre 1 y 5 m de ancho, continuando el perfil transversal del circuito, sin escalón y siendo cualquier transición gradual.*
  - *Una Escapatoria es el terreno entre el borde y la primera línea de protecciones, que debe ser gradual al borde.*
  - *La inclinación de las Escapatorias no debe ser mayor al 25% creciente ni menor al 3% decreciente, con transición suave desde el circuito, en su perfil transversal.*

- *7.7 Recta de Meta/Salida*
  - *Longitud mínima por puesto de salida: 6 m (8 m en Fórmula 1).*
  - *Longitud mínima hasta la primera curva: 250 m.*
  - *Curvatura máxima: cambio de dirección de 45º, con radio menor de 300 m.*

- *7.8 Medidas de Protección*
  - *Las medidas de protección deben tener en cuenta las características del circuito, planta, perfil, topografía, trayectorias, etc.*
  - *Las primeras líneas de defensa deben basarse en sistemas de disipación de energía, para absorber la energía de un coche fuera de control y facilitar en lo posible que lo recupere.*
  - *El tipo de instalación depende del ángulo de impacto probable: bajos, barreras verticales, suaves y continuas; alto, con medidas disipativas. Zonas de grava de entre 30 y 100 metros.*
  - *Medidas suplementarias para la protección de áreas públicas deben ser dispuestas al mismo nivel o mayor que el circuito.*
  - *La admisión a áreas públicas y otras debe estar de acuerdo con las leyes del país.*
  - *La FIA puede ofrecer consejo tras examinar las instalaciones en caso de que lo proponga la Corporación Automovilística del país.*

- *7.9 Edificios e instalaciones*
  - *Las necesidades de Control de Carrera, Puestos para Agentes, Talleres, Paddock, Centros Médicos, etc. Dependen de la competición y de la colaboración entre la FIA y la Corporación Automovilística del país (Apéndice H del Código Deportivo Internacional de la FIA).*
  - *Se dispondrá un Carril de Boxes de al menos 12 m de ancho, con garajes e instalaciones para control de carrera junto a la salida, separada de ella por 4 m mínimo, para situar una valla, muro de boxes y plataforma de señalización.*
  - *Como norma general, la longitud será de al menos 7 m por coche en competición, con un mínimo de 4m. La entrada y la salida no debe cortar la trayectoria de otros vehículos.*
  - *Se deben indicar claramente los puentes y los túneles.*

- *7.10 Caminos Auxiliares*
  - *Se requieren zonas y caminos suficientes tras la primera línea de protección y accesos al circuito para que los vehículos de emergencias puedan llegar desde cualquier punto del circuito a un Centro Médico rápido y sin impedimentos.*
  - *Las instalaciones de los servicios de emergencias para áreas públicas respetarán los requisitos propios del país.*

Hay que comentar con respecto a estas indicaciones que para los cambios de pendiente longitudinal, como dependen del automóvil, para este caso se han tomado como valores orienteativos los siguientes radios de curvatura en las transiciones entre acuerdos verticales: Mínimo abosluto: 500 metros; Mínimo a 100 km/h: 2000 metros; Mínimo a 200 km/h: 3000 metros.

ANEJO 04
CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

En un proyecto de obra lineal, debido a la extensión que abarca, cobra especial importancia una buena campaña de información cartográfica y topográfica. En el caso concreto de este proyecto, ya que la obra lineal es cerrada, es fundamental obtener una localización válida para los equipamientos necesarios. La decisión de ubicar la obra en una zona requiere un conocimiento de las interacciones con el territorio que sólo puede proporcionar una cartografía exhaustiva.

Asimismo, para caracterizar correctamente el terreno y, consecuentemente, poder conocer las posibilidades que ofrece la zona para desarrollar en ella la obra hay que contar con una buena descripción topográfica. Con ello se puede, además, calcular de forma adecuada los volúmenes de tierra que hay que mover durante las obras.

En este Anejo se presentan las fuentes consultadas y los procedimientos llevados a cabo para obtener la información necesaria para contextualizar apropiadamente tanto la zona como la obra del Circuito de Velocidad.

1 ORTOFOTOGRAFÍAS

Las Ortofotografías son instantáneas realizadas por satélite que proporcionan una visión cenital de la superficie terrestre. Resultan por tanto de gran utilidad para contextualizar cualquier trabajo superficial, pues muestran de forma directa lo que puede encontrarse en una zona determinada.

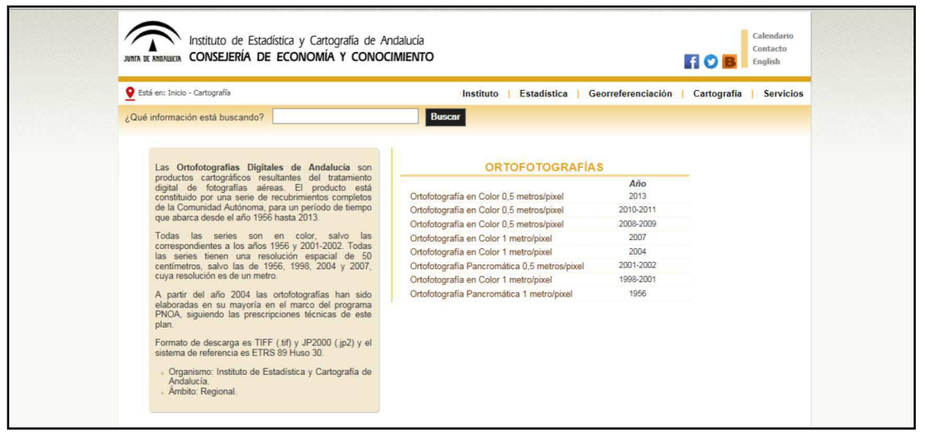
Aún así, no se trata de una herramienta definitiva, pues presenta algunos inconvenientes, como pueden ser la resolución de la imagen, la fecha de realización de la fotografía, la proyección de sombras, etc. Debe ser usada con el apoyo de otras herramientas para conseguir la mejor adecuación posible a las necesidades del proyecto

Se han usado y/o consultado Ortofotografías de diferentes fuentes durante el desarrollo del proyecto.

En primer lugar en el **Instituto Geográfico Nacional**, dependiente del Ministerio de Fomento ofrece Ortofotografías de prácticamente todo el territorio nacional. En su sede informática (la página web *http://www.ign.es/web/ign/portal*) se encuentra en primer plano el enlace al Centro de Descargas, donde se puede localizar la zona deseada y obtener de forma gratuita la/s Ortofotografía/s disponibles. En este caso, se obtuvieron las Ortofotografías Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de máxima actualidad (del año 2013 en este caso).

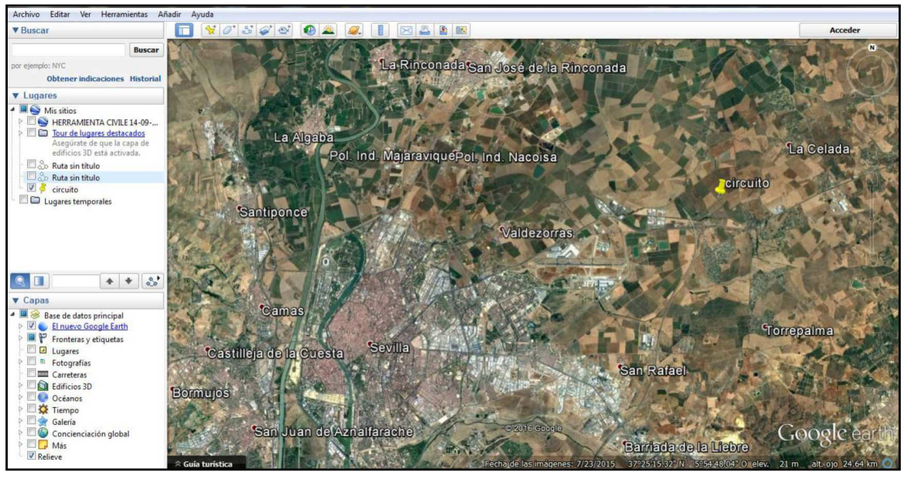
La descarga se realiza en formato *.ecw*, que es un formato que contiene la imagen ráster e incluye directamente la georreferenciación. Es decir, contiene la imagen y sus coordenadas, para que su implementación en un programa de SIG o un Asistente de Dibujo sea directa y sencilla. Los archivos de este formato ocupan unos 500 MB de memoria.

A este mismo producto se puede llegar a través del **Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía,** de la Consejería de Economía y Conocimiento, órgano dependiente de la Junta de Andalucía. En su página web principal (*http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica ycartografia/*) se puede acceder al enlace Cartografía, donde, en el menú Ortofotografías, se pueden visualizar todas las disponibles del territorio andaluz al completo. Para descargarlas, se redirige directamente al Instituto Geográfico Nacional, aunque sí se dispone una dirección *Web Map Service* (WMS), que es la siguiente: "*http://www.ideandalucia.es/wms/ortofoto2013?".* Esta dirección sirve para vincular la Ortofotografía con un programa de SIG (ver apartados siguientes).



Otra fuente muy útil y de amplia aceptación es el programa *Google Earth*. Aunque las Ortofotografías usadas no se hayan tomado de este programa, ya que ocasionaría problemas para la referenciación de las imágenes, resulta ser un programa muy válido para obtener medidas orientativas o conocer otras zonas a simple vista, sin entrar en profundidad.

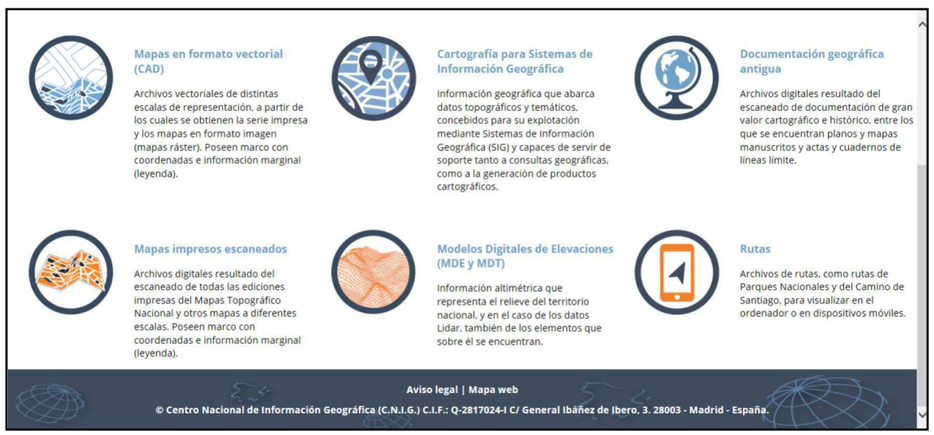
Con esta herramienta, se pueden visualizar otros circuitos para conocer sus diseños, su distribución o comparar casos diferentes. Sin ella, obtener fotografías de satélite de esas zonas sería muy complicado. *Google Earth* permite además realizar mediciones aproximadas, aunque de gran fiabilidad y muy orientativas, así como guardar localizaciones o rutas.



2 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

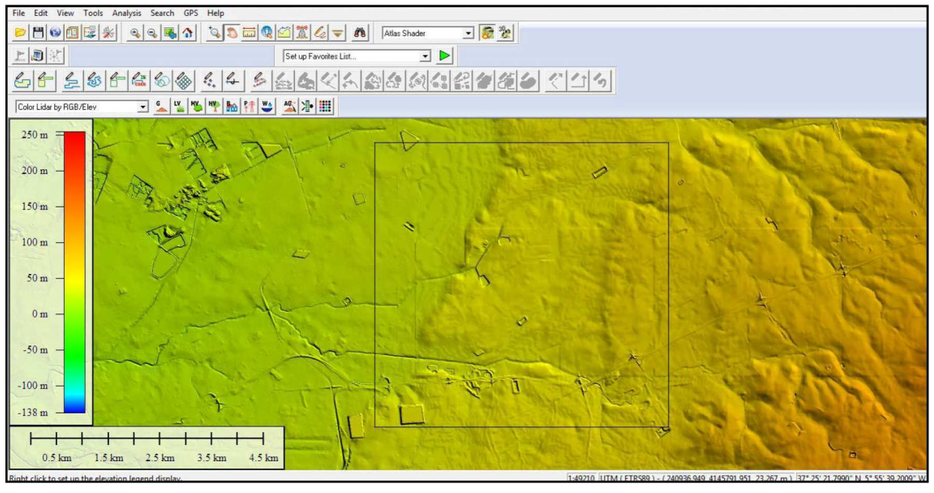
El Modelo Digital del Terreno es una herramienta muy potente para la valoración de obras civiles, ya que supone una recreación informática en 3D de la superficie sobre la que se desea actuar. Por lo tanto, esta abstracción permite valorar y estudiar numerosos aspectos de la obra que serían prácticamente imposibles de precisar correctamente de otro modo.

Para obtener un Modelo Digital del Terreno, se ha vuelto a recurrir al Centro de Descargas del **Instituto Geográfico Nacional**. En él, se puede acceder a la pestaña *Modelos Digitales de Elevaciones (MDE y MDT)*. Tras ello, como se desea una buena precisión en las estimaciones a realizar, se elige la opción MDT05/ MDT05-LIDAR, que ofrece una malla de 5 x 5 metros de detalle.

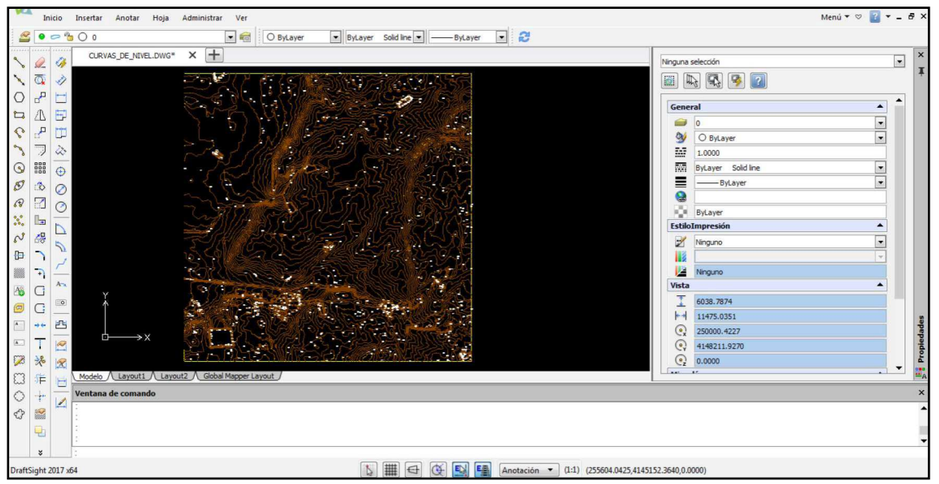


El archivo relativo a la parcela seleccionada es *MDT05-0985.zip*.

Para procesar los datos del MDT, es necesario un software apropiado. En este caso se ha utilizado el programa GlobalMapper, un asistente de herramientas de Sistemas de Información Geográfica de gran potencia y con numerosas opciones.



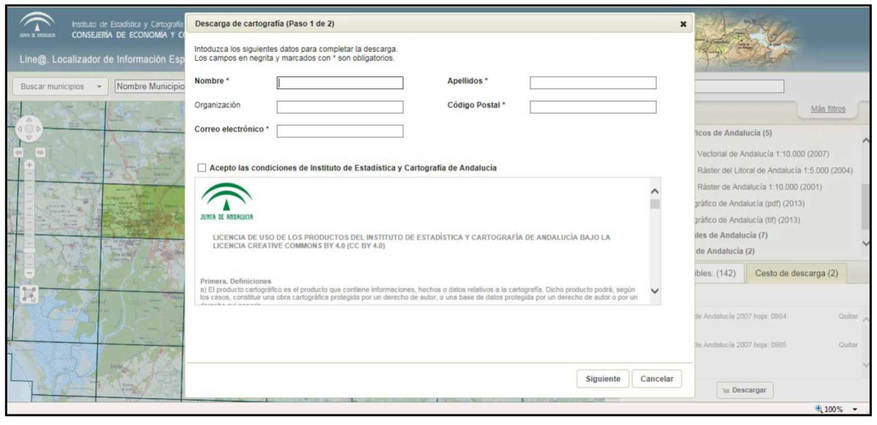
Tras haber introducido el archivo *.zip* concreto, se pueden obtener las curvas de nivel del terreno y exportarlas a formato *.dwg* para trabajar con ellas y analizar la obra deseada. La exportación a formato vectorial incluye si se desea los rótulos de las curvas de nivel. El nivel de precisión también se puede elegir. En este caso, para mayor exactitud, y debido a la orografía poco escarpada, se ha decidido tomar las curvas de nivel a intervalos de 1 metro.



Finalmente, conviene puntualizar que no hay que confundir este tipo de herramienta topográfica con el Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Hay que tener en cuenta que el MDE refleja elevaciones de todo tipo, ya sean las propias del terreno como cualquier otro elemento, natural o artificial sobre él (árboles, torres de alta tensión, edificios, etc.). Aunque resultan ser de gran utilidad para otros estudios, en este caso sólo se desea conocer la topografía del terreno para definir la obra civil necesaria.

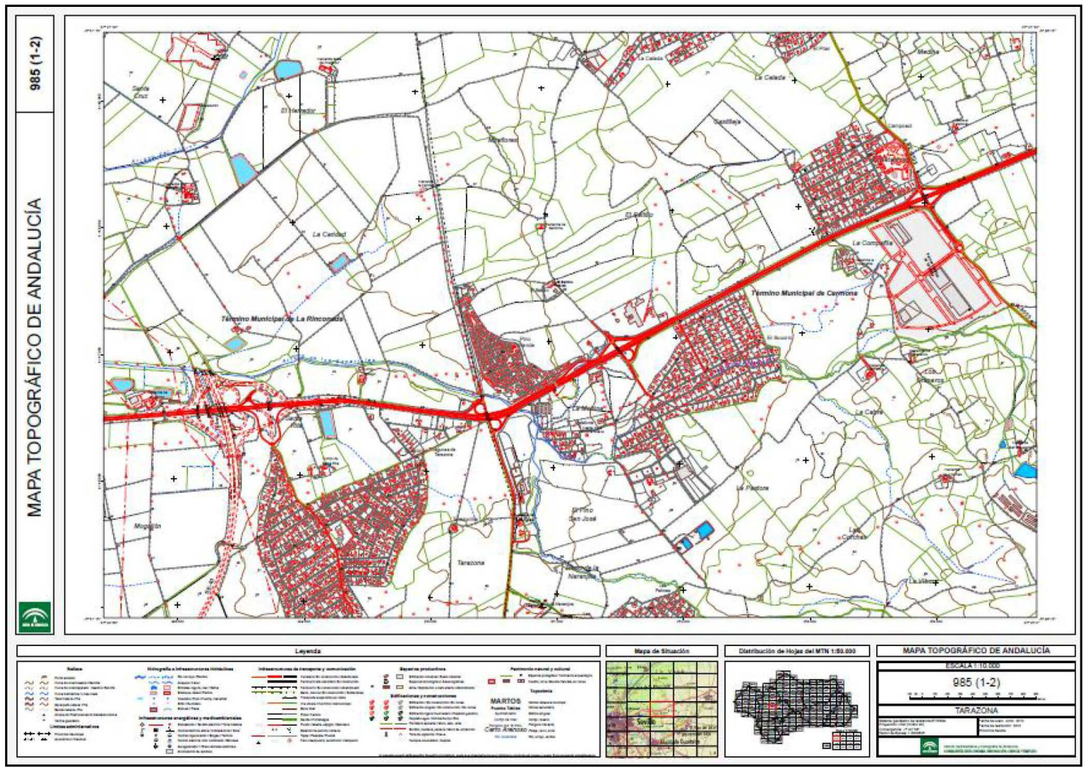
3 MAPA TOPOGRÁFICO DE ANDALUCÍA

Nuevamente se recurre al **Instituto de Estadística y Cartografía** de la Junta de Andalucía para obtener información geográfica. En este caso se trata del Mapa Topográfico de Andalucía, que supone una fuente muy fiable de información sobre el estado del territorio. A través del portal Line@ del Intituto, se puede seleccionar la hoja para su descarga, y llevarla a cabo a través de un formulario como el de la imagen inferior.



La hoja necesaria que ocupa este caso ha sido la numerada como 20140401_MTA_PDF_30098512. Es posible descargar la hoja en formato pdf o vectorial. En el segundo caso, los datos obtenidos han sido utilizados para la elaboración de la documentación gráfica de este proyecto, como se puede ver concretamente el el Plano 01: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

En cuanto al formato pdf, se puede obtener un plano muy ilustrativo, del que se presenta un recorte en la imagen inferior.



Procesando los datos vectoriales se obtiene una base sobre la que poder valorar la interacción de la obra que se desea llevar a cabo con otros elementos de la ordenación territorial. Esta herramienta, junto con las demás que se describen en este Anejo, permite la ubicación definitiva de la obra.

4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG, GIS por sus siglas en inglés) son programas asistentes de trabajo con elementos con entidad geográfica, es decir, puntos, líneas y polígonos localizados en el espacio. Con estos programas se pueden editar dichos elementos de forma que se puede elaborar una vista o mapa para reflejar determinados elementos del territorio y realizar un análisis según se desee. En este caso, han se han usado para ayudar en la ubicación de la obra.

Aunque ya se ha mencionado un programa GIS como es GlobalMapper, se ha usado para este caso el programa gvSIG, un programa de la Genralitat Valenciana, ya que para el análisis somero que se deseaba realizar produce unos resultados muy positivos mediante procesos sencillos e intuitivos. Existen otros programas que ofrecen posibilidades para análisis más profundos y exhaustivos, como ArcGIS o QGIS, aunque son programas más potentes que exigen mayor coste computacional.

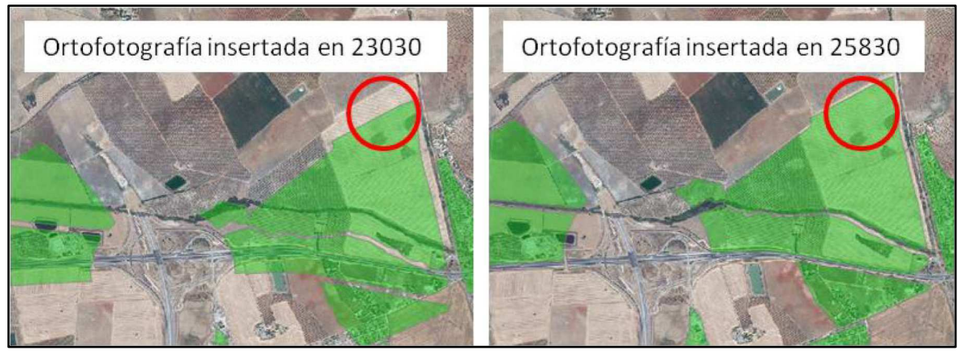
Los datos geográficos que se han introducido en el programa se han descargado **Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía**, que nuevamente vuelve a aparecer en este Anejo, debido a la gran oferta de datos que presenta. En el apartado de Cartografía, se pueden encontrar los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA). Estos archivos, organizados en carpetas temáticas contienen los datos en formato vectorial que se pueden editar en el programa SIG, en este caso, gvSIG. La página de descarga libre se muestra en la siguiente imagen.

Es importante mencionar el hecho de que los datos que se introduzcan, al tratarse de datos con referencia geográfica, deben estar en el mismo sistema para que el análisis sea efectivo. El Sistema de Coordenadas usado para el caso de Sevilla, al este del río Guadalquivir, es el UTM ED50 huso 30 (al oeste del río le correspondería el huso 29). En la numeración establecida por los Códigos EPSG (*European Petroleum Survey Group*) le correspondería a esta referencia el número 23030.

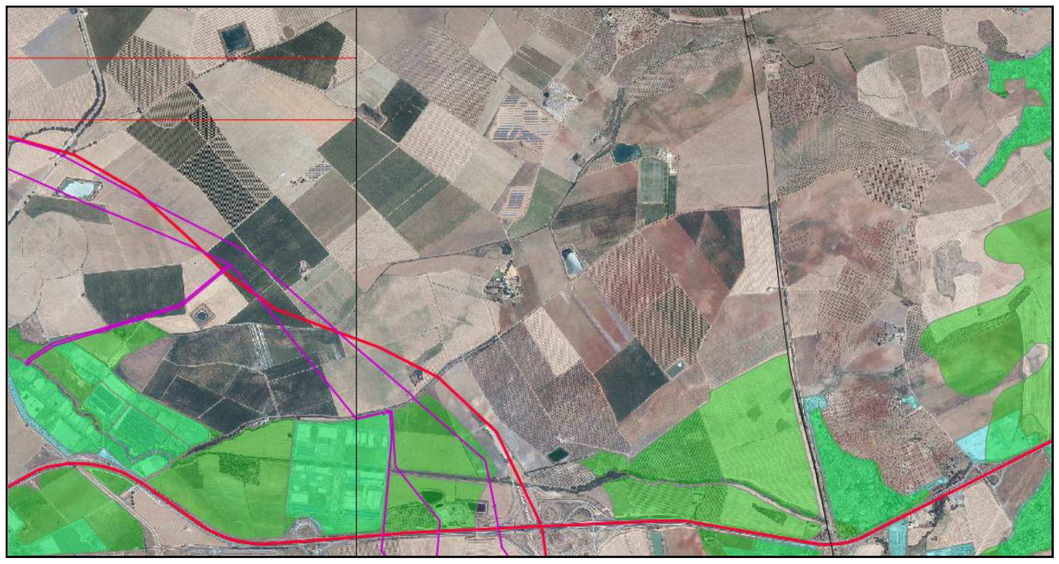
Hay que tener en cuenta que a partir del año 2007 este sistema de coordenadas fue actualizado al UTM ETRS89 huso 30, al que le corresponde el código EPSG 25830. Si bien es verdad que este sistema es más actual, se ha usado el 23030 debido a que es el sistema nativo en el que los datos geográficos se descargan del DERA. Por lo tanto, se ha adaptado el trabajo al sistema de la fuente de donde se han obtenido los datos.

Sin embargo, las Ortofotografías utilizadas son del año 2013, por lo que el sistema en el que se introducen en el programa SIG **no son las mismas** que en el caso de los datos vectoriales descargados. Es importante tener esto en cuenta para indicar al programa la transformación de coordenadas necesaria al introducir la dirección WMS para vincula la Ortofotografía al espacio de trabajo. En este caso, la Ortofotografía, con referencia EPSG 25830 se ha adaptado a la referencia 23030 del archivo de trabajo.

Bajo estas líneas, en la imagen de la izquierda se puede ver el resultado si no hay concordancia entre los sistemas de coordenadas. Al poner la ortofotografía y los datos vectoriales en el mismo sistema, el resultado es el que se puede ver en la imagen de la derecha. Este paso es muy importante para poder visualizar correctamente los elementos de ordenación territorial a la hora de localizar una ubicación apropiada para la obra.



Finalmente, se han introducido algunas capas de datos importantes como la planificación urbanística, la red viaria, las redes eléctricas o los términos municipales para formar una vista de las interacciones en las posibles ubicaciones seleccionadas. La vista de la parcela seleccionada como definitiva para el proyecto es la siguiente:



Tras conseguir una imagen ubicada en el espacio y que muestra la información deseada sobre el terreno que se quiere ocupar con la obra, se ha usado la misma como referencia para comenzar el proceso de diseño y dibujo de planos, como se explica en el apartado siguiente.

Es necesario comentar que el trabajo con herramientas SIG se trata de una herramienta complementaria a la toma de decisiones, y que no es un fin en sí mismo. Siempre cabe la posibilidad de extender la información del mapa añadiendo más datos, aunque la intención en este caso no es realizar un análisis exhaustivo, sino obtener datos orientativos para cotejar con otros documentos de ordenación territorial. Por tanto, la información que se ha usado ha servido para establecer unos límites de trabajo y una ubicación debidamente localizada en el espacio en la que desarrollar la obra.

5 GEORREFERENCIACIÓN

La Georreferenciación es el proceso por el cual se ubica en el espacio una entidad geométrica, confiriéndole propiedades geográficas. En el contexto del diseño de una obra y/o la elección de un terreno de trabajo este concepto se refiere a la ubicación apropiada de los elementos en un sistema de coordenadas y la unificación de los mismos en un mismo archivo de representación gráfica.

En este caso se ha utilizado un programa de Asistencia de Dibujo Técnico para el diseño de los planos necesarios para la correcta definición de la obra. En concreto se ha usado el programa **DraftSight**. Este programa, como cualquier asistente de dibujo, no presenta un marco referenciado en el espacio, sino un espacio modelo en el que se indica de forma previa a qué unidad real de espacio hace referencia una unidad en dicho espacio. En este caso, se ha usado el metro, unidad de espacio del Sistema Internacional para la definición de los elementos de la obra.

Tomando las coordenadas conocidas por el trabajo con las herramientas SIG o con las coordenadas nativas de los datos geográficos descargados, al añadirlos al espacio modelo, esos elementos se dirigirán directamente a los puntos de dichas coordenadas en dicho modelo. Esto quiere decir que los elementos harán referencia a las coordenadas originales, aunque no se haya indicado un Sistema de Coordenadas Geográfico concreto al programa.

Como se dijo en el apartado anterior, el sistema en el que se trabaja es el de código EPSG 23030, de manera que la instertar un elemento, debidamente escalado, en las coordendas que indique dicho sistema, los nuevos elementos que se añadan a la obra tendrán asociadas unas coordenadas en el Sistema 23030. Con lo que se puede replantear la obra a posteriori, diseñando directamente elementos georreferenciados.

Para diseñar el recinto, se han usado como referencias imágenes obtenidas de programas SIG, como se ha explicado. La inclusión en el programa de dibujo se realiza únicamente asociando la imagen, previamente guardada en formato *.jpeg* o *.bmp* en una ruta conocida. Aunque la inclusión no garantiza la georreferenciación. Son necesarios dos puntos de coordenadas conocidad para escalar y ubicar correctamente la imagen.

En este punto se pueden cometer errores de aproximación, pudiendo comprometer la georreferenciación. En este caso, los puntos de coordenadas conocidas sólo han sido posibles de obtener mediante la observación directa en el programa gvSIG. Se han localizado dos puntos vértices de parcelas y anotado sus coordenadas. Posteriormente se ha introducido la imagen en el asistente de dibujo, se han marcado las coordenadas en el espacio modelo y los puntos en la imagen, y se ha escalado y movido la imagen hasta hacer coincidir los dos puntos.

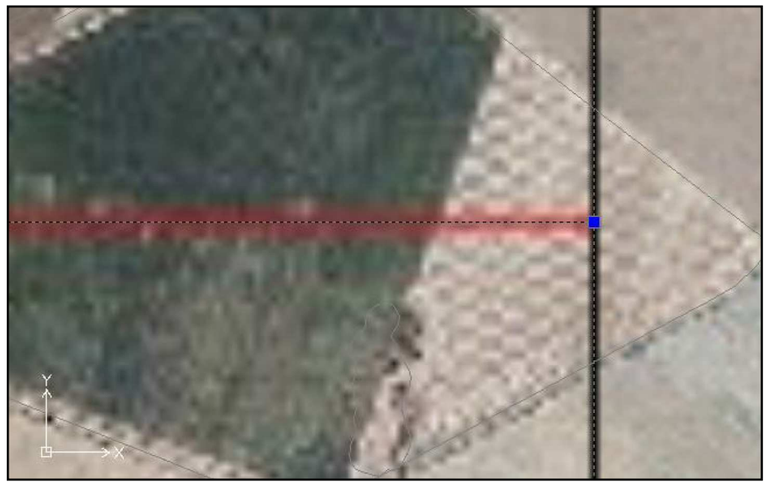
Este proceso puede resultar poco preciso si no se procede adecuadamente. La forma idónea de georreferenciar la imagen es, como se comentó en el primer apartado de este Anejo, contar directamente con el archivo de tipo *.ecw*, descargable del **Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía** (o el **Instituto Geográfico Nacional**), e introducirlo en el programa, ya que es un tipo de archivo que reúne la imagen con los datos geográficos de sus coordenadas. Aunque se contaba con el archivo, por las características de las herramientas usadas, no se ha podido hacer uso de dicho archivo para este fin. En concreto, el programa asistente de dibujo no permite el trabajo con archivos de extensión *.ecw*, de manera que se ha procedido como se explica a continuación.

Junto a la ortofotografía en formato *.ecw* se puede descargar en formato vectorial el marco de la hoja de referencia de la misma, de manera que dicho marco se puede manejar sin problema. En el programa SIG, se puede instertar el mismo marco, de manera que en la vista obtenida, se ven las marcas de los rectángulos del solape de las demás ortofotos (ver última imagen de apartado anterior). Dichas marcas, junto con el marco de la ortofoto de la hoja 0985, que es la que contiene la parcela que finalmente se seleccionó, sirven como guía para la inclusión en el programa de dibujo.

Para conocer las coordenadas del marco, se han obtenido las coordenadas donde se visualiza el marco con gvSIG, haciendo zoom hasta que un movimiento del ratón no provoca un cambio de coordenadas. Es decir, hasta que se llegue a la máxima precisión del programa, que son los dos decimales, estos es, hasta el centímetro.

Posteriormente, se localizan dichos puntos en el programa de dibujo, y se escala y mueve la imagen hasta hacerlos coincidir, como ya se ha dicho. Para la mayor precisión posible, es recomendable dibujar líneas sobre las marcas de la imagen, ya que como es un elemento ráster, la línea del marco de la hoja que se ve en la misma no se puede referenciar

si no es dibujando sobre ella otra línea. Para ello, se localiza geométricamente la mitad del grosor de la línea ráster, como se puede ver en la imagen inferior.



De este modo, se consigue la mayor precisión posible para georreferenciar un punto, y de forma consiguiente una imagen, sin usar la georreferenciación directa del formato *.ecw*. Con las líneas de los marcos en las coordenadas obtenidas con la máxima precisión posible de gvSIG, la imagen queda georreferenciada, con precisión centimétrica, y ya se pueden dibujar elementos del recinto y la pista sobre la parcela conociendo los límites, que se han marcado en amarillo en la imagen inferior.

Hay que indicar que se podría haber usado otra herramienta de dibujo para hacer uso del archivo *.ecw*. No obstante, sólo hubiera servido para introducir una Ortofotografía original, y no con los elementos marcados con el porgrama gvSIG. Con dichas marcas de elementos de ordenación territorial, la imagen extraíble del programa es en formato ráster, lo que implica que su georreferenciación debe consistir en un proceso como el que se ha explicado. Por lo tanto, éste es el método que ha sido posible utilizar en este caso para obtener una ortofotografía georreferenciada y marcada con elementos de ordenación territorial sobre la que poder diseñar en un asistente de dibujo.

El posible error numérico en las coordenadas podría traducirse en un error de replanteo del punto de referencia para el levantamiento de la obra. Es importante en este punto del desarrollo del proyecto hacer mención al carácter académico del mismo, ya que orignialmente los datos geográficos generados durante el mismo no están concebidos para ser replanteados. En un proyecto con este carácter es importante tener en cuenta este hecho para reconocer como posible fuente de imprecisiones el proceso de georreferenciación de la Ortofotografía. No obstante, habiendo conlcuido la georreferenciación con el método descrito, se han asumido como correctas las coordenadas obtenidas y se ha proseguido con el diseño del recinto del Circuito de Velocidad.

ANEJO 05
ANÁLISIS AMBIENTAL Y TERRITORIAL

1 ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN

1.1 Introducción

El proyecto presente se trata de un Circuito de Velocidad de tipo permanente. Esto significa que su ubicación no varía entre eventos deportivos, y que además sus equipamientos, en condiciones normales, no se retiran una vez finalizados dichos eventos. La finalidad de este proyecto es dotar de esos equipamientos a la ciudad de Sevilla, para que pueda disponer de todas las ventajas que unas instalaciones de este tipo ofrecen.

Por el otro lado, los circuitos urbanos son instalaciones deportivas en las calles de una ciudad que se montan únicamente para la celebración de las pruebas automovilísticas, por lo que rara vez su tiempo de operación supera el fin de semana, o la semana completa, si atienden eventos de varias categorías. Las obras que engloban este tipo de circuitos difieren mucho de las de los circuitos permanentes, ya que no contemplan movimientos de tierra, y aprovechan los equipamientos existentes en las zonas urbanas al máximo posible. Un circuito permanente pretende acondicionar una zona sin uso urbanístico y equiparla para que sea capaz de acoger carreras, además de la urbanización para la prestar adecuadamente los servicios necesarios a todas las personas que se dirijan al circuito.

Desde la concepción original del proyecto, se desechó la posibilidad del trazado urbano, debido a numerosos factores, como la particularidad de las obras (que suponen únicamente equipamientos de seguridad y asfaltado), la necesidad de un estudio y un análisis urbanístico profundo, el condicionamiento del recorrido del circuito frente a la libertad de trazado del circuito permanente, etc.

A esto se suma también el punto de vista académico de este proyecto, pues las necesidades de un circuito permanente se ajustan más al objetivo de trabajo perseguido con la realización del mismo.

Teniendo en cuenta todo esto, se presenta el problema de localizar una ubicación válida para el circuito, pues se trata de una obra que requiere en torno a 200 hectáreas de implantación, lo que supone una intervención particular en la ciudad. Como la mayoría de los circuitos permanentes existentes, para una correcta ubicación, la localización se ha separado de núcleos urbanos para disponer de mayor espacio, y no eliminar de la ciudad terrenos que podrían acoger viviendas, además de las implicaciones que tendría el circuito en la ciudad como el ruido, o el aumento del tráfico en días de carreras.

Por todo ello, el objetivo de la búsqueda de ubicación para el circuito se será localizar una zona capaz de acoger el circuito y las obras, y que sea lo más cercano posible a los nudos de transporte que hagan la asistencia al circuito sencilla y a su vez de la sensación de integración en la oferta deportiva y de ocio de Sevilla.

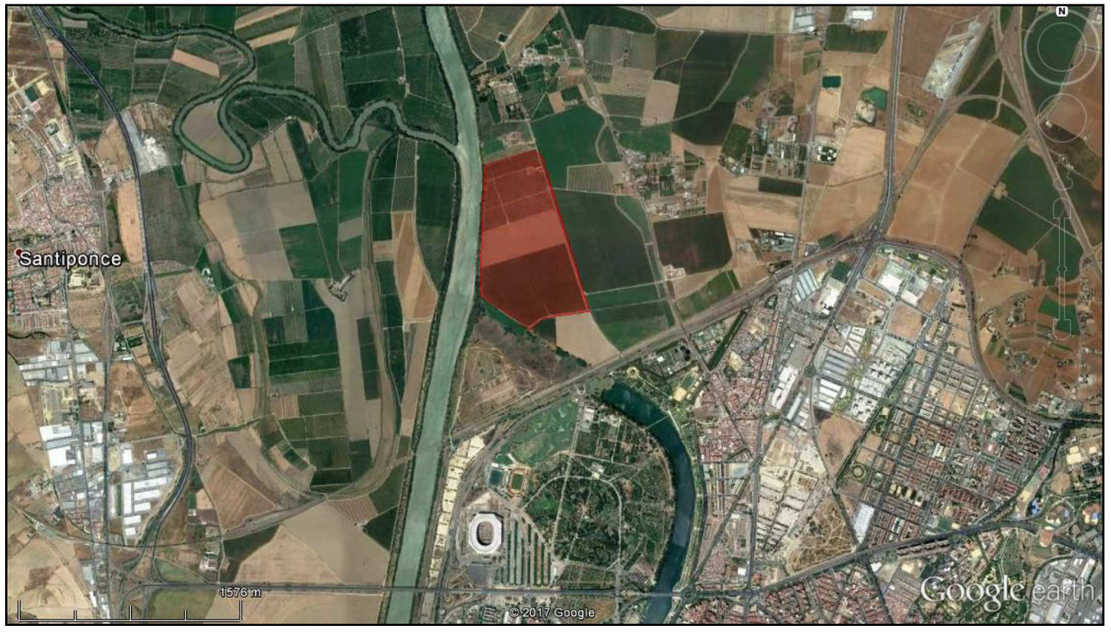
Para decidir la mejor zona y comprobar las afecciones territoriales de las mismas se recurre al Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAUS), de 2009. Sus planos servirán de guía para localizar la zona óptima, y para conocer la ubicación de aquellos elementos territoriales que pueden entrar en conflicto con la obra, cuya descripción se incluye en los documentos de la memoria del propio POTAUS.

Se presentarán a continuación las tres alternativas de ubicación consideradas, junto con su descripción, ventajas e inconvenientes, para después, ya que el apartado siguiente, describir en más detalle la alternativa seleccionada.

1.2 Alternativa 1: Zona junto a la Corta del río Guadalquivir, al norte del Estadio Olímpico

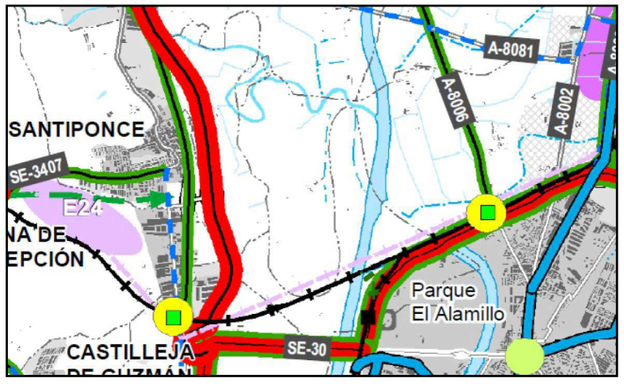
Esta zona es la más cercana al centro de la ciudad de las 3 alternativas seleccionadas. Se trata de una zona de 69 hectáreas, cercana a los límites de la ciudad por el norte, junto a la corta de la dársena del río Guadalquivir. La selección de esta zona se basó en esa cercanía, pues se podría establecer cierta relación con el Estadio Olímpico de La Cartuja, lo cual situaría al circuito en la órbita del transporte urbano de Sevilla, siendo esto muy positivo para la integración del circuito en la ciudad. Sin embargo, la cercanía del río (el cauce activo del Guadalquivir) presenta algunos inconvenientes, como se verá a continuación.

1.2.1 Ortofotografía



1.2.2 Análisis de Ordenación Territorial

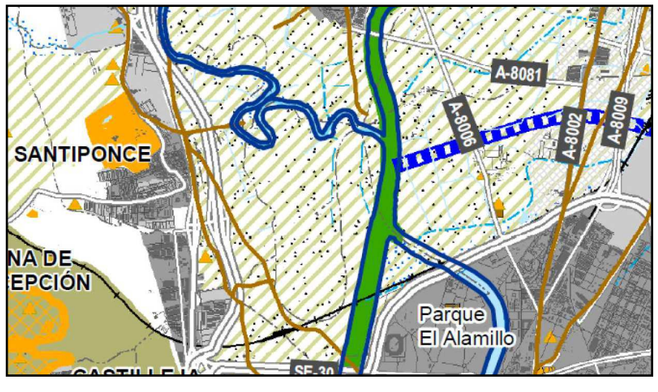
Para conocer las entidades territoriales que confluyen en este punto, se recurre, como se ha dicho antes, a los planos del POTAUS.



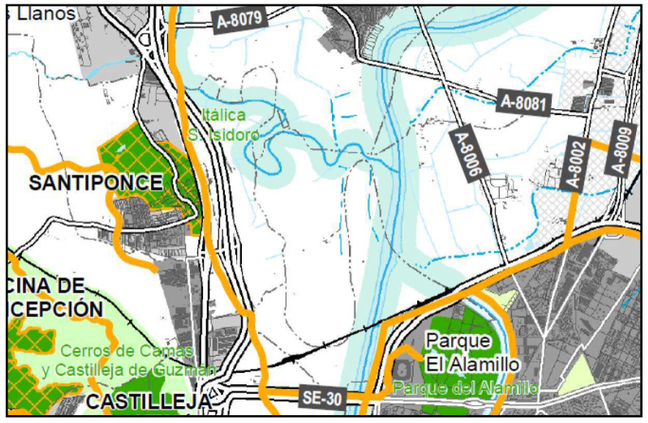
En el Plano 1 ORDENACIÓN DE USOS Y SISTEMA DE TRANSPORTES se pueden ver ciertos elementos cercanos a la zona. En primer lugar, las carreteras SE-30 y A-8066 de la red de articulación metropolitana. También la red ferroviaria al sur del área, y en el lugar del cruce de estas tres vías, dos acutaciones propuestas: una estación de ferrocarril y un aparcamiento disuasorio. Se trata, de intervenciones positivas para la instalación del circuito en l zona propuesta.

Sin embargo, el Plano 2 SISTEMA DE PROTECCIÓN muestra una situación muy diferente. El área de la Alternativa 1

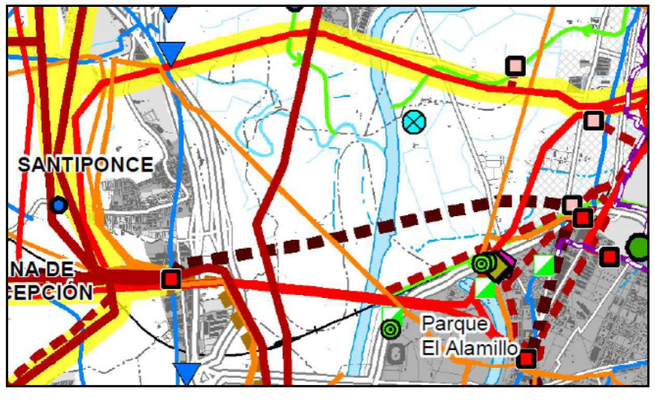
se encuentra sumida en un territorio marcado como Espacio Agrario de Interés. Además, el río está protegido mediante las figuras de pertenencia a la Red Natura 2000 y de Dominio Público Marítimo Terrestre. El encauzamiento del Tamarguillo, en azul discontinuo, se puede observar en la imagen cruzando la parcela por la mitad, y, además, la zona está señalada como Zona Cautelar en Riesgo de Inundación. Se puede ver cómo la protección medioambiental de la Alternativa 1 es muy fuerte.



En el Plano 3 RED DE ESPACIOS LIBRES aparece únicamente la marca del Eje fluvial propio del río, que supone un áreade influencia del propio río que entra en la parcela, disminuyendo el área disponible, como se ve en la imagen inferior. Un Corredor Verde discurre en parelelo a la SE-30, aunque al sur de la parcela.



El Plano 4 INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS – ENERGÍA, TELECOMUNICACIONES, AGUA Y RESIDUOS muestra los equipamientos energéticos de la Aglomeración Urbana de Sevilla, un aspecto importante para conocer si la obra puede adherirse al sistema adecuadamente o interfiere en el correcto desempeño de la misma. A la vista de dicho plano, como puede verse en la imagen correspondiente, la Estación Depuradora de Aguas Residuales de San Jerónimo reúne numerosos equipamientos relacionados, evidentemente, con el tratamiento del agua, lo cual puede ser muy positivo para dar servicio al circuito. No obstante, la parcela es cruzada por una línea eléctrica de 66 kV en su extremo sureste y por una línea de 400 kV prevista, en este caso, por el centro de la parcela. Por lo tanto este será un punto importante que habrá que tener en cuenta para el diseño del equipamiento del circuito, para integrar ambas actuaciones. Finalmente, al norte de la parcela, se puede ver la existencia de una estación potabilizadora, lo cual puede ser positivo para el circuito, o , en cualquier caso, debe ser tenido en cuenta.



1.2.3 Conclusiones

Ventajas:

- Buena integración en el entorno de la ciudad, con buenos elementos de conexión a la red de carreteras y ferroviaria. Previsto aparcamiento disuasorio cercano.
- Cercanía de Estación Depuradora y Potabilizadora.

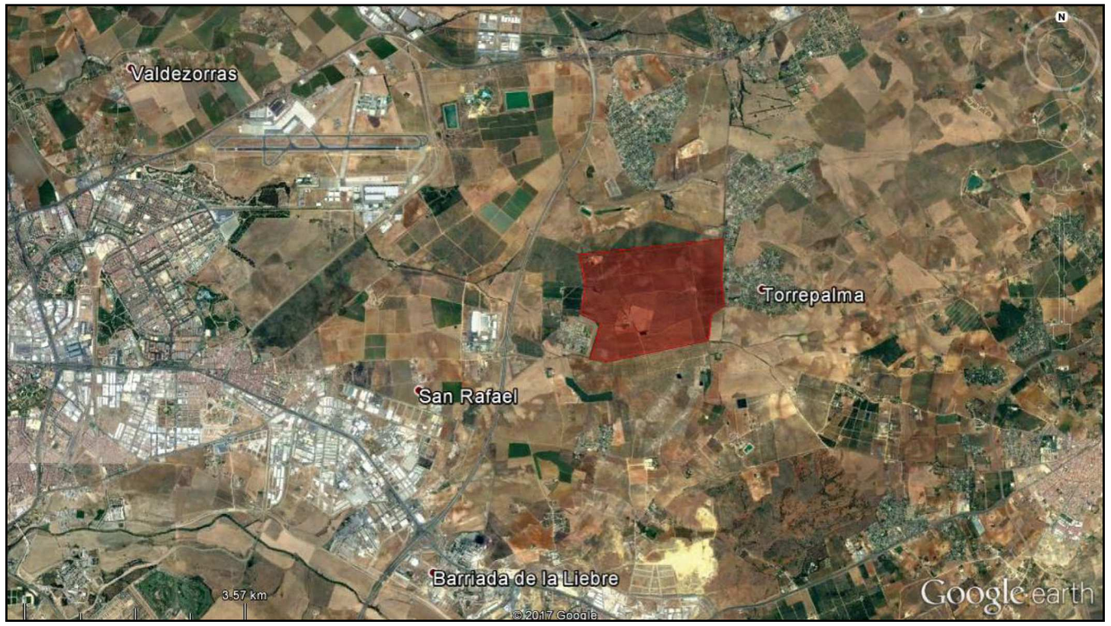
Inconvenientes:

- Fuerte protección territorial (Red Natura 2000, Espacio Agrario de Interés, Dominio Público Marítimo Terrestre) y Zona en Riesgo de Inundación.
- Interacción con el Encauzamiento del Tamarguillo y línea de 400 kV prevista.

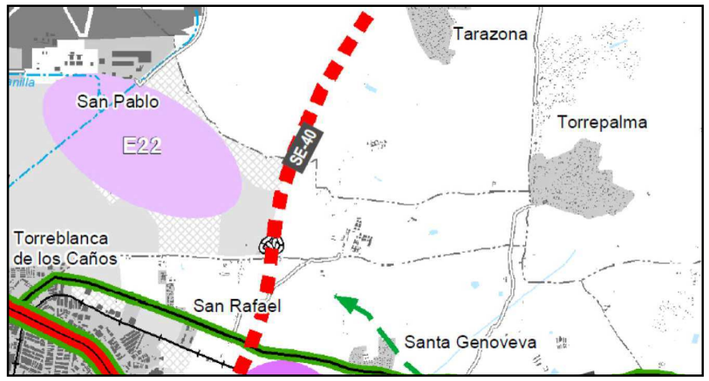
1.3 Alternativa 2: Zona próxima a Torrepalma

Ésta es un área de 364 hectáreas de extensión, la mayor de las 3 alternativas. Se trata de una zona desmarcada del núcleo urbano de Sevilla, pero no aislada. Su cercanía al tramo suroeste de la SE-40 la sitúan próxima a la ciudad mediante transporte privado. Además, se encuentra cercana al aeropuerto de San Pablo, lo cual puede servir para mostrar más accesible el circuito a los aficionados que se tengan que desplazar en avión.

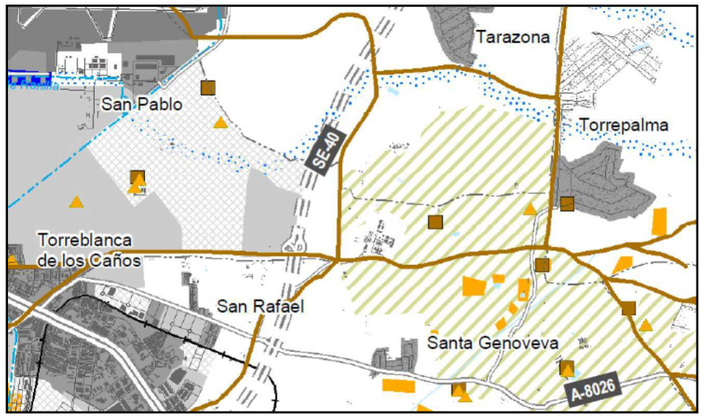
1.3.1 Ortofotografía



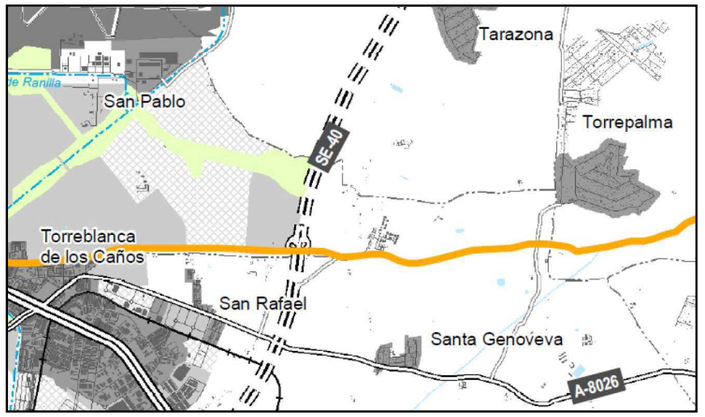
1.3.2 Análisis de Ordenación Territorial



El Plano 1 del POTAUS no refleja ninguna afección grave que haya que tener en cuenta. Únicamente se ve la SE-40 como actuación prevista en la zona, ya que el POTAUS es de 2009. Ese tramo ya se encuentra en servicio, por lo que hay que tenerlo presente. Un nudo se encuentra cercano a la parcela en el cruce con la vía A-3108, que discurre por la línea de término municipal inferior que se ve en la imagen. Hacia él se dirige otra actuación de una vía prevista desde Alcalá de Guadaíra, que se puede ver en verde discontinuo, lo cual aumenta la oferta de conexión viaria por carretera hacia la zona.

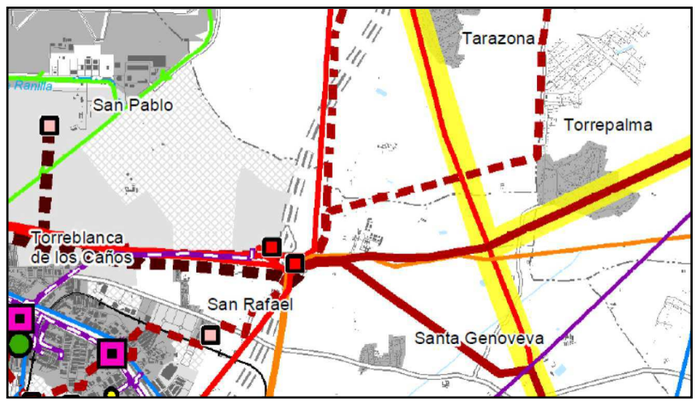


En el Plano 2, vuelve a aparecer la protección de Espacio Agrario de Interés, como en la Alternativa 1. En este caso, además aparecen dos figuras de especial protección de Elementos Culturales de Patrimonio: un Yacimiento Arqueológico en la zona este de la parcela y un Lugar de Interés Territorial (Hacienda del Hoyo). También se puede ver en la imagen cómo en la zona hay una parte edificada que no está marcada como Espacio Agrario de Interés. Se trata del Centro de Inserción Social Luis Jiménez de Asúa, lo cual supone un punto importante a tener en cuenta en la decisión de la mejor Alternativa.



El Plano 3 no presenta ninguna afección interna a la parcela. Simplemente destaca la existencia de un Corredor Verde en su limitación sur, lo cual habrá que tener en cuenta para no invadir dicho corredor con la actuación o las obras.

En la imagen extraída del Plano 4 se puede ver que la parcela está rodeada por numerosas líneas eléctricas, entre ellas un Pasillo de Red Eléctrica, además de dos subestaciones existentes en la zona del nudo de la SE-40, junto a una fábrica de cerveza que hay al otro lado de la carretera. Pero adicionalmente, hay una red prevista de 440 kV como ya ocurriera en la zona de la Alternativa 1. Por lo tanto, aunque las posibilidades de adhesión a la red energética sean positivas, hay que tener este último punto en cuenta. En cuanto a la red hidráulica, en este caso no hay estaciones de tratamiento cercanas y no se representa en niguno de los Planos del POTAUS algún curso de agua próximo.



1.3.3 Conclusiones

Ventajas:

- Gran extensión disponible.
- Buena comunicación con la red viaria y energética.

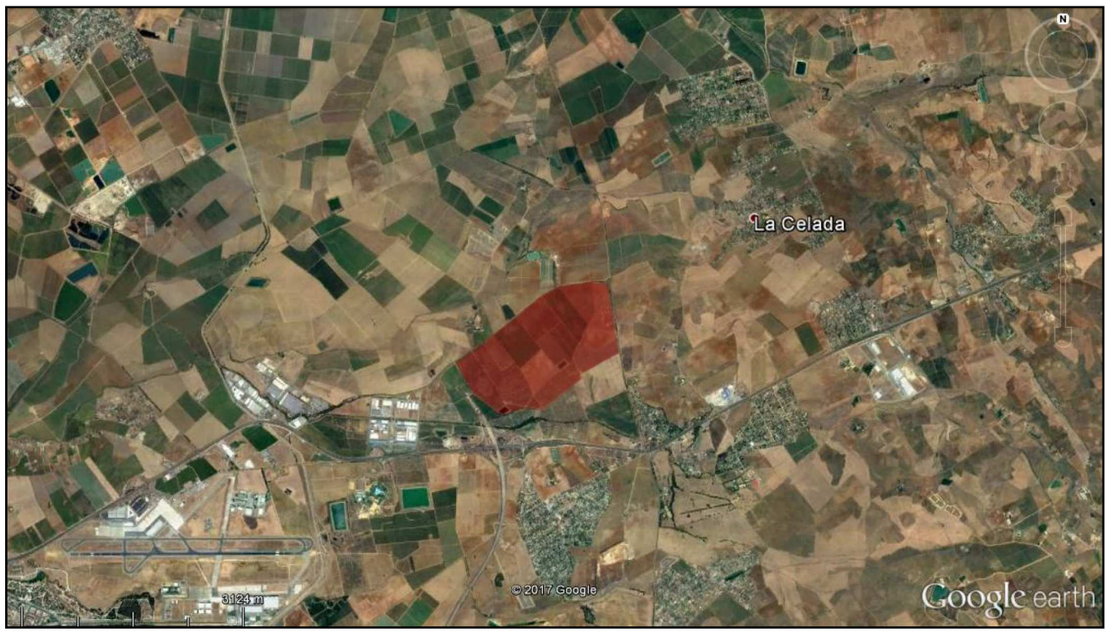
Inconvenientes:

- Protección por elementos de Patrimonio Cultural (Lugar de Interés Territorial y Yacimiento Arqueológico) y por Espacios Agrarios de Interés. Proximidad a Centro Penitenciario.
- Mala comunicación con elementos de la red hidráulica

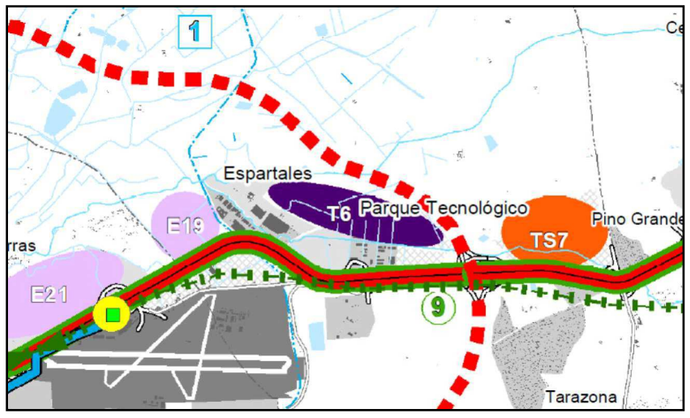
1.4 Alternativa 3: Zona junto al Parque Tecnológico Aerópolis, La Rinconada

Esta última Alternativa considerada se trata de una superficie de 260 hectáreas. Se encuentra al norte de la zona vista en la Alternativa 2, por lo que se matiene la cercanía al aeropuerto. Se encuentra al sureste del término municipal de La Rinconada, aunque la cercanía a la A-4 (Autovía del Sur) la acerca al núcleo urbano de Sevilla, así como el polígono industrial Aeronáutico, donde se dirigen a trabajar numerosas personas todos los días, desde la ciudad. Al sur se encuentra el Arroyo de Los Espartales, aunque no se trata de un límite directo con la parcela, y no hay núcleos poblacionales limitando con ella, si bien la urbanización Pino Grande se encuntra próxima.

1.4.1 Ortofotografía

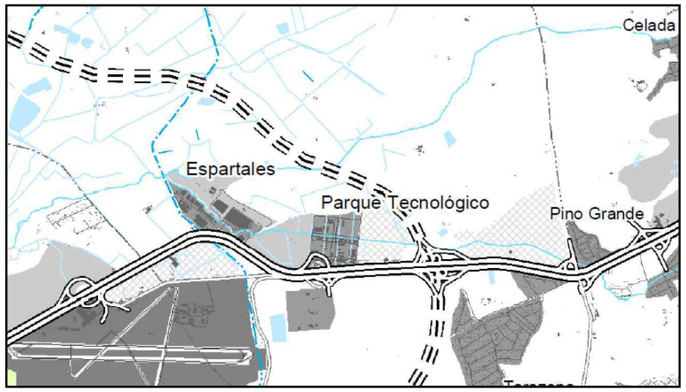


1.4.2 Análisis de Ordenación Territorial

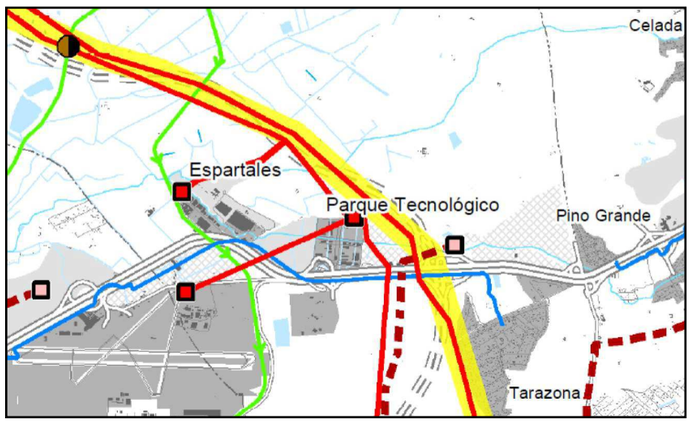


La imagen anterior, del Plano 1, pone de manifiesto la integración prevista del área seleccionada en el planeamiento urbanístico de la Aglomeración Urbana. En primer lugar, aparecen dos áreas de oportunidad; una en la parcela colindante al sur con la zona seleccionada (La Caridad), la TS7, consistente en la implantación de un Centro Comercial y de Ocio; la otra, T6, supondrá la ampliación del Parque Tecnológico Aerópolis. Además, el nudo viario entre la A-4 y la SE-40 se presenta muy cercano a la superficie, por lo que sería un buen punto desde donde generar un acceso. Por otro lado, el número 9 que aparece en verde hace referencia a una mejora de la funcionalidad de la propia A-4, lo que supone un mejor apoyo al acceso del circuito. Destaca también la vía ferroviaria de nuevo trazado hacia Antequera y la estación propuesta para el Aeropuerto. Todas estas actuaciones están en el entorno de la zona, pero ninguna de ellas se encuentra dentro de la misma, lo cual es muy positivo para la libertad en el diseño del equipamiento deportivo.

El Plano 2, que ha presentado dificultades en la ordenación territorial de las dos alternativas anteriores, no muestra afección alguna en el interior de la zona propuesta. Sin embargo, sí queda limitada al norte y al este por vías pecuarias, mientras que el Arroyo de los Espartales aparece como parte del sistema hidrológico al sur. La zona de Yacimientos Arqueológicos y Lugares de Interés Territorial quedan fuera del área, en la urbanización de Pino Grande.



El Plano 3 no presenta ninguna interacción con la Red de espacios Libres, por lo que en este aspecto no habría que realizar ninguna consideración.



Finalmente, el Plano 4 muestra una importante infraestructura energética con el Pasillo de red Eléctrica y la línea existente de 132 kV. Se prevee además una subestación al suroeste de la zona, de la que saldrá una línea de 440 kV, lo cual indica unas buenas posibilidades de incorporación a la red energética. La subestación existente del Parque Tecnológico se encuentra también muy próxima al área. Al sur, se encuentran las posibilidades en cuanto al sistema hidráulico, con una Red de Abastecimiento Urbano paralela a la A-4, y además con el Arroyo de Los Espartales discurriendo en la parcela colindante. No hay que tener en cuenta en este caso el cruce de líneas eléctricas previstas, como ocurrió en las alternativas anteriores.

1.4.3 Conclusiones

Ventajas:

- Buenas posibilidades de integración en la Red Viaria, Ferroviaria y proximidad al Aeropuerto de San Pablo. Previsto el crecimiento urbanístico en el entorno de la zona.
- Carencia de figuras de protección importantes.
- Posibilidad de conexión a la red energética e hidráulica.

Inconvenientes:

- Límite con vías pecuarias.

1.5 Solución adoptada

Tras analizar las 3 alternativas, la opción más favorable, y por tanto, la que se convierte en la zona elegida para la ubicación del circuito, es la Alternativa 3: Zona junto al Parque Tecnológico Aerópolis. Resulta la zona más propicia debido a presentar un espacio suficiente para acoger una obra de las características del circuito, además de los equipamientos accesorios, no estar bajo elementos de protección especial y tener buenas posibilidades de conexión con las redes viaria, energética, hidráulica, y otros lugares como el Aeropuerto, el Parque Tecnológico o el Centro Comercial previsto.

En cuanto a las otras alternativas, los inconvenientes que presentan han sido determinantes. La Alternativa 1se ha desdeñado principalmente por encontrarse en zona inundable, además de los fuertes elementos de protección que presenta el entorno del río. Por su parte, la Alternativa 2 tampoco ha sido seleccionada por la delicada presencia de los Elementos Culturales del Patrimonio Territorial y del Centro Penitenciario. Las condiciones de acceso a las redes anteriormente mencionadas tampoco eran suficientes como para justificar la elección, y en cualquier caso, las características de la Alternativa 3 se muestran más favorables que en el caso de la dos primeras.

A partir de este punto, el análisis se centra únicamente sobre el área de la Alternativa 3, que queda fijada para la ubicación del circuito, y sobre la que se continuará el desarrollo del resto del proyecto.

2 AFECCIONES TERRITORIALES DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación se analizarán los elementos más importantes mencionados en el apartado anterior para la zona del circuito, es decir, el área junto al Paruqe Tecnológico Aerópolis, en La Rinconada. En este aspecto, como se vio en el desarrollo anterior, no existen afecciones importantes o figuras de protección limitantes, por lo que únicamente habrá que estudiar la interacción con el arroyo de los Espartales, que discurre en dirección este oeste al sur de la parcela y las vías pecuarias que limitan la misma al norte y al este.

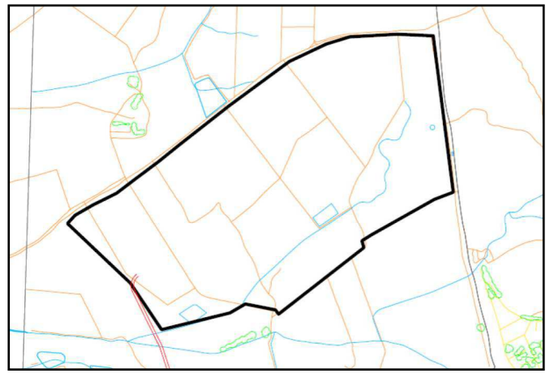
2.1 Arroyo de los Espartales

Este arroyo es un curso de agua de aproximadamente 7 kilómetros de recorrido. Su nacimiento tiene lugar en el límite sur de la urbanización Pino Grande, en la confluencia entre los arroyos de la Víbora y de los Graneros. Desemboca en un punto 1.5 kilómetros al norte del Aeropuerto, cerca de la zona comercial, donde se une con el arroyo del Ciervo para formar el arroyo Miraflores.

Como puede verse en la imagen de la derecha, el arroyo de los Espartales consiste en un curso de agua de poca entidad, pues se trata de un curso de poca longitud en una zona llana. No obstante, conduce la aportación de otros cursos de agua del este de Sevilla hacia el río Guadlaquivir, ya que forma con el arroyo del Ciervo el Miraflores, y este a su vez el Tamarguillo, que vierte sus aguas directamente al Guadalquivir al norte de la ciudad.

Es de destacar un estudio realizado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en el que se analiza la inundabilidad de la zona en función de los arroyos de los espartes y del Ciervo. EN un archivo de tipo *.shp* descargable del portal web de la propia Confederación, es posible ver las Zonas de Flujo Preferente en caso de desborde del río, situación correspondiente a un período de retorno de 100 años. En la imagen siguiente puede comprobarse que en esta situación excepcional, el agua no llega a la zona del circuito, pues el límite puede apreciarse en la balsa inferior, y en el camino de su derecha.

Otro punto destacable es la existencia de un cauce interno en la parcela. Este punto se ha estudiado por la aparición de datos incoherentes entre fuentes de diferente procedencia. En primer lugar, tal como se muestra en el Plano 01 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO, existe un curso identificado como masa de agua incluido en el interior de la zona:



La información incluida en el Plano 01 es procedente del Mapa Topográfico de Andalucía, de 2007. Al estudiar sus características con un programa de Sistemas de Información Geográfica, se puede apreciar que dicha entidad carece de nombre identificativo, mientras que el arroyo de los Espartales sí contiene su nombre adecuadamente. Por lo tanto, ante esta situación, se ha recurrido a nuevas fuentes.

Y la única conclusión que se puede extraer de la búsqueda es que dicho curso carece de entidad de masa de agua. En los datos geográficos del DERA (Datos Espaciales de Referencia de Andalucía), actualizados en 2017, no aparece dicha entidad, tal como puede verse en la imagen de la izquierda. Tampoco así en los datos en *.shp* de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, de 2016. Más aún, en la imagen correspondiente al Plano 3 del POTAUS (2009) de la página anterior, puede verse como dicho documento no reconoce la existencia de curso alguno en el interior de la parcela, al igual que ocurre con el PGOU de La Rinconada.

Por lo tanto, frente a la corroboración con fuentes más recientes de la falta de información sobre dicha entidad, se ha decidido no considerarla a efectos del diseño del trazado o la construcción del circuito, asumiendo que se trata de un

cauce natural formado por la fisonomía del terreno, ya que las curvas de nivel muestran una pequeña vaguada que coinide con la trayectoria de la entidad en cuestión, como puede verse en el Plano 02 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. Consecuentemente, se considera que únicamente se forma un curso de agua en el caso de la aparición de escorrentía por precipitaciones. Por lo que el tratamiento con esta entidad es cuestión del sistema de drenaje del circuito.

2.2 Vías pecuarias

2.2.1 Cordel Fuente del Arzobispo

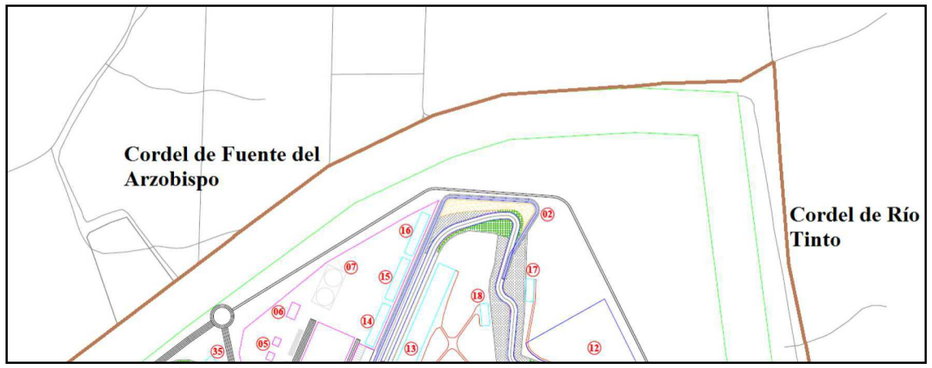
También denominado Cordel Miraflores de la Raya, este camino se trata de un Cordel de 37.5 metros de anchura legal, que discurre por el norte de la parcela en dirección noreste-suroeste, comunicando el límite noreste de la parcela con el Aeropuerto de San Pablo.

Conservar un camino rural como éste es fundamental para la adecuada integración del circuito en el entorno, además de permitir una forma de acceso a senderistas o ciclistas, que podrían encontrar en el circuito una parada en su trayecto. Por ello, tomando la via pecuaria como límite de la zona del circuito, se guardará un espacio de 100 metros hacia dentro de la parcela donde no se realizará actuación alguna, para no influir sobre el espacio natural adyacente. Dicha línea puede verse en el Plano 03 PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO, que consiste en una reducción del perímetro de la parcela, lo cual garantizará la no afección la Vía Pecuaria. Estos 100 metros sobrepasan además el ancho de protección de una Vía Pecuaria de este tipo, que son los 37.5 metros de anchura legal indicados anteriormente, según el artículo 4 de la Ley 3/1995 de vías pecuarias.

2.2.2 Cordel del Río Tinto

Esta vía pecuaria no llega al mismo ancho que el caso anterior, ya que cuenta con 25.7 metros de ancho legal, aunque sí es de mayor entidad que una Vereda, cuyo ancho legal llega a los 20 metros como máximo. Esta vía marca el límite este de la parcela discurriendo en dirección norte-sur. Se trata de una vía de gran recorrido, pues comunica Torrepalma con Pradollano, llegando su último tramo casi hasta Brenes, lo que comprenden unos 18 kilómetros de longitud.

El tratamiento que se tendrá con este elemento del territorio será el mismo que con el precedente. El margen de 100 metros de no actuación en el interior de la parcela garantizará la protección de la vía pecuaria en lo que a la interacción con la obra del circuito se refiere.



ANEJO 06
ESTUDIO GEOTÉCNICO

Antes de presentar las características geotécnicas a tener en cuenta en la obra, es preciso realizar un comentario sobre las condiciones de este Anejo. En este punto del desarrollo hay que hacer referencia al carácter académico del presente proyecto, lo cual ha conllevado la imposibilidad de realizar una campaña geotécnica completa apropiada. Por este motivo, de acuerdo con el tutor del proyecto, se ha llevado a cabo este Anejo Geotécnico por asimilación con un proyecto ya existente, de manera que se han adaptado los resultados de ése a la localización del proyecto presente. Tras esta consideración se ha continuado con el resto de análisis, asumiendo ya que las condiciones del terreno son las que se presentan a lo largo de este Anejo.

1 DATOS PREVIOS

1.1 Antecedentes

1.1.1. Nombre y ubicación de la obra

El presente estudio geotécnico se redacta con el fin de complementar al PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD, para la obra cuya ubicación se detalla en la tabla siguiente:

OBRA	CIRCUITO DE VELOCIDAD
UBICACIÓN	SANTA RITA, HACIENDA EL INJERTAL, HACIENDA EL INTERTAL
TÉRMINO MUNICIPAL	LA RINCONADA
PROVINCIA	SEVILLA

1.1.2. Documentos de la oferta

Los trabajos del presente informe se han realizado conforme a la oferta de referencia relativa al PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD, convenientemente aceptada.

No obstante, debido a que dicha oferta se basaba en una estimación de los reconocimientos y ensayos, es posible que la realidad de los mismos difiera en su medición final debido a diferencia en profundidades, imposibilidad de ejecución de ensayos, etc..

1.1.3 Documentación previa

Para la elaboración del presente informe se ha empleado, aparte de la bibliografía y normativa técnica habitual, la siguiente documentación previa:

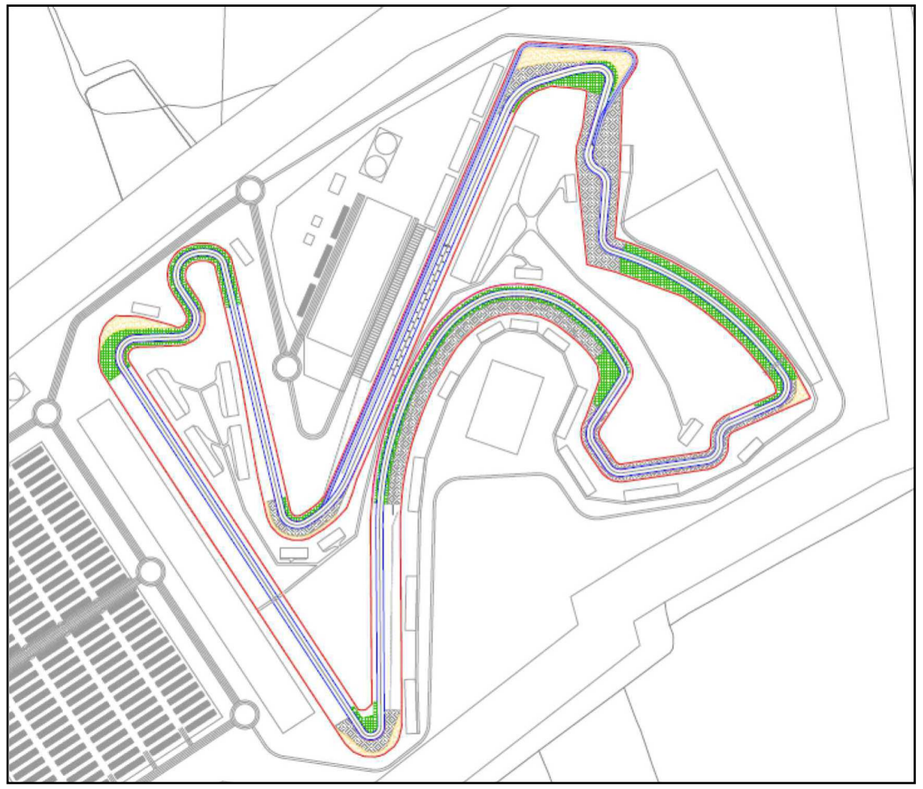
- Plano de ubicación.
- Planos de planta y secciones representativas de la obra a construir.

1.2 Datos básicos del proyecto

Características generales de la construcción

Según los datos facilitados por el peticionario para la realización del presente estudio, las características más relevantes de la construcción prevista a estos efectos son las que siguen:

- Se pretende la construcción de un circuito de velocidad de 5409.66 metros, implicando una superficie de unas 27 has de superficie.
- El recorrido del circuito y el área que comprende se esquematiza en la imagen de la derecha.
- El área del circuito sigue el recorrido del mismo, con un ancho de entre 38 y 60 metros, según la zona.
- Dada la topografía del sector, existirán tanto desmontes como terraplenes a lo largo del circuito.



1.2.1 Problemas geotécnicos previsibles

Se ha informado de manera previa de la existencia de las siguientes incidencias con posible repercusión desde el punto de vista geotécnico:

- El uso conocido anterior de la parcela es agrícola.
- Existen un pequeño curso de agua en forma de cauce de arroyo, así como bastantes zonas endorreicas.

Dicha información ha sido recibida y tenida en cuenta tanto en la realización de los reconocimientos, como en la propia redacción del presente informe.

1.3 Datos del emplazamiento

1.3.1 Situación geográfica

La actuación se sitúa al este de la ciudad de Sevilla, junto a la confluencia entre las carreteras A-4 "Autovía del Sur" y la SE-40, al noreste de dicho cruce. Al oeste de la implantación se encuentra el Aeropuerto de Sevilla. En el exterior de la actuación, al noroeste, se encuentra la "Hacienda Santa Cruz". En las siguientes imágenes, tomadas de la aplicación Google Earth se aprecia el emplazamiento del sector:

1.3.2 Evolución histórica del emplazamiento

Con la propia aplicación Google Earth es posible visualizar fotografías aéreas de diferentes momentos en el tiempo, para hacer una aproximación de la evolución histórica del emplazamiento. Aunque la fecha de la fotografía más antigua disponible no es muy lejana, desde 2002 se puede hacer un repaso de una evolución de 15 años.

2002:

2004:

2007:

2011:

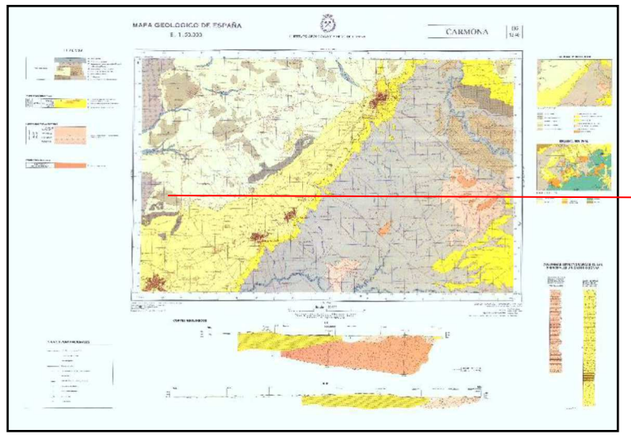
2016:

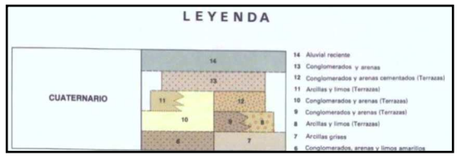
Del análisis de fotografías aéreas históricas se ratifica la no existencia de actividad diferente anterior alguna en los últimos años, que la del cultivo de olivares en secano y herbáceos en regadío, que es la actual.

1.4 Descripción geológica

1.4.1 Encuadre

En base a la cartografía y documentación técnica oficial, así como a la visita realizada al sector, a continuación se describen los aspectos más relevantes del mismo desde el punto de vista geológico. La zona objeto de estudio se encuadra en la hoja 985 “Carmona” de la serie MAGNA a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España, cuyo extracto se recoge a continuación:





Puede apreciarse que las formaciones que afloran superficialmente en el sector se corresponde con depósitos cuaternarios de terraza del Guadalquivir, identificados con los números 11 y, rodeando al mismo, 10. A este nivel la descripción de dichas formaciones se traduce en “arcillas y limos” y “conglomerados y arenas”, respectivamente.

1.4.2 Geología regional

El término municipal de Sevilla se enclava en el centro de una amplia llanura fluvial conformada por el río Guadalquivir, cuyos bordes presentan una acusada disimetría originada por la diferente constitución geológica de ambas márgenes.

El borde Oeste del Aljarafe limita de forma brusca con la llanura aluvial del río, generando de un escarpe rectilíneo de entre 60 a 100 m de desnivel, constituido por materiales de edad Terciaria (Plioceno-Mioceno) compuesto de margas, limos y arenas. En el centro y este del término el río discurre por la misma con un trazado sinuoso de meandros que cruza la ciudad de Norte a Sur recibiendo los arroyos Rivera de Huelva, Tagarete, Tamarguillo y Guadaíra. El carácter divagante del río además, dio lugar en el pasado a la formación de meandros o de cortas naturales hoy aterradas que discurren por zonas céntricas de la actual ciudad.

Estableciendo un perfil representativo medio del subsuelo bajo la ciudad, se situaría en la zona más baja a las denominadas "Margas Azules" del Mioceno, cuyo techo se localiza a profundidades entre los 5,00–6,00 m en la zona norte y los 25 m en el sector centro-oeste.

Por encima se sitúan sedimentos cuaternarios de origen fluvial integrados por gravas arenosas, de compacidad en general elevada. A las gravas se superponen un conjunto de arenas limosas y limos arenosos de hasta 10 m de espesor. Finalmente los suelos más superficiales corresponden a arcillas de tonalidades mayoritarias marrones, a veces grisáceas, de media a baja consistencia.

El espesor de los distintos conjuntos es muy variable de unos sectores a otros de la ciudad por el propio origen fluvial de dichos depósitos.

Ligado al río Guadalquivir se desarrolla un nivel freático bajo toda la ciudad cuya profundidad es variable de unos puntos a otros en función de la cota topográfica y de condicionantes locales pudiendo oscilar entre los 2-3 m hasta los 9 m. Este nivel es además susceptible de variación con las oscilaciones del río.

También hay que indicar la frecuente formación de niveles freáticos colgados en los niveles arcillosos superiores por filtraciones superficiales y roturas de tuberías o saneamientos, que no deben de confundirse con el principal del río.

1.4.3 Litología

En los reconocimientos realizados se han detectado, bajo los niveles superficiales de relleno y tierra vegetal, el esquema litológico previsto.

Así, bajo los niveles de arcillas superiores, a una profundidad variable entre 4 y 8 metros aparecen unos estratos granulares de potencia muy limitada, en torno a un metro y medio, bajo el que se detecta finalmente el sustrato de margas.

1.5 Grado de sismicidad de la zona

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02 la zona geográfica en la que se ubica parcela en estudio se caracteriza por los siguientes parámetros:

PROVINCIA	SEVILLA
LOCALIDAD	LA RINCONADA
ACELERACIÓN BÁSICA a_b (*g)	0.07

1.6 Programación del reconocimiento

La campaña de reconocimiento realizada ha sido planteada por el promotor con el objeto de obtener un conocimiento suficiente de las características geotécnicas del terreno con una certeza razonable. En base a ello anterior, se ha planteado una campaña compuesta por:

- 12 calicatas
- 4 sondeos con una longitud total de 27.6 m de perforación
- 6 pruebas de penetración continua DPSH

Dicha campaña se ha estimado suficiente, habiéndose distribuido su emplazamiento de manera conjunta con el equipo redactor del proyecto con objeto de optimizar la información a obtener en la medida de las posibilidades de acceso a las distintas zonas del sector.

2 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

2.1 Trabajos de reconocimiento efectuados

Los trabajos de reconocimiento del terreno realizados se resumen en la siguiente tabla:

SONDEOS	Nº	Longitud Perforada (m)			
		Suelos	Gravas	Rocas	Total
	4	24.6	3.00	-	27.6
CALICATAS	Nº	12	Muestras	14	
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA	Nº	6	Profundidad > 10 m	0	-
OTRAS PRUEBAS DE CAMPO	SPT	Muestras Inalteradas	Testigos parafinados	Muestras de agua	Tubo piezométrico
	10	7	-	1	27.6

Han sido esencialmente los establecidos en la oferta previa. Todos ellos han sido coordinados y supervisados por personal técnico especializado de ELABORA.

Hay que mencionar que no obstante la representatividad de los reconocimientos avalada por el diseño de la campaña y la experiencia del equipo redactor del presente informe, los resultados recogidos en el mismo se corresponden con investigaciones puntuales realizadas en una época determinada. Por ello, no son descartables irregularidades o heterogeneidades no sistemáticas cuya detección excedería con creces el alcance del presente.

2.1.1 Sondeos

Se han realizado CUATRO sondeos mecánicos a rotación con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
S - 1	6.05
S - 2	6.05
S - 3	9.25
S - 4	6.25

Los testigos continuos extraídos de los sondeos se han recogido en DIECISIETE CAJAS ordenadas al efecto para su testificación y conservación.

Los sondeos son perforaciones de diámetros y profundidad variables que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes unidades geotécnicas del terreno, así como extraer muestras del mismo y, en su caso realizar ensayos a diferentes profundidades. Permiten:

a) Llegar a profundidades superiores a las alcanzables con catas.

b) Reconocer el terreno bajo el nivel freático.

c) Perforar capas rocosas, o de alta resistencia.

d) Extraer muestras inalteradas profundas.

e) Realizar pruebas de deformabilidad o resistencia de tipo presiométrico, molinete, penetración estándar, etc.

f) Tomar muestras de acuíferos profundos o realizar ensayos de permeabilidad in situ.

g) Determinar valores índice de la roca en macizos rocosos.

h) Detectar y controlar las variaciones del nivel freático, mediante la instalación de tubos piezométricos.

Los sondeos a rotación, mediante baterías simples, dobles o especiales pueden utilizarse en cualquier tipo de terreno, siendo necesario utilizarlos cuando el terreno a reconocer sea un macizo rocoso o exista alternancia de capas cementadas duras con otras menos cementadas. En su utilización se debe tener en cuenta que pueden existir problemas en el reconocimiento de suelos granulares finos bajo el nivel freático y en el de bolos o gravas gruesas. También deben interpretarse con cuidado los testigos extraídos de suelos colapsables bajo la acción del agua de inyección y los de rocas blandas de tipo areniscoso que pueden fragmentarse excesivamente por efecto de la rotación.

Los sondeos del presente informe han sido realizados con una sonda TECOINSA TP- 50/400 sobre camión. La perforación se ha realizado con un diámetro mínimo de 86 mm.

2.1.2 Pruebas continuas de penetración

Se han realizado DIEZ ensayos de penetración dinámica tipo DPSH-B con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
P - 1	7.71 (R)
P - 2	6.34 (R)
P - 3	7.59 (R)
P - 4	7.75 (R)
P - 5	8.25 (R)
P - 6	6.44 (R)

(R) Profundidad de rechazo

Las pruebas de penetración proporcionan una medida indirecta, continua en el caso del ensayo DPSH-A o DPSH-B, de la resistencia o deformabilidad del terreno, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas. Estos ensayos proporcionan una medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada, que puede ser empleada para la identificación de unidades geotécnicas, como complemento a los sondeos mecánicos o las calicatas.

El empleo de penetrómetros normalizados garantiza que las correlaciones empleadas tienen la suficiente garantía y justificación. Es el caso de las pruebas de penetración, regulado por la norma UNE-EN ISO 22476-2 (Abril 2008). Los penetrómetros mencionados tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO	
	DPSH-B	DPSH-A
Forma de la puntaza	Circular	Circular
Sección de la puntaza (A)	20 cm^2	20 cm^2
Peso de la maza (W)	63.5 kg	63.5 kg
Altura de caída (h)	76 cm	50 cm
Avance de la puntaza (d)	20 cm	20 cm
Criterio de rechazo	N>100	N>200

No obstante, estas diferencias es posible establecer una equivalencia relativa entre los resultados de los ensayos en base a la energía específica aplicada mediante la expresión:

$$N_2\left(\frac{W_1 \cdot h_1}{d_1 \cdot A_1}\right) = N_1\left(\frac{W_2 \cdot h_2}{d_2 \cdot A_2}\right)$$

Donde para cada ensayo comparado, 1 y 2: *N* es el número de golpes para la penetración característica d; *A* es la sección transversal de la puntaza; *H*, la altura de caída de la maza, de peso *W*.

En el presente reconocimiento las pruebas se han realizado con un penetrómetro dinámico portátil sobre orugas con golpeo automático de la marca TECOINSA.

2.1.3 Calicatas

Se han realizado DOCE calicatas con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
C - 1	3.90
C - 2	3.50
C - 3	4.00
C - 4	4.00
C - 5	3.70
C - 6	3.90
C - 7	3.80
C - 8	3.80
C - 9	4.00
C - 10	3.80
C - 11	4.00
C - 12	3.80

Se entienden como calicatas las excavaciones de formas diversas (pozos, zanjas, rozas, etc.) que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y eventualmente la realización de ensayos in situ. Este tipo de reconocimiento es recomendable en casos de:

a) Profundidad de reconocimiento moderada (< 4m).

b) Terrenos excavables con pala mecánica o manualmente.

c) Ausencia de nivel freático en la profundidad reconocida o cuando existan aportaciones de agua moderadas en terrenos de baja permeabilidad.

d) Terrenos preferentemente cohesivos.

e) Terrenos granulares en los que las perforaciones de pequeño diámetro no serían representativas.

El reconocimiento del terreno mediante calicatas es especialmente adecuado cuando:

a) Se puede alcanzar en todos los puntos el estrato firme o resistente con garantía suficiente.

b) No sea necesario realizar pruebas in situ asociadas a sondeos (p.e. ensayos estándar).

Se excluye esta posibilidad cuando el terreno de apoyo puede deteriorarse con la excavación y afectar a las futuras cimentaciones o crear problemas de inestabilidad para estructuras próximas.

En las paredes del terreno excavado, se pueden realizar ensayos in situ como el enetrómetro de bolsillo, con el fin de obtener una indicación orientativa del comportamiento del terreno, si bien no permiten deducir, en ningún caso, valores cuantitativos de la resistencia del terreno.

2.1.4 Otras pruebas de campo

2.1.4.1 Ensayos de penetración estándar en sondeos

Se han realizado DIEZ ensayos de penetración en sondeos (S.P.T.) a distintas profundidades, según sigue:

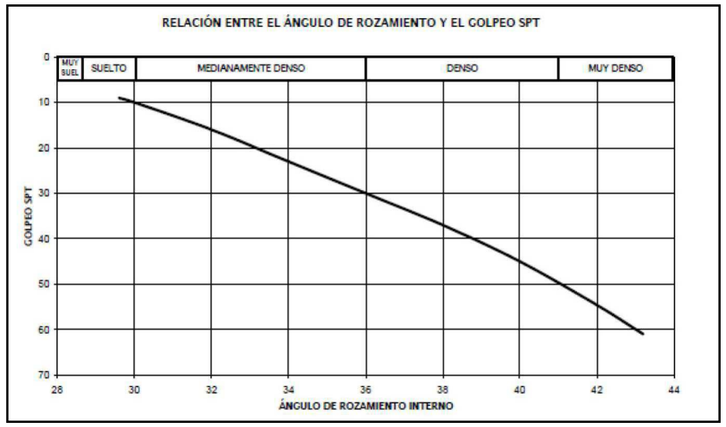
DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
S - 1	2.60 - 3.05
	5.60 - 6.05
S - 2	2.10 - 2.55
	5.60 – 6.05
S - 3	2.60 – 3.05
	5.60 – 6.05
	9.00 – 9.25
S - 4	2.10 – 2.55
	4.50 – 4.95
	6.00 – 6.25

El ensayo de penetración estándar o S.P.T. es una prueba discontinua de penetración que se realiza en el interior de la perforación de un sondeo. Está regulado por la norma UNE 103800 y proporciona una medida indirecta de la resistencia de los suelos. Es apto para informar acerca de:

- La compacidad de suelos granulares: Densidad relativa y ángulo de rozamiento interno.
- La resistencia de arcillas preconsolidadas por encima del nivel freático.

La medida directamente obtenida del ensayo indica el número de golpes (N) preciso para hincar 30 cm de un cilindro hueco de dimensiones normalizadas mediante el golpeo de una maza de 63,5 kg cayendo desde 76 cm.

En el caso de suelos granulares limpios y sin cohesión, es posible estimar en base al SPT su ángulo de rozamiento según la tabla siguiente, contenida en el Documento Básico SEC "Cimientos":



En el caso de suelos arcillosos pueden adoptarse, con las debidas precauciones, los siguientes valores indicativos de consistencia:

N	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 – 30	> 30
Consistencia	Muy blanda	Blanda	Media	Compacta	Muy compacta	Dura
Resistencia a compresión simple, q_u (kPa)	25	25 - 50	50 - 100	100 - 200	200 – 400	> 400

En el presente reconocimiento los ensayos se han realizado con un penetrómetro automático incorporado al equipo de sondeo de la marca TECOINSA.

2.1.4.2 Investigación del nivel freático

Se han tomado las medidas de nivel de agua en cada uno de los sondeos realizados una vez finalizados los mismos. Asimismo se han instalado tubos piezométricos en el interior de las perforaciones para permitir el seguimiento de dicho nivel a lo largo del tiempo.

El resumen de las mediciones realizadas en estos aspectos se recoge en la tabla siguiente:

DENOMINACIÓN DEL SONDEO	LONGITUD TUBO PIEZOMÉTRICO (m)
S-1	6.05
S-2	6.05
S-3	9.25
S-4	6.25

Con respecto a los valores de nivel freático obtenidos es preciso indicar las siguientes precauciones:

a) Dado que los sondeos mecánicos han sido realizados con ayuda de agua, esto ha podido influir en el nivel obtenido.

b) Por tanto, para un conocimiento real de dicho nivel es preciso realizar un seguimiento en el tiempo de la evolución de dicho nivel, con objeto de eliminar la influencia mencionada.

c) Además, debe protegerse la boca de las perforaciones mediante una arqueta ó tapón de sellado que impida la entrada de agua a la perforación.

d) También es preciso considerar a la hora de interpretar el nivel obtenido la posibilidad de influencia en el mismo por efectos externos a la propia perforación, que podrían indicar un falso nivel: Aguas colgadas, fugas de redes de abastecimiento, mareas, etc.

2.1.5 Toma de muestras

De los trabajos de reconocimientos en campo se han obtenido muestras para ejecutar sobre ellas con una fiabilidad suficiente los ensayos e laboratorio pertinentes según las determinaciones perseguidas.

Concretamente se han extraído las siguientes muestras a distintas profundidades, según sigue:

REC.	DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	TIPO	MÉTODO	LONGITUD (cm)
S - 1	MI - 1	2.00 – 2.60	A	Percusión	60
	MI - 2	5.00 – 5.60	A	Percusión	60
S - 2	MI – 1	1.50 – 2.10	A	Percusión	60
	MI – 2	5.00 – 5.60	A	Percusión	60
S - 3	MI – 1	2.00 – 2.60	A	Percusión	60
	MI – 2	5.00 – 5.60	A	Percusión	60
S - 4	MI – 1	1.50 – 2.10	A	Percusión	60
C - 1	MA - 1	1.50 – 2.00	C	Excavación	-
C - 2	MA - 1	1.50 – 1.60	C	Excavación	-
C - 3	MA - 1	1.50 – 2.00	C	Excavación	-
C - 4	MA - 1	1.50 – 2.00	C	Excavación	-
C - 5	MA - 1	1.20 – 1.40	C	Excavación	-
C - 6	MA - 1	1.00 – 1.20	C	Excavación	-
	MA - 2	1.50 – 2.00	C	Excavación	-
C - 7	MA - 1	0.60 – 0.70	C	Excavación	-
	MA - 2	2.00 – 2.10	C	Excavación	-
C - 8	MA - 1	1.90 – 2.00	C	Excavación	-
C - 9	MA - 1	1.90 – 2.00	C	Excavación	-
C - 10	MA - 1	1.50 – 2.00	C	Excavación	-
C - 11	MA - 1	1.50 – 2.00	C	Excavación	-
C - 12	MA - 1	1.50 – 2.00	C	Excavación	-

En función del proceso de toma, se pueden identificar tres tipos de muestras, atendiendo a la clasificación contenida en el Documento Básico SE-C "Cimientos", que condicionan los tipos de ensayos que son posibles aplicar sobre ellas:

a) Muestras de categoría A: Son aquellas que mantiene inalteradas las siguientes propiedades del suelo: Estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Es el caso de las que se identifican en el presente informe como "muestras inalteradas" (MI). Para su obtención es preciso emplear tomamuestras con unas dimensiones normalizadas según la siguiente tabla:

Tabla 3.13. Especificaciones categoría A de tomamuestras

Tipo de suelo	Sistema de hincado	Diámetro interior D_i	Despeje interior D	Relación de Areas R_a	Espesor zapata E	Angulo de zapata de corte
Arcillas, Limos, Arenas finas	Presión	> 70 mm	≤ 1%	≤ 15	≤ 2 mm	≤ 5º
Arenas medias Arenas gruesas Mezclas	Presión golpeo	> 80 mm	≤ 3 %	≤ 15	≤ 5 mm	≤ 10º

b) Muestras de categoría B: Son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: Humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Se incluyen aquí los denominados "testigos parafinados" (TP).

c) Muestras de categoría C: Se incluyen aquí todas aquellas muestras que no cumplen las especificaciones de la categoría B, conocidas como "muestras alteradas" (MA).

2.1.6 Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras tomadas en campo se han realizado ensayos de laboratorio para conocer las características de identificación, estado, resistencia, deformabilidad y composición de los materiales atravesados.

El total de ensayos realizados se resume en la siguiente tabla:

DETERMINACIÓN	SONDEOS	CALICATAS	TOTAL
Granulometría	10	14	24
Límites de Atterberg	10	14	24
Próctor normal	-	6	6
Próctor Modificado	-	6	6
CBR	-	13	13
Hinchamiento libre	4	6	10
Colapso	-	6	6
Compresión simple	4	-	4
Corte Directo CD	2	-	2
Corte Directo CU	1	-	1
Consolidación Edómetro	3	-	3
Materia orgánica	7	8	15
Sales solubles	-	8	8
Sulfatos	7	6	13
Acidez Baumann-Gully	4	6	10

2.2 Distribución de unidades geotécnicas

En base a los criterios de naturaleza litológica, identificación y comportamiento mecánico es posible diferenciar los materiales detectados en los reconocimientos en una serie de niveles relativamente homogéneos. Esta separación se contrasta a su vez con los resultados de las pruebas continuas de penetración.

2.2.1 Nivel 1.- Tierra vegetal

Se ha detectado su presencia en casi todos los reconocimientos con los siguientes espesores característicos:

PROFUNDIDAD DETECTADA (m)			
ENSAYO	**TECHO**	**BASE**	**POTENCIA**
S - 1	0.00	1.00	1.00
S - 2	0.00	0.80	0.80
S - 3	0.00	0.60	0.60
S - 4	0.00	0.60	0.60
C - 1	0.00	0.40	0.40
C - 2	0.00	0.90	0.90
C - 3	0.00	0.50	0.50
C - 4	0.00	0.45	0.45
C - 5	0.00	0.00	0.00
C - 6	0.00	0.30	0.30
C - 7	0.00	0.00	0.00
C - 8	0.00	0.30	0.30
C - 9	0.00	0.40	0.40
C - 10	0.00	0.40	0.40
C - 11	0.00	0.20	0.20
C - 12	0.00	0.30	0.30
VALORES CARACTERÍSTICOS			
MÁX	0.00	1.00	1.00
MÍN	0.00	0.00	0.00
MED	0.00	0.45	0.45

No se aprecia una posible zonificación de los espesores, estimándose un espesor medio en torno a 0,45 m.

El material se ha testificado como arcilloso de color marrón oscuro con pátinas negras con presencia de raíces.

2.2.2 Nivel 2.- Arcilla marrón con carbonatos

Como primera formación geológica bajo la tierra vegetal se ha detectado de manera uniforme en todo el sector un nivel arcilloso. Su potencia es superior a la profundidad investigada con las calicatas, habiéndose obtenido las siguientes profundidades de muro en los sondeos:

PROFUNDIDAD DETECTADA (m)			
ENSAYO	TECHO	BASE	POTENCIA
S - 1	1.00	4.60	3.60
S - 2	0.80	4.50	3.70
S - 3	0.60	8.50	7.90
S - 4	0.60	4.00	3.40

Si bien hay que apuntar que las características organolépticas de estos niveles son relativamente diferentes según la profundidad y las zonas, su comportamiento geotécnico aconseja unificarlos bajo un mismo nivel debido a su homogeneidad de caracterización, tal y como se justificará posteriormente.

La testificación más extendida se corresponde con una arcilla marrón oscura con abundantes carbonatos y nódulos calizos en menor proporción que disminuyen su contenido en profundidad.

En las calicatas C-4, C-5 y C-6 estas arcillas presentan una coloración más grisácea, especialmente en los primeros metros, mientras que en las calicatas C-7, C-8 y los sondeos S-2 y S-3 las tonalidades se acercan más al rojizo. En todo caso estas diferencias afectan a la franja más superficial (1,0 – 2,0 m).

2.2.3 Nivel 3.- Arena marrón y grava

Bajo los niveles arcillosos anteriores se ha detectado la presencia de materiales granulares. La fracción más fina de ellos se ha descrito como una arena limosa marrón clara, identificándose en el presente como nivel 3.a, mientras que se reserva la denominación de nivel 3.b para la fracción más gruesa de grava.

- Nivel 3.a.- Arena marrón: Tan sólo se ha detectado en los sondeos S- 1 y S-2 a partir de 4,60 metros de profundidad. Dado que no se ha superado en estos reconocimientos e ignora su potencia.

- Nivel 3.b.- Grava con arena marrón: Se ha detectado ese material en los sondeos S-2 y S-3, si bien cabe esperar su presencia en todo el sector pues los restantes sondeos no han alcanzado el techo de esta formación.

La cota superior es muy variable, especialmente debido a la extracción mencionada, obteniéndose valores entre 4,00 y 7,50 metros. En cuanto a la base del nivel podría estar en torno a los 9,10- 9,70 metros de profundidad.

Se trata de una grava gruesa con bastante arena de cantos silíceos redondeados heterométricos.

2.2.4 Nivel 4.- Arcilla margosa gris

El material se ha descrito como una arcilla margosa gris con indicios de bioclastos marinos y pátinas ocres de oxidación.

Este material se ha detectado en el sondeo S-3, calicata C-5 y ensayos de penetración P-3, P-4 y P-5, de los que se puede deducir un espesor de la capa de 2 metros.

2.3 Nivel freático

Se ha detectado la presencia de agua a las siguientes profundidades en los reconocimientos realizados:

SONDEO	FECHA DE LA MEDICIÓN	PROFUNDIDAD DEL AGUA
S - 1	27/02/2013	No presenta
	15/03/2013	No presenta
S - 2	27/02/2013	No presenta
	15/03/2013	No presenta
S - 3	27/02/2013	No presenta
	15/03/2013	9.60 m
S - 4	27/02/2013	5.70 m
	15/03/2013	5.10 m

No obstante hay que insistir, tal y como se ha mencionado en los apartados anteriores, que los niveles detectados tan sólo pueden asociarse al nivel freático si se verifica su estabilidad con el tiempo, la no influencia del fluido de perforación, y que no existe una fuente externa diferente, tal y como pueden suponer las fugas de las redes de suministro urbano, las mareas, filtraciones de captaciones cercanas, etc..

En el caso presente debido a la limitación temporal del plazo de ejecución de los trabajos, se ha realizado un seguimiento PARCIAL en el tiempo para verificar dicha estabilidad, y a nivel informativo se incluye en la tabla anterior la fecha de la medición realizada.

2.4 Situación de los puntos de reconocimiento

La ubicación de los puntos de reconocimiento ha sido establecida de común acuerdo con el equipo responsable de la redacción del proyecto con objeto de cubrir las necesidades de información geotécnica del mismo. Se han dispuesto de acuerdo con el Eje de la pista del circuito, para poder realizar un perfil geotécnico adecuado al recorrido de la obra lineal.

En el plano del Apéndice 1 de este Anejo se detalla esta ubicación.

Las coordenadas UTM de los puntos de reconocimiento se recogen en la tabla siguiente:

ENSAYO	Coord X	Coord Y	Z superior	ENSAYO	Coord X	Coord Y	Z superior
S - 1	249304.60	4148427.29	50.64	C - 8	249087.93	4147757.84	48.81
S - 2	249829.48	4147931.66	49.82	C - 9	248918.29	4147691.24	49.45
S - 3	249287.30	4148110.68	50.80	C - 10	249093.32	4147936.83	49.80
S - 4	248788.87	4148181.46	46.60	C - 11	249172.16	4148120.75	49.80
C - 1	249493.68	4148467.73	51.10	C - 12	249220.22	4148237.42	50.80
C - 2	249493.31	4148241.51	50.40	P - 1	249401.56	4148536.58	51.00
C - 3	248822.10	4147655.45	49.00	P - 2	249662.88	4148130.10	50.16
C - 4	248654.65	4147910.96	48.00	P - 3	249241.19	4148086.79	50.78
C - 5	249083.68	4147361.71	43.97	P - 4	249088.30	4147642.08	47.98
C - 6	248837.98	4147986.11	47.78	P - 5	248845.31	4147619.53	49.00
C - 7	249516.16	4148002.34	49.23	P - 6	249190.49	4148169.39	49.87

2.5 Análisis de los ensayos de penetración

A la vista de la distribución de niveles descrita en los apartados anteriores, es posible analizar la evolución de los golpeos obtenidos en las distintas pruebas continuas de penetración.

Los resultados obtenidos indican que puede apreciarse un comportamiento relativamente homogéneo. Así, en el nivel arcilloso superior se detecta un golpeo creciente en profundidad desde 5 a 20. A partir de esta cota, en función de las formaciones afectadas, los golpeos varían, si bien se obtiene en general valores superiores a 15 tanto en SPT como en DPSH.

Finalmente apuntar que la homogeneidad mencionada no sólo se produce en el conjunto del sector, sino incluso como una buena correlación entre ensayos de tipología diferente (SPT y DPSH).

2.6 Características geotécnicas del terreno

Para cada una de las unidades geotécnicas detectadas se identifican a continuación los valores característicos de sus parámetros, deducidos en base a los ensayos y pruebas in situ.

2.6.1 Nivel 1.- Tierra vegetal

Dada la limitada potencia de este nivel y, en todo caso, la necesidad de su eliminación antes de la ejecución de las infraestructuras, no se han realizado ensayos sobre los materiales que lo componen.

2.6.2 Nivel 2.- Arcilla marrón con carbonatos

Se han analizado las 19 muestras de esta formación tomadas en los distintos reconocimientos (ver tabla en punto 2.2.1, excepto MI - 2 en S - 1 y S - 2), obteniendo los resultados en los ensayos de laboratorio visibles en la tabla de la derecha

Se trata de un suelo fino, con una proporción media de partículas de tamaño inferior a 0,08 mm del 94% y en todo caso superior al 53%. Tiene una plasticidad media, con límite líquido entre 26 y 51. Precisamente son las fracciones más rojizas según la descripción geológica las que presentan los valores más altos. Según la USCS se clasifica en general como CL.

Presenta una humedad media del 19,9% con un peso específico aparente medio de 19,8 kN/m3.

Su consistencia es firme a muy firme según los ensayos de resistencia a compresión simple, que han proporcionado valores entre 103 y 213 kPa, con una media de 153 kPa. Igualmente se ha obtenido en corte directo un valor de resistencia al corte sin drenaje de 120 kPa. Esta clasificación se ratifica con los golpeos en SPT, en los que se han obtenido valores en este nivel entre 11 y 21.

Se dispone de dos ensayos de corte directo en condiciones drenadas que han proporcionado resultados un tanto dispares, probablemente por el carácter más limoso de una de las muestras:

- MI-1 (S-2): c'=32 kPa ϕ'=20,5º
- MI-1 (S-6): c'=1 kPa ϕ'=27,6º

Se han realizado 3 ensayos de consolidación unidimensional en edómetro, obteniendo un comportamiento en las muestras más superficiales a ligeramente sobreconsolidado en las más profundas. El índice de compresión entre 0,065 y 0,135 y de recarga entre 0,015 y 0,035. En todo caso los valores obtenidos ilustran una compresibilidad ligera.

	RECONOCIMIENTO	S-1	S-2	S-3	S-5	S-6	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-6	C-7	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12
	MUESTRA	MI-1	MI-1	MI-1	MI-2	MI-1	MA-1	MA-1	MA-1	MA-1	MA-1	MA-1	MA-2	MA-1	MA-2	MA-1	MA-1	MA-1	MA-1	MA-1
	PROFUNDIDAD	2,00-2,60	1,50-2,10	2,00-2,60	5,00-5,60	1,50-2,10	1,50-2,00	1,50-1,60	1,50-2,00	1,50-2,00	1,20-1,40	1,00-1,20	1,50-2,00	0,60-0,70	2,00-2,10	1,90-2,00	1,50-2,00	1,50-2,00	1,50-2,00	1,50-2,00	1,50-2,00
IDENTIFICACIÓN																				
Granulometría	% pasa tamiz 5	100,0	100,0	99,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,0	98,0	96,0	100,0	98,0	100,0	95,0	97,0
	% pasa tamiz 2	100,0	100,0	98,0	100,0	98,0	100,0	98,0	100,0	98,0	98,0	100,0	94,0	96,0	90,0	89,0	96,0	96,0	92,0	95,0
	% pasa tamiz 0,4	100,0	98,0	96,0	99,0	94,0	99,0	96,0	98,0	96,0	95,0	95,0	89,0	92,0	86,0	83,0	96,0	94,0	89,0	91,0
	% pasa tamiz 0,08	96,3	73,3	93,5	97,7	88,6	96,0	94,1	85,5	85,0	80,4	53,5	86,0	77,5	84,4	80,8	95,3	89,0	78,5	76,0
Plasticidad	Límite líquido	36,1	37,7	51,7	59,6	46,4	39,5	36,1	32,7	31,2	50,6	26,1	35,7	48,3	38,0	37,5	40,1	36,5	46,6	33,7
	Límite plástico	17,5	19,6	24,5	25,5	17,6	16,5	16,9	17,2	18,3	24,0	15,4	17,3	22,5	16,9	16,8	20,2	17,3	19,1	16,9
	Índice plasticidad	18,6	18,1	27,2	34,1	28,8	23,0	19,2	15,5	12,9	26,6	10,8	18,5	25,8	21,1	20,7	19,9	19,2	27,5	16,8
ESTADO																				
Humedad natural, w(%)		18,2	16,9	23,0	22,6	18,6														
Peso específico aparente, γ (KN/m^3)		20,1	19,8	18,9	19,8	20,2														
RESISTENCIA																				
Resistencia compresión simple, q_u (KPa)		213		103		143														
Corte Directo	Cohesión, c_u (KPa)				120															
	Cohesión, c' (KPa)		32			1														
	Ángulo rozamiento, ϕ' (º)		20,5			27,6														
DEFORMABILIDAD (EDÓMETRO)																				
Índice de compresión, C_c		0,065			0,097	0,135														
Índice de entumecimiento, C_s		0,015			0,035	0,026														
Índice de poros, e_0		0,452			0,601	0,556														
EXPANSIVIDAD																				
Hinchamiento libre edómetro (%)		0,10	0,30	0,40		0,55	1,50	1,05					0,10			0,90	1,05			1,30
Índice de Colapso (%)							0,10	0,00					0,00			0,00	0,00			
COMPACTACIÓN																				
PRÓCTOR NORMAL	Densidad máxima (kN/m^3)						17,2		17,0	16,7	15,8								16,1	17,4
	Humedad óptima (%)						15,90		16,10	14,60	16,30								17,10	15,70
PRÓCTOR MODIFICADO	Densidad máxima (KN/m^3)							19,2					18,5		19,8	19,4	18,4	19,6		
	Humedad óptima (%)							13,90					14,60		10,10	11,30	14,70	9,40		
C.B.R.	Índice al 95 % P.N.						1,00		1,20	1,20	0,40								0,40	1,70
	Índice al 100 % P.N.						1,70		2,40	2,20	0,70								0,60	3,50
	Índice al 95 % P.M.							1,60					4,30		1,60	2,30	3,10	1,80		
	Hinchamiento (%)						2,01	2,71	2,06	0,66	1,28		2,33		3,37	3,37	2,95	3,42	1,91	0,60
CONTENIDO QUÍMICO																				
Sales solubles (%)							0,37		0,35		0,27	0,26		0,21			0,17		0,34	0,35
Sulfatos (%)		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00			0,00		0,00			0,00		0,00	
Acidez Baumann-Gully (ml/Kg)		2	2	0		0	0		0			0		2			0		2	
Materia orgánica (%)		0,40	0,29	0,44		0,36	0,33		0,33		0,02	0,33		0,39			0,32		0,30	0,51
CLASIFICACIÓN USCS		CL	CL	CH	CH	CL	CL	CL	CL	CL	CH	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
CLASIFICACIÓN PG-3		ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST	ST

Los ensayos de hinchamiento libre en edómetro han proporcionado valores entre 0,10 y 0,55 % en muestras inalteradas de sondeo y de hasta 1,50% en muestras alteradas; puede por tanto considerarse que tienen un riesgo de expansividad medio a bajo.

No presentan riesgo de colapso.

Se han realizado ensayos de compactación y capacidad portante CBR con diferentes condiciones obteniéndose los siguientes resultados:

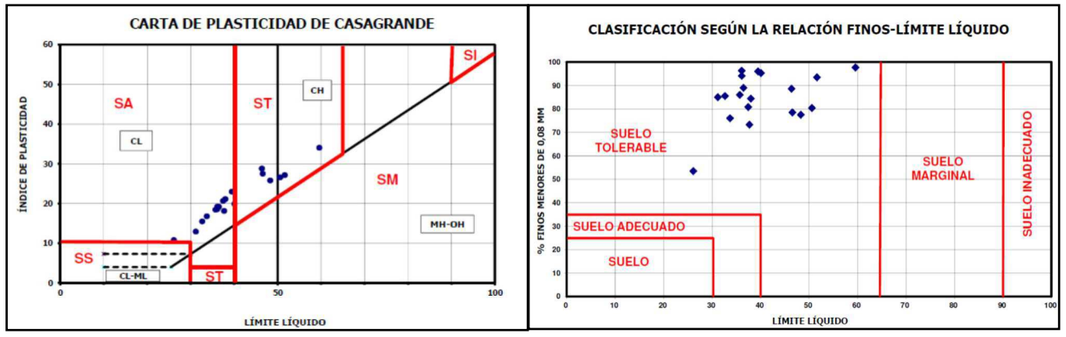
Valores medios	Próctor normal	Próctor modificado
Densidad máxima (kN/m^3)	16.7	19.2
Humedad óptima (%)	16.0	12.3
CBR al 95%	0.4 - 1.7	1.6 – 4.3

En cuanto a la composición química, los contenidos detectados son los siguientes:

- Sales solubles: 0.17 – 0.37 %
- Sulfatos solubles en agua: 0 %

- Materia orgánica: 0.02 - 0.51 %
- Acidez Baumann-Gully: < 2

A la vista de estos resultados es posible analizar la aptitud de estos suelos para empleo en rellenos o como cimiento de terraplenes mediante el artículo 330 del PG-3. Así, desde el punto de vista de su granulometría y plasticidad la clasificación se ilustra perfectamente mediante los gráficos adjuntos, de los que se deduce que estos materiales pueden considerarse suelos tolerables:



Esta clasificación se satisface igualmente en cuanto a la composición química y al hinchamiento/colapso.

2.6.3 Nivel 3.- Arena marrón y grava

Se han analizado las 2 muestras de esta formación, obteniendo los resultados siguientes:

	RECONOCIMIENTO	S-1	S-2
	MUESTRA	MI-2	MI-2
	PROFUNDIDAD	5,00-5,60	5,00-5,60
IDENTIFICACIÓN			
Granulometría	% pasa tamiz 5	100,0	98,0
	% pasa tamiz 2	100,0	97,0
	% pasa tamiz 0,4	99,0	52,0
	% pasa tamiz 0,08	45,9	17,0
Plasticidad	Límite líquido	22,5	22,4
	Límite plástico	15,6	13,2
	Índice plasticidad	6,9	9,2
CONTENIDO QUÍMICO			
Sulfatos (%)		0,00	0,00
Materia orgánica (%)		0,32	0,60
CLASIFICACIÓN		SC	SC

Se trata de suelos granulares de baja plasticidad. Su compacidad es variable, habiéndose obtenido golpeos en SPT de 16 a 23 en las arenas (media) y de 32 a rechazo en las gravas (densa a muy densa).

No presenta contenido en sulfatos, y la materia orgánica alcanza valores entre 0,32 y 0,60%.

2.6.4 Nivel 4.- Arcilla margosa gris

No se disponen de los resultados de muestras para el sustrato margoso. Debido a las características del proyecto, no se han realizado ensayos de resistencia sobre esta muestra. A estos efectos se dispone de los golpeos en SPT, que han proporcionado valores de 21 a 24, típicos de esta formación, y que corresponden a una consistencia muy firme.

2.7 Estabilizaicón de suelos con cal

Dado el carácter arcilloso de los suelos detectados como terreno natural subyacente, a los efectos de poder evaluar alternativas adicionales para el tratamiento de estos materiales como cimiento de los terraplenes, se ha realizado un ensayo de estabilización de este suelo mediante la adición de cal.

Para ello se ha tanteado la adición de un 3% de cal apagada tipo CL-90 en peso a una mezcla de los materiales correspondientes al nivel identificado como de arcillas marrones.

El resultado obtenido ilustra que el CBR puede elevarse hasta un valor de 21, lo que permite considerar esta mezcla como una estabilización tipo S-EST 2.

Hay que mencionar que no se han realizado ensayos específicos de plasticidad, hinchamiento, etc. de la mezcla al no haber sido previstos, por lo que esta conclusión es relativa, si bien es previsible que no exista incidencia en estas comprobaciones. Asimismo, se advierte la posibilidad de obtener una mezcla S-EST 1 con una dosificación del 2% de cal.

2.8 Excavabilidad

De la realización de las calicatas con retroexcavadora mixta cabe concluir que todas las formaciones detectadas superficialmente son fácilmente excavables, habiéndose alcanzado en las prospecciones la profundidad deseada.

2.9 Estabilidad de las paredes en las calicatas

La ejecución de las calicatas, si bien se trata de perforaciones someras de pequeña dimensión y de corta duración, puede ilustrar en cierta medida la estabilidad de los materiales detectados a corto plazo. Ello es especialmente interesante para el planteamiento de posibles excavaciones temporales en zanjas, cajeos, etc.

A dicho efecto hay que apuntar que todas las calicatas se han mantenido estables durante su excavación sin desprendimientos ni movimientos apreciables. Esta conclusión puede por tanto aplicarse a la formación arcillosa en ellas implicada, correspondiente al nivel 2.

2.10 Caracterización sísmica del terreno

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02 la construcción en estudio puede caracterizarse por los siguientes parámetros:

PROVINCIA			SEVILLA		
LOCALIDAD			SEVILLA		
ACELERACIÓN BÁSICA, a_b			0,07		
NIVEL	PROFUNDIDAD		ESPESOR	TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
	TECHO	BASE			
1	0,00	0,45	0,45	IV	2,0
2	0,45	4,60	4,15	III	1,6
3a	4,60	6,00	1,40	III	1,6
3b	6,00	9,50	3,50	II	1,3
4	9,50	12,00	2,50	II	1,3
(*)	12,00	30,00	18,00	I	1,0
COEFICIENTE DEL TERRENO, C					1,19
(*) NOTA: Se ha supuesto la prolongación del último nivel detectado hasta la profundidad de 30 m bajo la superficie que marca la NCSR-02					
IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN				NORMAL	ESPECIAL
COEFICIENTE ADIMENSIONAL DE RIESGO, ρ				1,0	1,3
COEFICIENTE AMPLIFICACIÓN DEL TERRENO, S				0,949	0,949
ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO				0,066	0,086

La clasificación de los terrenos recogida en la NCSE-02 responde a los siguientes criterios:

- Tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.
- Tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.
- Tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.
- Tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando.

De igual manera hay que comentar que según se especifica en la NCSE-02, en los edificios con sótanos bajo el nivel general de la superficie del terreno, los espesores de las distintas capas para clasificar las condiciones de cimentación deben, normalmente, medirse a partir de la rasante.

2.11 Características del agua

De los ensayos de agresividad realizados sobre las muestras de agua tomadas en el interior de los sondeos, se han obtenido los siguientes parámetros característicos:

PARÁMETRO	S - 4
pH	7.11
Magnesio (mg/l)	35.0
Amonio (mg/l)	0.4
Sulfatos (mg/l)	290.0
CO_2 (mg/l)	0.0
Residuo seco (mg/l)	3.375
Grado Agresividad	Débil
Clase específica de Exposición	Q_a

La clasificación de la agresividad química según se recoge en el artículo 8.2 de la Instrucción de Hormigón estructural EHE permite identificar el "tipo de ambiente" al que va a estar sometido un hormigón estructural. Éste viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto y que pueden provocar su degradación.

Aparte de los procesos ligados a la corrosión de las armaduras, que condicionan las denominadas "clases generales de exposición", en la EHE se establece otra serie de clases específicas de exposición. En especial, las relacionadas con estructuras sometidas a ataque químico (clase Q), se clasifican de acuerdo con los siguientes criterios:

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	Valor del pH	6,5 - 5,5	5,5 – 4,5	< 4,5
	CO_2 agresivo (mg/l)	15 – 40	40 – 100	> 100
	Ión Amonio (mg/l)	15 – 30	30 – 60	> 60
	Ión magnesio (mg/l)	300 – 1.000	1.000 – 3.000	> 3.000
	Ión sulfato (mg/l)	200 – 600	600 – 3.000	> 3.000
	Residuo seco (mg/l)	75 – 150	50 – 75	< 50
SUELO	Grado de acidez Baumann-Gully	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato (mg/kg suelo)	2.000 – 3.000	3.000 – 12.000	> 12.000
(*) Estas condiciones no se dan en la práctica				

3 ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS PLANTEADOS

A la vista de la morfología del sector objeto del reconocimiento, de las litologías detectadas, de las propiedades de los materiales y de la tipología constructiva propuesta hay que mencionar que deberán tenerse en cuenta los principales problemas a los efectos de su diseño y construcción:

- Presencia del nivel freático detectado a una profundidad de unos 5.10 m.

3.1 Parámetros geotécnicos

Para el diseño de estructuras de cimentación y contención, se propone el empleo de los siguientes parámetros geotécnicos, según la denominación de niveles estratigráficos definidos anteriormente:

Nivel	Cohesión sin drenaje C_u (kPa)	Cohesión efectiva c' (kPa)	Ángulo de rozamiento interno ϕ(º)	Peso específico aparente γ (kN/m^3)
2	75	32	20	19.8
3a	-	-	32 (*)	18 (*)
3b	-	-	36 (*)	20 (*)
4	120 (*)	50 (*)	25 (*)	19.5 (*)

(*) Los valores así señalados han sido estimados de manera indirecta en base a los resultados de otras propiedades características del material, debiendo en todo caso ser contrastados por el proyectista como hipótesis de sus compoorbaciones.

Para la adopción del resto de parámetros no deducidos de los ensayos realizados, se propone el empleo de los valores orientativos recogidos en el Documento Básico SE-C "Cimientos" del Código Técnico de la Edificación y en las Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias ROM 0.5-05, que se extractan en las siguientes tablas, respectivamente:

Tabla D.26. Valores orientativos de densidades de suelos

Tipo de suelo	γ_{sat} (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)
Grava	20 – 22	15 – 17
Arena	18 – 20	13 – 16
Limo	18 – 20	14 – 18
Arcilla	16 – 22	14 – 21

Tabla D.27. Propiedades básicas de los suelos

Clase de suelo		Peso especifico aparente (kN/m^3)	Ángulo de rozamiento interno
Terreno natural	Grava	19 – 22	34º - 45º
	Arena	17 – 20	30º - 36º
	Limo	17 – 20	25 – 32º
	Arcilla	15 – 22	16º – 28º
Rellenos	Tierra vegetal	17	25º
	Terraplén	17	30º
	Pedraplén	18	40º

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	k_z (m/s)
Grava limpia	> 10^{-2}
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	10^{-2} – 10^{-5}
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10^{-5} – 10^{-9}
Arcilla	< 10^{-9}

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros (2)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento (ϕ^0)		Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos granulares (1)	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45		100	10^{-2}
		Media	0,35	0	40		50	
		Floja	0,45	0	35		20	
		Muy floja	0,60	0	30		10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) (4)	Densa	0,20	10	40		50	10^{-3}
		Media	0,30	5	35		20	
		Floja	0,40	2	30		10	
		Muy floja	0,60	0	27		5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) (4)	Densa	0,15	20	35		50	10^{-4}
		Media	0,25	10	30		20	
		Floja	0,35	5	27		10	
		Muy floja	0,50	0	25		5	
Rellenos artificiales	Banquetas de todo-uno vertidas y escolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40		10	1
		Muy floja	0,70	0	35		5	
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	40	10^{-6}
		Media	0,60	60	20	25	15	
		Blanda	0,80	20	10	20	7	
		Muy blanda	1	10	0	18	2	
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	50	10^{-8}
		Media	0,50	80	20	23	20	
		Blanda	0,70	40	10	19	5	
		Muy blanda	1	20	0	15	1	

No obstante las propuestas anteriores, es preciso insistir en que los parámetros anteriores que se han deducido directa o indirectamente de las caracterizaciones y ensayos realizados deberán ser convenientemente corregidos (minorados, tratados estadísticamente, etc.) para la selección y determinación final de los valores representativos para el dimensionamiento. En base a ellos podrán obtenerse los valores característicos, tarea que deberá ser realizada por el proyectista en función de la confianza en la obtención de los parámetros (número de ensayos, tipo de ensayo, condiciones, etc.) y de la sensibilidad de la obra a proyectar en los cálculos a cada uno de los parámetros.

4 CARACTERIZACIÓN DE LA EXPLANADA

La caracterización de las explanadas desde el punto de vista de su capacidad portante como soporte de estructuras de firmes de viales, se hace mediante composición de:

- El terreno natural subyacente

- Las propiedades de las distintas capas de materiales de aportación que se disponen sobre el mismo para mejorar sus propiedades en caso necesario

4.1 Clasificación de los materiales

De los análisis realizados en la campaña de reconocimiento se han obtenido los resultados de caracterización que se resumen en la tabla del apartado anterior, correspondientes al nivel 2 de arcillas marrones que afecta a todo el sector.

Un pequeño análisis estadístico de las muestras se resume en la tabla siguiente:

		PROMEDIO	COEFICIENTE VARIACIÓN
IDENTIFICACIÓN			
Granulometría	% pasa tamiz 5	98,9	1,63%
	% pasa tamiz 2	96,7	3,54%
	% pasa tamiz 0,4	94,0	4,91%
	% pasa tamiz 0,08	84,8	12,58%
Plasticidad	Límite líquido	40,2	20,51%
	Límite plástico	18,9	15,90%
	Índice plasticidad	21,3	27,47%
EXPANSIVIDAD			
Hinchamiento libre edómetro (%)		0,73	69,29%
Índice de Colapso (%)		0,02	223,61%
COMPACTACIÓN			
PRÓCTOR NORMAL	Densidad máxima (kN/m³)	16,7	3,72%
	Humedad óptima (%)	15,95	5,14%
PRÓCTOR MODIFICADO	Densidad máxima (KN/m³)	19,2	2,96%
	Humedad óptima (%)	12,33	19,14%
C.B.R.	Índice al 95 % P.N.	0,98	51,62%
	Índice al 100 % P.N.	1,85	59,48%
	Índice al 95 % P.M.	2,45	43,71%
	Hinchamiento (%)	2,22	44,95%
CONTENIDO QUÍMICO			
Sales solubles (%)		0,29	25,47%
Sulfatos (%)		0,00	
Materia orgánica (%)		0,34	35,12%

Atendiendo al criterio usual de considerar como valor de referencia para la uniformidad el coeficiente de variación de la densidad máxima del ensayo próctor, es posible afirmar que los suelos son bastante homogéneos a los efectos de su caracterización para el dimensionamiento de firmes.

4.1.1 Según el PG-3

Desde el punto de vista del artículo 330 "Terraplenes" del Pliego de Prescripciones Técnicas generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, los materiales analizados pueden clasificarse conforme a la siguiente tabla:

	SUELOS MARGINALES	SUELOS TOLERABLES	SUELOS ADECUADOS	SUELOS SELECCIONADOS	
Materia orgánica (UNE 103 204)	< 5 %	< 2 %	< 1 %	< 0,2 %	
Sales solubles (NLT 114-115)		Yeso < 5 % Otras sales < 1 %	< 0,2 %	< 0,2 %	
Granulometría (UNE 103 101)			$D_{máx}$ < 100 mm Pasa # 2 < 80 % Pasa # 0,08<35 %	$D_{máx}$ < 100 mm ALTERNATIVAMENTE	Pasa # 0,40<15 % Pasa # 2< 80 % Pasa # 0,40<75 % Pasa # 0,08<25 %
Plasticidad (UNE 103 103/104)	Si LL > 90 → IP < 0,73(LL-20)	LL < 65 Si LL > 40 → IP > 0,73(LL-20)	LL < 40 Si LL>30 → IP> 4		LL < 30 IP < 10
Colapso (NLT 254) *		Asiento < 1 %			
Hinchamiento (UNE 103 601) *	< 5 %	< 3 %			

** Sobre muestras remoldeadas según el ensayo próctor normal*

Según esto, se deduce que todos los materiales analizados tienen la clasificación de SUELOS TOLERABLES, fundamentalmente condicionada por su proporción de finos, plasticidad y por su contenido en sales solubles.

4.1.2 Según la instrucción de firmes de Andalucía

Atendiendo a la clasificación de materiales recogida en la Instrucción para el Diseño de Firmes de la red de Carreteras de Andalucía (OC 1/99), según se deduce de la siguiente tabla la clasificación de los niveles también es idéntica a la mencionada, SUELOS TOLERABLES.

SIMBOLO	DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple las condiciones de los demás tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE
S00	SUELO MARGINAL (*)	75% < 15 cm LL < 90 (o si LL ≥ 90 IP < 0.73 (LL-20)) M.O. < 5% S.S. < 20%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTO, EROSIONABILIDAD) NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	NO UTILIZABLE
S0	SUELO TOLERABLE (*)	75% < 15 cm LL < 30 (o si 30 < LL ≤ 65 IP ≥ 0.73 (LL-20)) M.O. < 2% S.S. < 5%	CBR ≥ 3 HINCHAMIENTO < 3% NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	NO UTILIZABLE
S1	SUELO ADECUADO (*)	100 % < 10 cm PASA # 0.08 < 35% LL < 30 (o si 30 < LL ≤ 40 IP ≥ 0.73 (LL-20)) M.O. < 1% S.S. < 0.2%	(1) CBR ≥ 3 HINCHAMIENTO < 3%	CBR ≥ 5 HINCHAMIENTO < 3% SOLO UTILIZABLE SOBRE SUELO INADECUADO, MARGINAL O TOLERABLE
S2	SUELO SELECCIONADO TIPO 2 (**)	100% < 10 cm PASA # 20 > 70% PASA # 2 < 80% PASA # 0.080 < 25% LL < 30 M.O. < 0.2% S.S. < 0.2%	(2) CBR ≥ 3 HINCHAMIENTO < 1%	CBR ≥ 10 HINCHAMIENTO < 1%

4.1.3 Capacidad portante de los materiales

Tanto en el caso de la instrucción andaluza, para el cálculo analítico, como en el de la estatal, para las limitaciones de empleo, es preciso conocer la capacidad portante en términos de CBR de los materiales existentes.

Analizando los resultados obtenidos de los ensayos se deducen las siguientes conclusiones:

- Los materiales que van a constituir el apoyo de los terraplenes a ejecutar son suelos arcillosos, con un estado natural caracterizado por una humedad media del 19,9% y un peso específico aparente de 19,8 kN/m3, lo que proporciona un valor del peso específico seco de 16,5 kN/m3.

- Este valor está cerca de la densidad máxima del ensayo próctor normal media obtenida, de 16,7 kN/m3.

- Por tanto, es posible prever la capacidad portante del terreno natural subyacente a partir de esta situación. Dado el tipo de suelos y su estado de humedad, por encima de la óptima, no cabe pensar en un grado de compactación mayor pues se requeriría un secado adicional.

- Por ello se adoptará como CBR representativo el valor medio de los obtenidos para el 100% de la densidad máxima del próctor normal, que se establecería como criterio de compactación.

- Dicho valor es un CBR de 1,85. Se entiende este valor suficientemente representativo a los efectos del cálculo.

4.1.4 Características del sustrato no reconocido

Dado que se ha detectado una profundidad del nivel 2 superior a 4 metros, y que de la información deducida de los ensayos de penetración, en los que se aprecia un incremento de los golpeos continuo con la profundidad, cabe esperar que la capacidad portante de los materiales no reconocidos no sea inferior a la de los analizados.

4.2 Clasificación y definición de la explanada

La clasificación de las "explanadas", o conjunto de capas de soporte de la estructura de firme suele realizarse en categorías, determinadas según el módulo de compresibilidad obtenido en el ensayo de carga con placa.

Según se aplique la Instrucción 6.1 IC o el programa ICAFIR, la clasificación se obtiene con valores sensiblemente diferentes:

INSTRUCCIÓN 6.1 IC		**ICAFIR**	
DENOMINACIÓN	Ev_2 (MPa)	DENOMINACIÓN	E_e (MPa)
E1	≥ 60	BAJA	≥ 60
E2	≥ 120	MEDIA	≥ 100
E3	≥ 300	ALTA	≥ 160

En el caso de la 6.1 IC la definición de la explanada se obtiene a partir de unas composiciones prefijadas de suelos, mientras que en ICAFIR el diseño se hace analíticamente con mayor libertad en su definición.

En base a la información obtenida, y dado que el terreno natural subyacente no es suficiente por sí mismo para constituir una explanada apta para resistir las solicitaciones del firme de un vial, se hace necesario plantear una mejora del terreno para alcanzar dicha capacidad.

4.2.1 Según la instrucción 6.1 IC

El catálogo de secciones que permite clasificar y componer explanadas en la Instrucción del Ministerio de Fomento se rige fundamentalmente por la siguiente tabla:

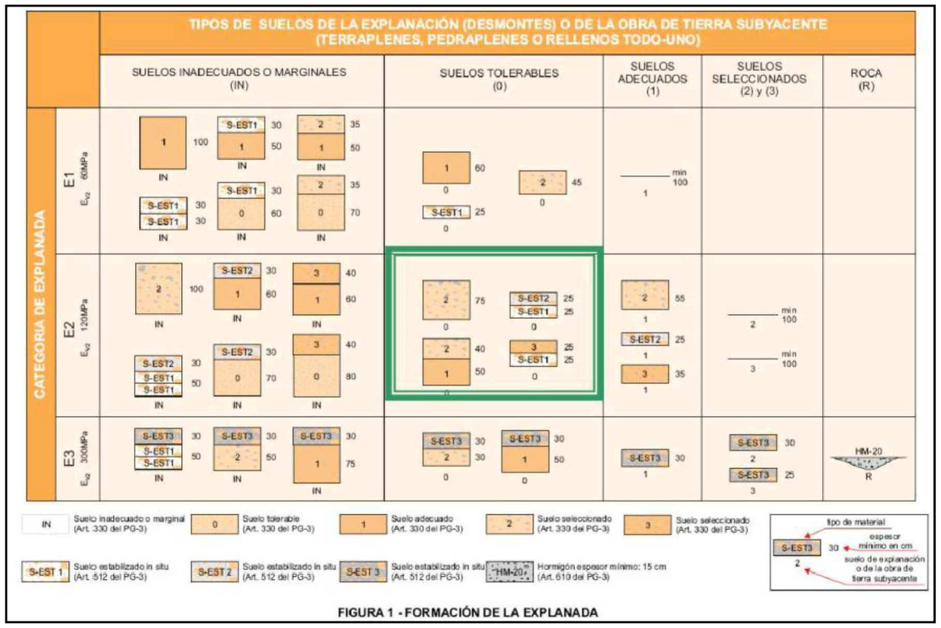


FIGURA 1 - FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Dado que para el proyecto se ha apuntado la selección de una explanada tipo E2, de esta tabla es fácil deducir que con suelos tolerables es posible obtener una composición factible tanto a partir de la aportación de materiales granulares como de la posible estabilización del material existente.

Además, hay que tener en cuenta que el material detectado no satisface los requisitos de CBR del suelo tolerable para actuar como cimiento de terraplén (CBR>3). Por todo ello, se propone complementar esta estimación con el cálculo analítico a través de ICAFIR.

4.3 OTRAS CONSIDERACIONES

Finalmente, en relación al dimensionamiento y materiales previstos sobre los que se ha realizado la comprobación analítica, hay que exponer las siguientes consideraciones adicionales:

- Los materiales a emplear deberán ajustarse a las condiciones establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3, en especial a los artículos:

o 330 Terraplenes

o 510 Zahorras

o 512 Suelo estabilizados in situ

o 542 Mezclas bituminosas en caliente

- Se respetarán las prescripciones adicionales. En especial se asegurará:

o Que la compactación del fondo de excavación permite obtener el CBR mínimo considerado para el terreno natural (100 % PN).

- Se debe eliminar por completo la capa de tierra vegetal y cualquier relleno que no satisfaga las condiciones evaluadas en el terreno natural.

- De igual manera deberán desecharse los rellenos heterogéneos o aquéllos cuyas condiciones de vertido o consolidación no aseguren un adecuado comportamiento mecánico.

- Si bien no se ha detectado la presencia de agua en las calicatas realizadas, se verificará en el momento de la obra que el nivel freáticono queda a menos de 1,40 metros de la superficie de coronación de la explanada.

- Se asegurará el correcto funcionamiento de las mezclas bituminosas con la disposición de los correspondientes riegos de imprimación y adherencia, conforme a los artículos 530 y 531 del PG-3.

- La selección de los materiales para las distintas capas de mezcla bituminosa se realizará con las prescripciones adicionales de la Instrucción 6.1 IC sobre Secciones de Firme del Ministerio de Fomento, amén de las exigidas en el PG-3.

- Cualquier cambio en las hipótesis de tráfico o materiales investigados deberá ponerse en cuestión sobre las comprobaciones realizadas por si procede la modificación de la estructura del firme a ejecutar.

- El firme proyectado deberá complementarse de las medidas de drenaje longitudinal y transversal precisas para asegurar, desde este punto de vista, que el comportamiento de los materiales no se ve alterado por excesos de humedad.

- Finalmente hay que comentar que en el presente estudio no se han contemplado otras consideraciones secundarias (tráficos especiales, esfuerzos horizontales en rampas y zonas de maniobra, zonas de aparcamiento, etc.) de especial incidencia en los firmes de obras de urbanización que, en todo caso, deberán analizarse por parte del equipo redactor del proyecto.

Hay que mencionar que todos los datos y cálculos incluidos en el presente informe se deducen de los reconocimientos puntuales realizados al efecto según los criterios aceptados y la normativa vigente. No obstante, el hecho de que los mencionados reconocimientos sean muestras puntuales en el tiempo y el espacio, hace preciso establecer las debidas precauciones ante las posibles irregularidades, heterogeneidades y variaciones que pueden detectarse de forma natural en los materiales analizados, tanto en el subsuelo como en el agua freática. Por ello, es preciso que al inicio de las excavaciones y antes de proceder a la realización de la estructura del firme, se compruebe visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo se corresponde con las previsiones aquí incluidas.

APÉNDICES:

1: UBICACIÓN DE TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO Y PERFIL GEOTÉCNICO

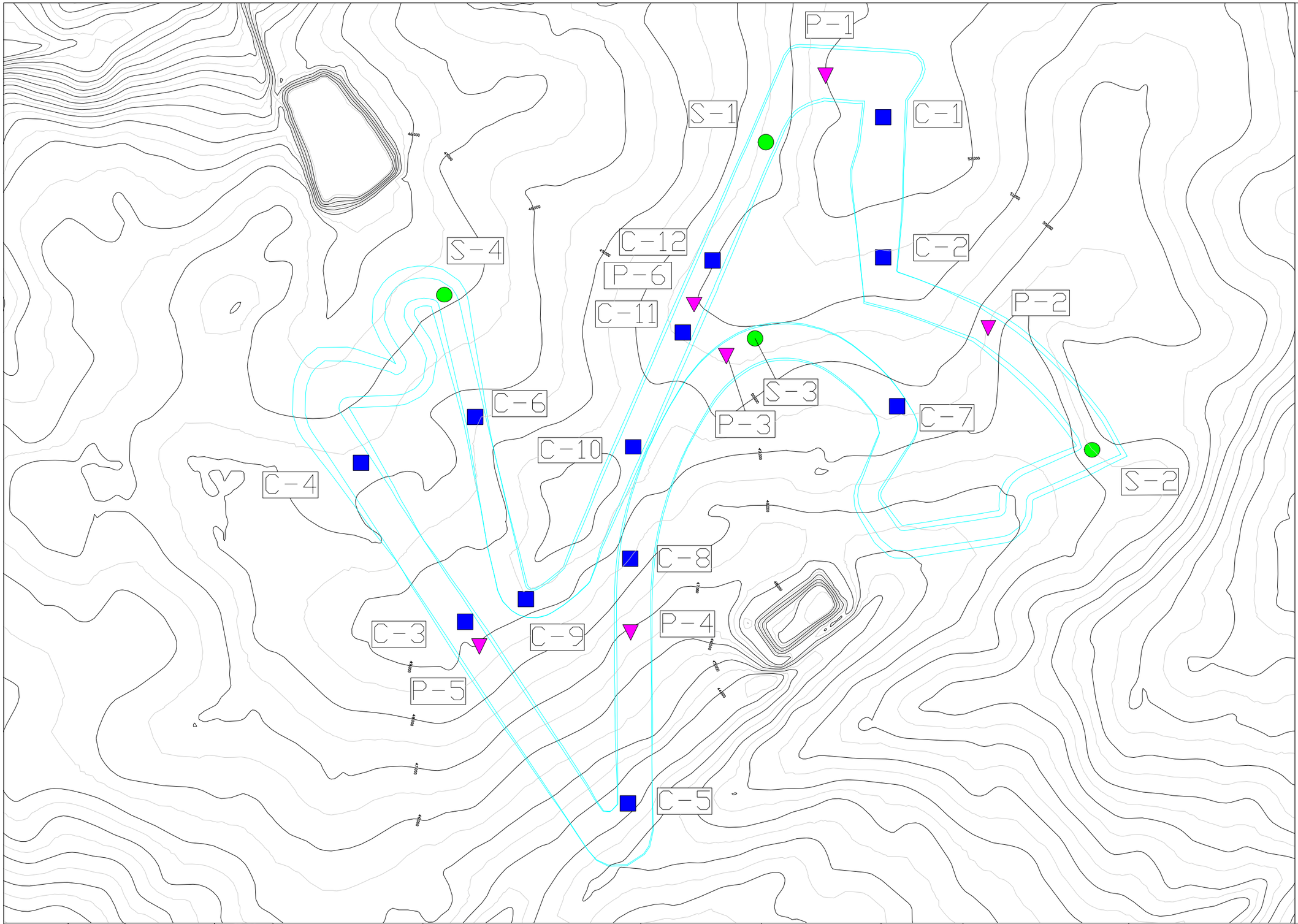
2: LEVANTAMIENTO DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS DE LOS MISMOS

3: PRUEBAS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

4: LEVANTAMIENTO DE LAS CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS DE LAS MISMAS

5: ENSAYOS DE LABORATORIO

APÉNDICE 1:
UBICACIÓN DE TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO Y PERFIL GEOTÉCNICO



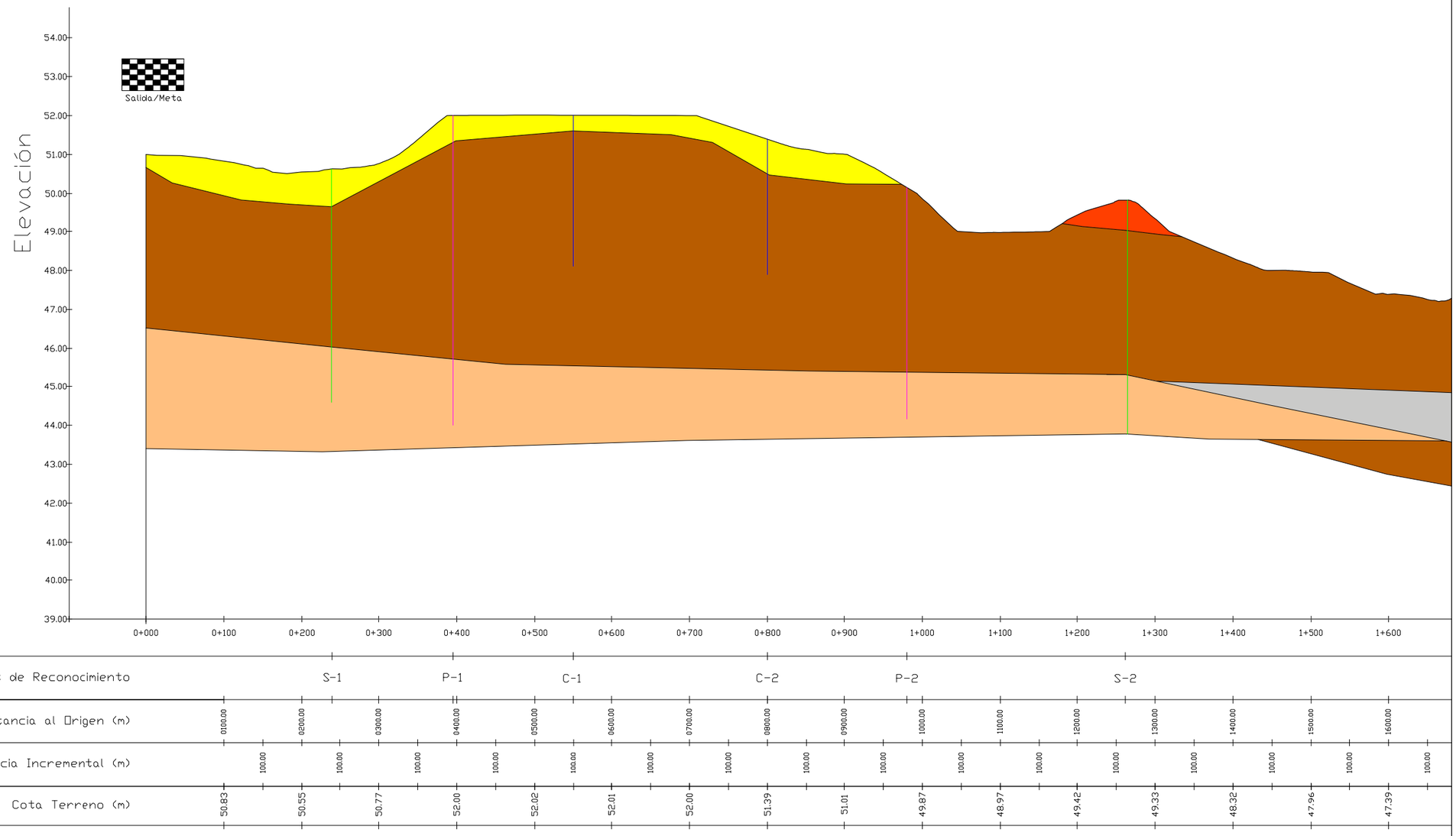
NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Sondeos
- Calicatas
- Ensayos penetrométricos

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO GEOTÉCNICO	SUBTÍTULO DEL PLANO: UBICACIÓN DE RECONOCIMIENTOS	ESCALA 1:3000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN ANEJO 06	NUMERACIÓN HOJA 1/4



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

Leyenda:

- Sondeos
- Calicatas
- Ensayos penetrométricos

Materiales:

- Tierra vegetal
- Arcilla gris
- Arcilla rojiza
- Arcilla marrón
- Arena marrón
- Grava marrón
- Grava rojiza

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

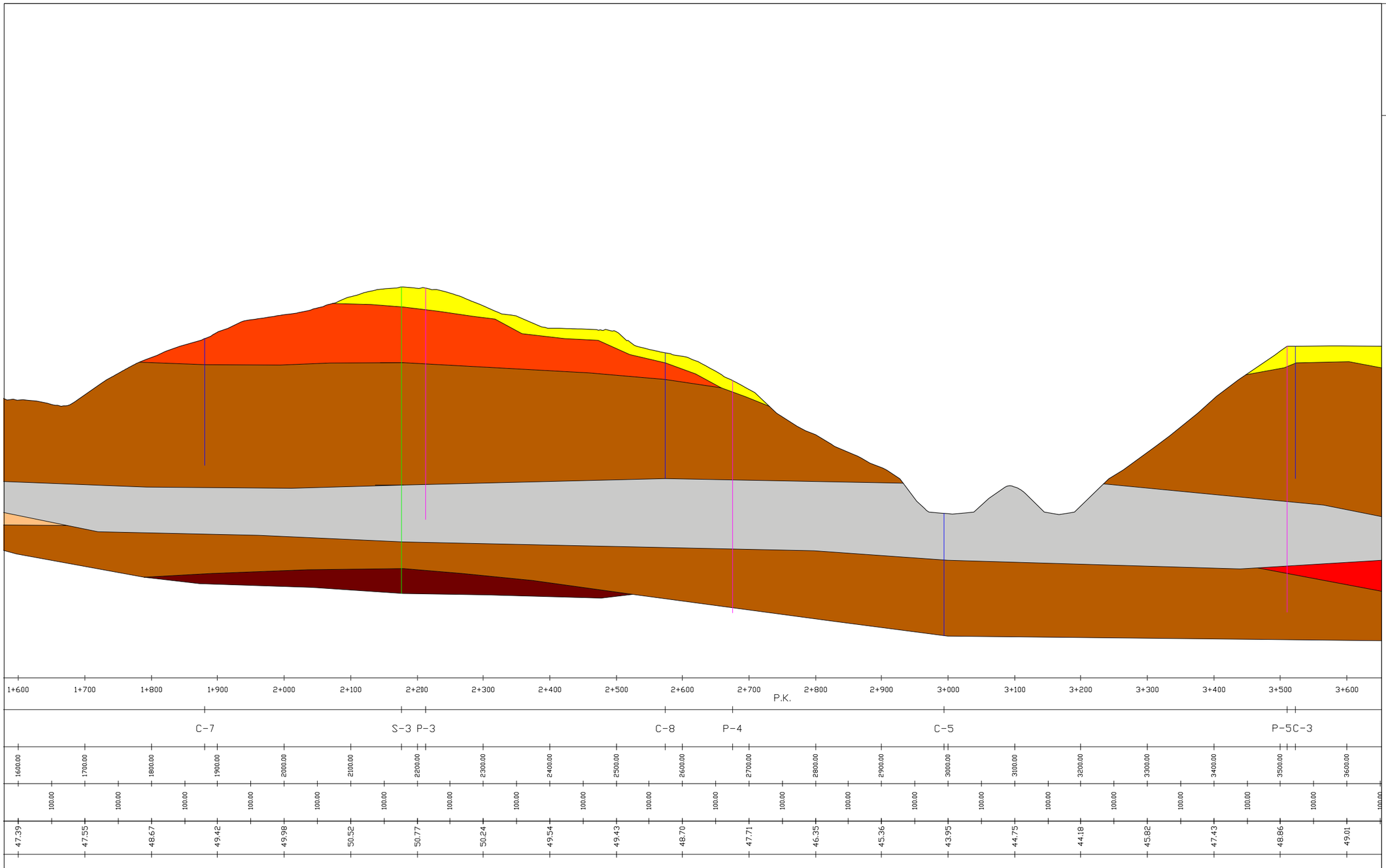
FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO GEOTÉCNICO

SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL GEOTÉCNICO I

ESCALA: 1:3000, ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN: ANEJO 06, HOJA 2/4



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

Leyenda:

- Sondeos
- Calicatas
- Ensayos penetrométricos

Materiales:

- Tierra vegetal
- Arcilla gris
- Arcilla rojiza
- Arcilla marrón
- Arena marrón
- Grava marrón
- Grava rojiza

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO GEOTÉCNICO

SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL GEOTÉCNICO II

ESCALA: 1:3000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

ANEJO	HOJA
06	3/4

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

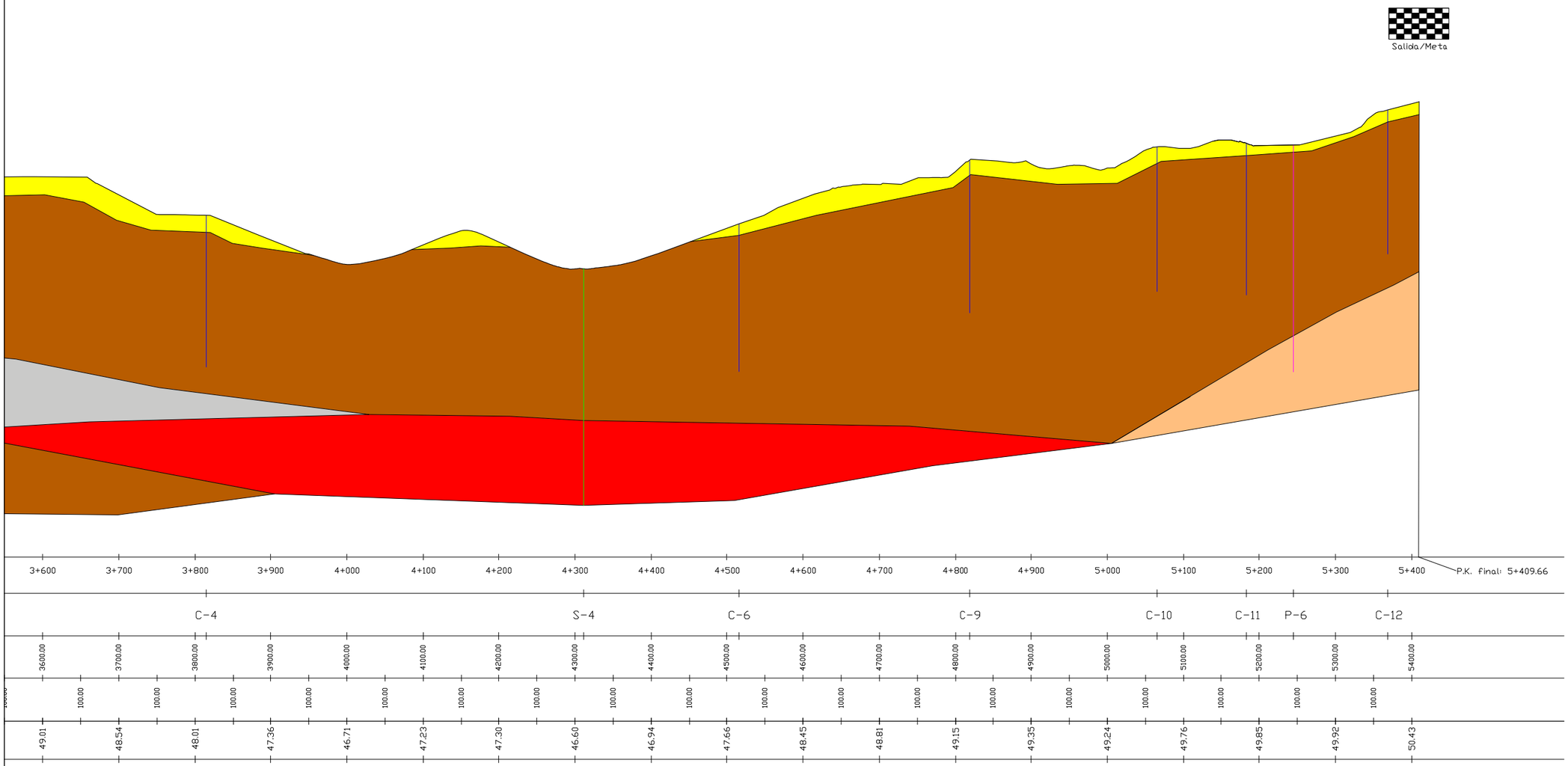
Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

Leyenda:

- Sondeos
- Calicatas
- Ensayos penetrométricos

Materiales:

- Tierra vegetal
- Arcilla gris
- Arcilla rojiza
- Arcilla marrón
- Arena marrón
- Grava marrón
- Grava rojiza



MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: JUNIO 2017	TÍTULO DEL PLANO: ESTUDIO GEOTÉCNICO	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL GEOTÉCNICO III	ESCALA: 1:3000, ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN: ANEJO 06	NUMERACIÓN: HOJA 4/4

APÉNDICE 2:
LEVANTAMIENTO DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS DE LOS MISMOS

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha Inicio 11/02/13 Fecha Final 11/02/13

SONDEO **S-1**
FOLIO 1/1

Escala 1:80	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T. (10 20 30 40)	N s.p.t.
1		B86	1.00		Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con indicios de grava. - Presencia de raíces.				
2			2.00		Arcilla marrón con elevado contenido en carbonato pulverulento.		2.00 **MI-1** 2.60	2.60 3.05	11
3					Arcilla limosa marrón con lentes blanquecinas.				
4			4.60						
5					Arena limosa marrón clara.		5.00 **MI-2** 5.60	5.60 6.05	23
6			6.05						
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

TUBERIA PIEZOMETRICA:Sí
MUESTRA DE AGUA:No
SONDISTA: Eduardo Ivanyuk
SONDA: Tecoinsa TP 50/400
FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO:
TECNICO RESPONSABLE:Mª del Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayos realizados según las Normas:

ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras)

UNE 103800:1992 (SPT)

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
LE071-SE-05

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha Inicio 08/02/13 Fecha Final 08/02/13

SONDEO **S-2**
FOLIO 1/1

Escala 1:80	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T. (10 20 30 40)	N s.p.t.
1		B101	0.80		Arcilla marrón rojiza con presencia de raíces finas.		1.50 **MI-1** 2.10	2.10 2.55	14
2					Arcilla marrón clara con elevado contenido en carbonato duro y pulverulento.				
3									
4			4.50						
5			4.80		Arena arcillosa marrón.		5.00 **MI-2** 5.60	5.60 6.05	18
6			6.05		Arena suelta marrón.				
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

TUBERIA PIEZOMETRICA:Sí
MUESTRA DE AGUA:No
SONDISTA: Eduardo Ivanyuk
SONDA: Tecoinsa TP 50/400
FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO:
TECNICO RESPONSABLE:Mª del Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayos realizados según las Normas:

ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras)

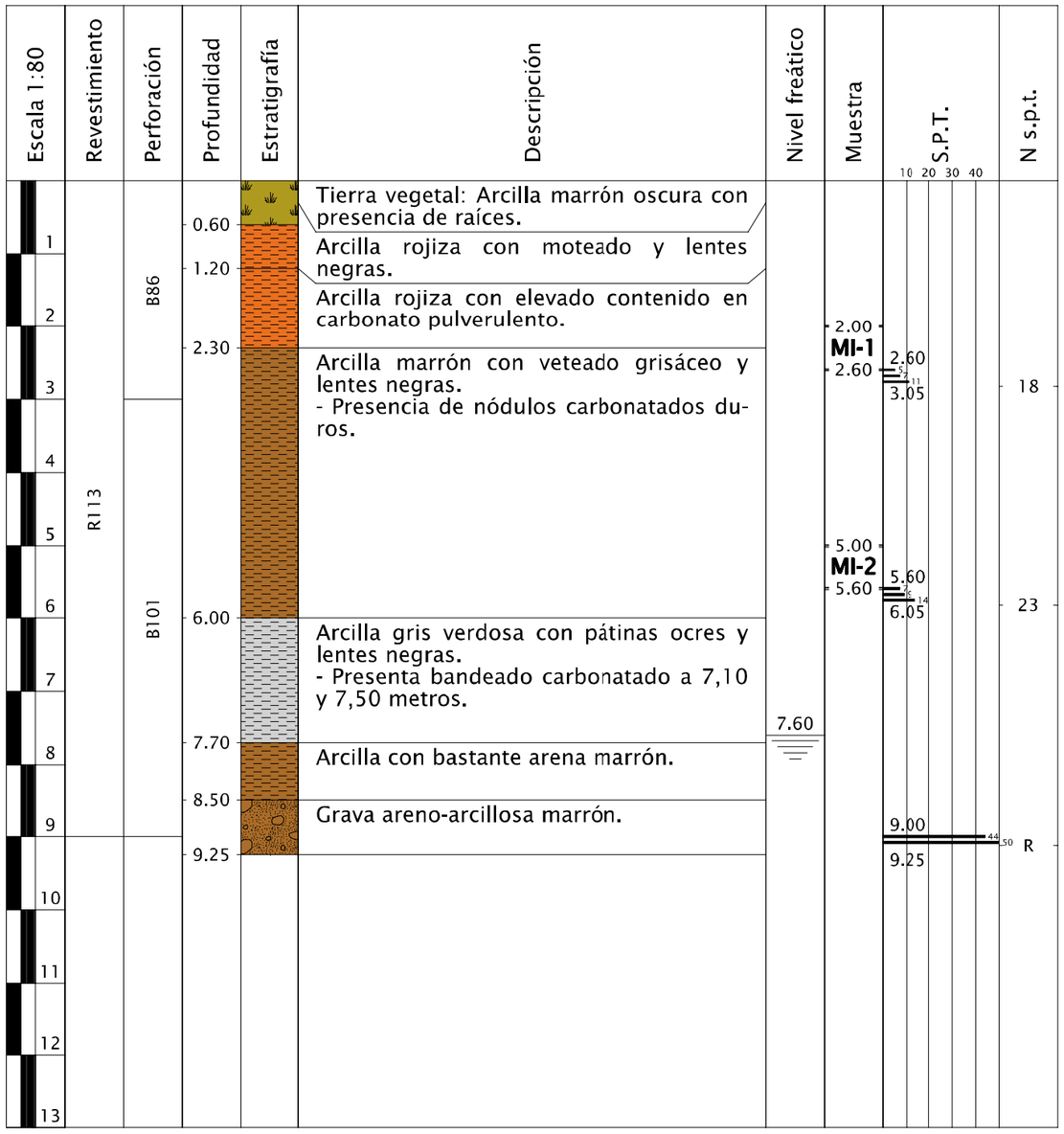
UNE 103800:1992 (SPT)

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
LE071-SE-05

elabora

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha Inicio 11/02/13 Fecha Final 11/02/13

SONDEO **S-3**
FOLIO 1/1



TUBERIA PIEZOMETRICA:Sí
MUESTRA DE AGUA:No
SONDISTA: Eduardo Ivanyuk
SONDA: Tecoinsa TP 50/400
FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO:15/03/13
TECNICO RESPONSABLE:Mª del Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayos realizados según las Normas:

ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras)

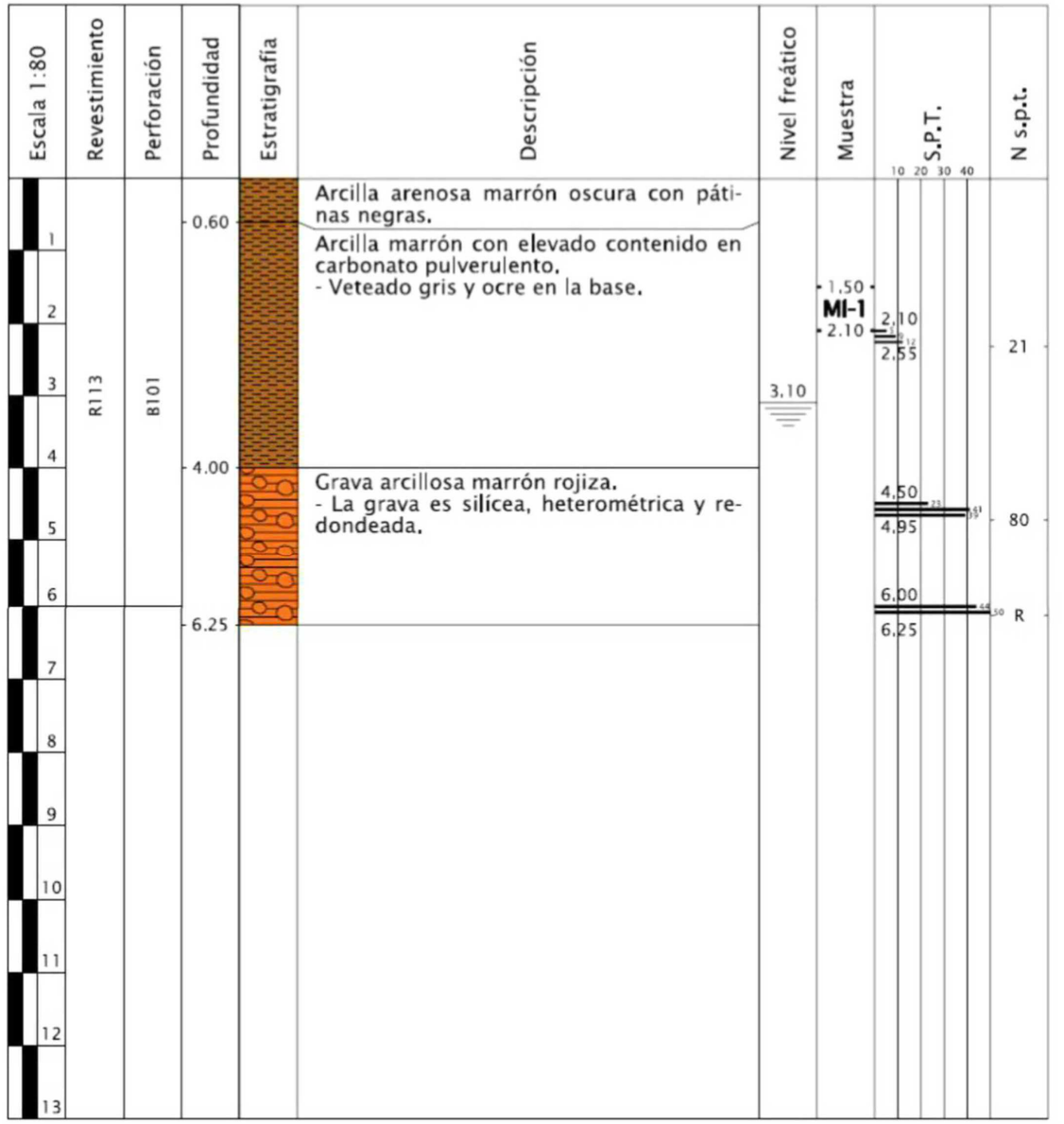
UNE 103800:1992 (SPT)

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
LE071-SE-05

elabora

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha Inicio 08/02/13 Fecha Final 08/02/13

SONDEO **S-4**
FOLIO 1/1



TUBERIA PIEZOMETRICA:Sí
MUESTRA DE AGUA:No
SONDISTA: Eduardo Ivanyuk
SONDA: Tecoinsa TP 50/400
FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO:15/03/13
TECNICO RESPONSABLE:Mª del Rocio Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayos realizados según las Normas:

ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras)

UNE 103800:1992 (SPT)

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucia
LE071-SE-05

6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
SEVILLA

SONDEO 1

Camión sondeo

Caja 1 (0,00-3,05)

Caja 2 (3,05-6,05)

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
SEVILLA

SONDEO 2

Camión sondeo

Caja 1 (0,00-3,00)

Caja 2 (3,00-6,05)

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
SEVILLA

SONDEO 3

Camión sondeo

Caja 1 (0,00-3,05)

Caja 2 (3,05-6,05)

Caja 3 (6,00-9,25)

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
SEVILLA

SONDEO 4

Camión sondeo

Caja 1 (0,00-3,00)

Caja 2 (3,00-6,25)

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

APÉNDICE 3:
PRUEBAS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

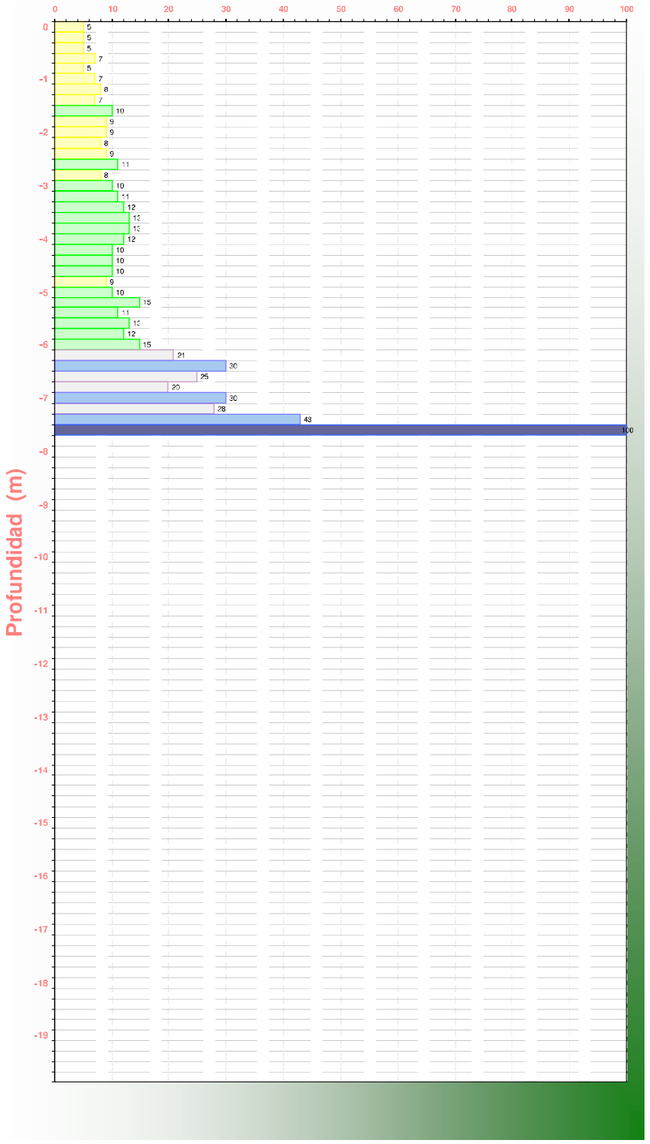
elabora

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH-B (UNE-EN ISO 22476-2)

Peticionario:	JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE	**Fecha:**	15/03/2013
Obra:	6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03		
Situación:	SEVILLA	**P-1**	
Equipo	PENETRÓMETRO DINAMICO TECOINSA TP-05		
Operador:	EDUARDO IVANYUK		
Responsable técnico:	Mª DEL ROCIO AHUMADA RIVAS		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0.2	5	10.2	
0.4	5	10.4	
0.6	5	10.6	
0.8	7	10.8	
1	5	11.0	
1.2	7	11.2	
1.4	8	11.4	
1.6	7	11.6	
1.8	10	11.8	
2	9	12.0	
2.2	9	12.2	
2.4	8	12.4	
2.6	9	12.6	
2.8	11	12.8	
3	8	13.0	
3.2	10	13.2	
3.4	11	13.4	
3.6	12	13.6	
3.8	13	13.8	
4	13	14.0	
4.2	12	14.2	
4.4	10	14.4	
4.6	10	14.6	
4.8	10	14.8	
5	9	15.0	
5.2	10	15.2	
5.4	15	15.4	
5.6	11	15.6	
5.8	13	15.8	
6	12	16.0	
6.2	15	16.2	
6.4	21	16.4	
6.6	30	16.6	
6.8	25	16.8	
7	20	17.0	
7.2	30	17.2	
7.4	28	17.4	
7.6	43	17.6	
7.8	100	17.8	
8		18.0	
8.2		18.2	
8.4		18.4	
8.6		18.6	
8.8		18.8	
9		19.0	
9.2		19.2	
9.4		19.4	
9.6		19.6	
9.8		19.8	
10		20.0	

Golpeo (cada 20 cm)



Profundidad alcanzada(m):	7.71
Alcance de rechazo	7.71

Observaciones:

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

elabora

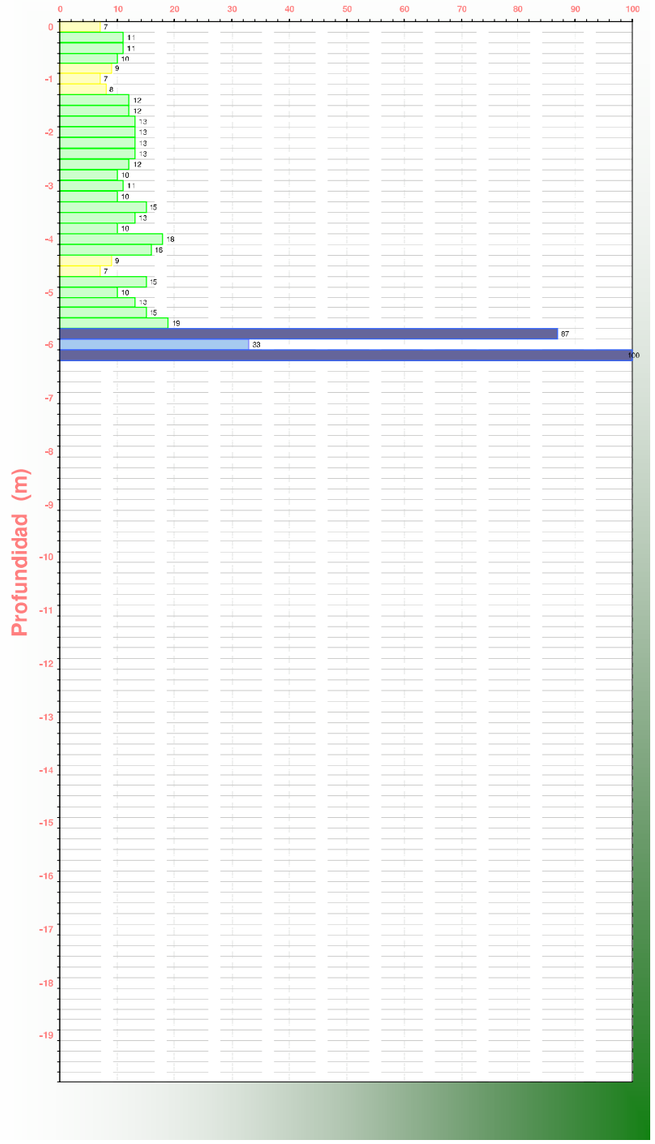
elabora

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH-B (UNE-EN ISO 22476-2)

Peticionario:	JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE	**Fecha:**	15/03/2013
Obra:	6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03		
Situación:	SEVILLA	**P-2**	
Equipo	PENETRÓMETRO DINAMICO TECOINSA TP-05		
Operador:	EDUARDO IVANYUK		
Responsable técnico:	Mª DEL ROCIO AHUMADA RIVAS		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0.2	7	10.2	
0.4	11	10.4	
0.6	11	10.6	
0.8	10	10.8	
1	9	11.0	
1.2	7	11.2	
1.4	8	11.4	
1.6	12	11.6	
1.8	12	11.8	
2	13	12.0	
2.2	13	12.2	
2.4	13	12.4	
2.6	13	12.6	
2.8	12	12.8	
3	10	13.0	
3.2	11	13.2	
3.4	10	13.4	
3.6	15	13.6	
3.8	13	13.8	
4	10	14.0	
4.2	18	14.2	
4.4	16	14.4	
4.6	9	14.6	
4.8	7	14.8	
5	15	15.0	
5.2	10	15.2	
5.4	13	15.4	
5.6	15	15.6	
5.8	19	15.8	
6	87	16.0	
6.2	33	16.2	
6.4	100	16.4	
6.6		16.6	
6.8		16.8	
7		17.0	
7.2		17.2	
7.4		17.4	
7.6		17.6	
7.8		17.8	
8		18.0	
8.2		18.2	
8.4		18.4	
8.6		18.6	
8.8		18.8	
9		19.0	
9.2		19.2	
9.4		19.4	
9.6		19.6	
9.8		19.8	
10		20.0	

Golpeo (cada 20 cm)



Profundidad alcanzada(m):	6.34
Alcance de rechazo	6.34

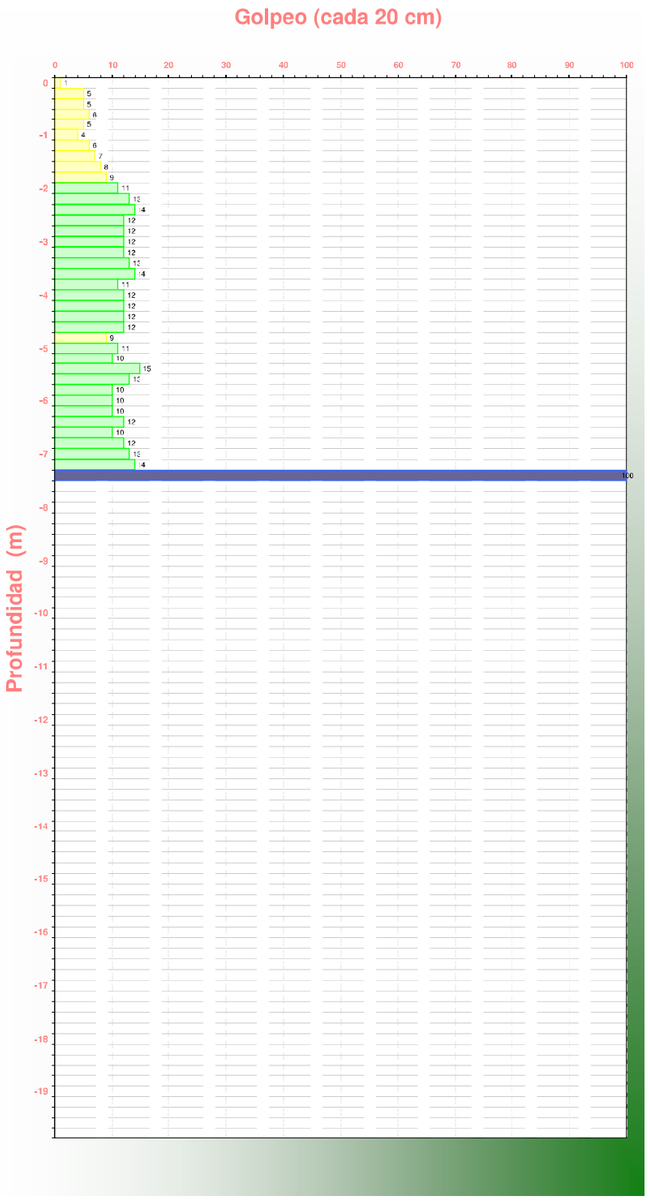
Observaciones:

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

elabora

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH-B (UNE-EN ISO 22476-2)			
Peticionario:	JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE	Fecha:	15/03/2013
Obra:	6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03		
Situación:	SEVILLA	P-3	
Equipo	PENETRÓMETRO DINÁMICO TECOINSA TP-05		
Operador:	EDUARDO IVANYUK		
Responsable técnico:	Mª DEL ROCÍO AHUMADA RIVAS		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0.2	1	10.2	
0.4	5	10.4	
0.6	5	10.6	
0.8	6	10.8	
1	5	11.0	
1.2	4	11.2	
1.4	6	11.4	
1.6	7	11.6	
1.8	8	11.8	
2	9	12.0	
2.2	11	12.2	
2.4	13	12.4	
2.6	14	12.6	
2.8	12	12.8	
3	12	13.0	
3.2	12	13.2	
3.4	12	13.4	
3.6	13	13.6	
3.8	14	13.8	
4	11	14.0	
4.2	12	14.2	
4.4	12	14.4	
4.6	12	14.6	
4.8	12	14.8	
5	9	15.0	
5.2	11	15.2	
5.4	10	15.4	
5.6	15	15.6	
5.8	13	15.8	
6	10	16.0	
6.2	10	16.2	
6.4	10	16.4	
6.6	12	16.6	
6.8	10	16.8	
7	12	17.0	
7.2	13	17.2	
7.4	14	17.4	
7.6	100	17.6	
7.8		17.8	
8		18.0	
8.2		18.2	
8.4		18.4	
8.6		18.6	
8.8		18.8	
9		19.0	
9.2		19.2	
9.4		19.4	
9.6		19.6	
9.8		19.8	
10		20.0	



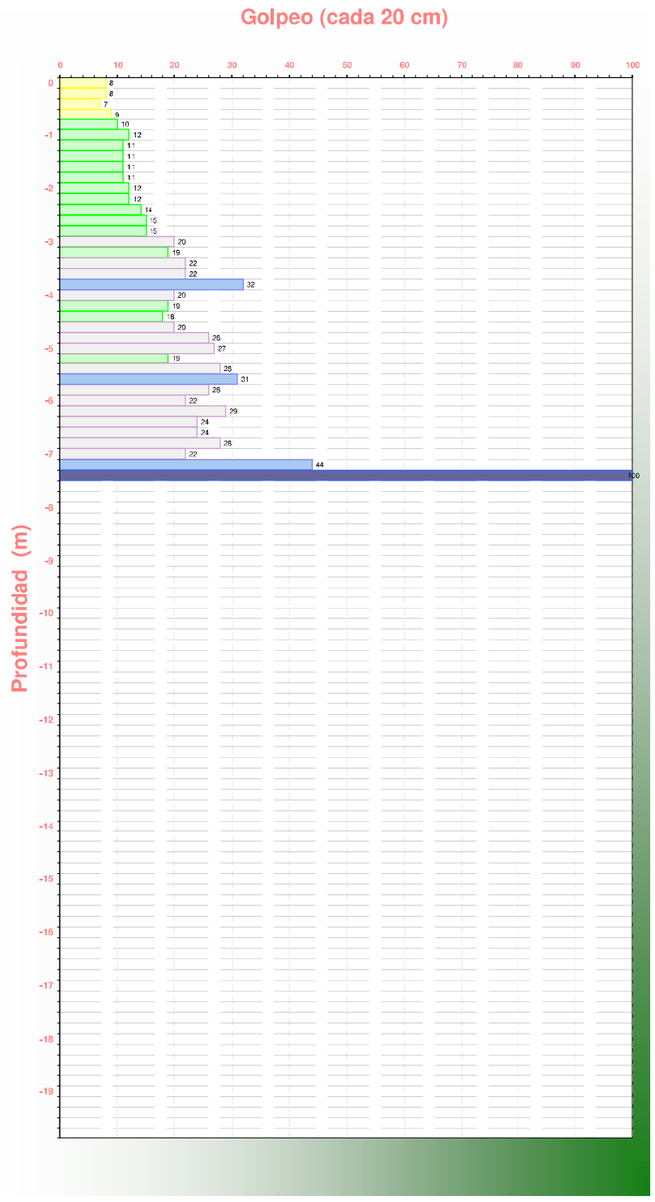
Profundidad alcanzada(m):	7.59
Alcance de rechazo	7.59

Observaciones:

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH-B (UNE-EN ISO 22476-2)			
Peticionario:	JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE	Fecha:	15/03/2013
Obra:	6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03		
Situación:	SEVILLA	P-4	
Equipo	PENETRÓMETRO DINÁMICO TECOINSA TP-05		
Operador:	EDUARDO IVANYUK		
Responsable técnico:	Mª DEL ROCÍO AHUMADA RIVAS		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0.2	8	10.2	
0.4	8	10.4	
0.6	7	10.6	
0.8	9	10.8	
1	10	11.0	
1.2	12	11.2	
1.4	11	11.4	
1.6	11	11.6	
1.8	11	11.8	
2	11	12.0	
2.2	12	12.2	
2.4	12	12.4	
2.6	14	12.6	
2.8	15	12.8	
3	15	13.0	
3.2	20	13.2	
3.4	19	13.4	
3.6	22	13.6	
3.8	22	13.8	
4	32	14.0	
4.2	20	14.2	
4.4	19	14.4	
4.6	18	14.6	
4.8	20	14.8	
5	26	15.0	
5.2	27	15.2	
5.4	19	15.4	
5.6	28	15.6	
5.8	31	15.8	
6	26	16.0	
6.2	22	16.2	
6.4	29	16.4	
6.6	24	16.6	
6.8	24	16.8	
7	28	17.0	
7.2	22	17.2	
7.4	44	17.4	
7.6	100	17.6	
7.8		17.8	
8		18.0	
8.2		18.2	
8.4		18.4	
8.6		18.6	
8.8		18.8	
9		19.0	
9.2		19.2	
9.4		19.4	
9.6		19.6	
9.8		19.8	
10		20.0	



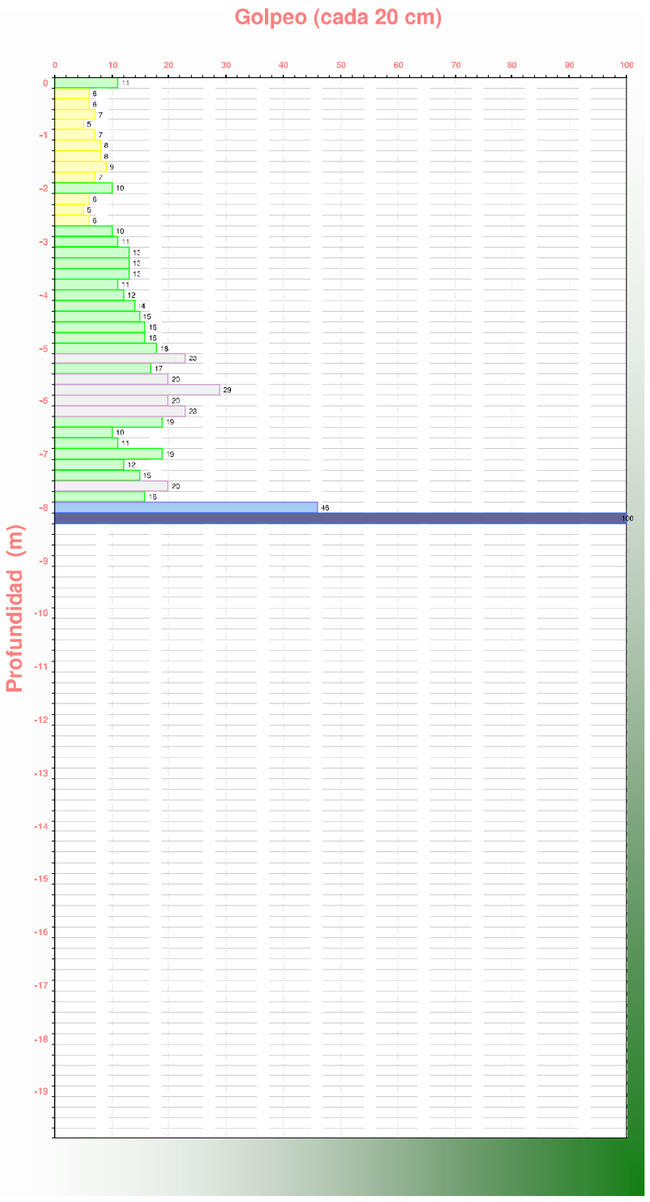
Profundidad alcanzada(m):	7.55
Alcance de rechazo	7.55

Observaciones:

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH-B (UNE-EN ISO 22476-2)			
Peticionario:	JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE	Fecha:	27/02/2013
Obra:	6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03		
Situación:	SEVILLA	P-5	
Equipo	PENETRÓMETRO DINAMICO TECOINSA TP-05		
Operador:	EDUARDO IVANYUK		
Responsable técnico:	Mª DEL ROCIO AHUMADA RIVAS		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0.2	11	10.2	
0.4	6	10.4	
0.6	6	10.6	
0.8	7	10.8	
1	5	11.0	
1.2	7	11.2	
1.4	8	11.4	
1.6	8	11.6	
1.8	9	11.8	
2	7	12.0	
2.2	10	12.2	
2.4	6	12.4	
2.6	5	12.6	
2.8	6	12.8	
3	10	13.0	
3.2	11	13.2	
3.4	13	13.4	
3.6	13	13.6	
3.8	13	13.8	
4	11	14.0	
4.2	12	14.2	
4.4	14	14.4	
4.6	15	14.6	
4.8	16	14.8	
5	16	15.0	
5.2	18	15.2	
5.4	23	15.4	
5.6	17	15.6	
5.8	20	15.8	
6	29	16.0	
6.2	20	16.2	
6.4	23	16.4	
6.6	19	16.6	
6.8	10	16.8	
7	11	17.0	
7.2	19	17.2	
7.4	12	17.4	
7.6	15	17.6	
7.8	20	17.8	
8	16	18.0	
8.2	46	18.2	
8.4	100	18.4	
8.6		18.6	
8.8		18.8	
9		19.0	
9.2		19.2	
9.4		19.4	
9.6		19.6	
9.8		19.8	
10		20.0	



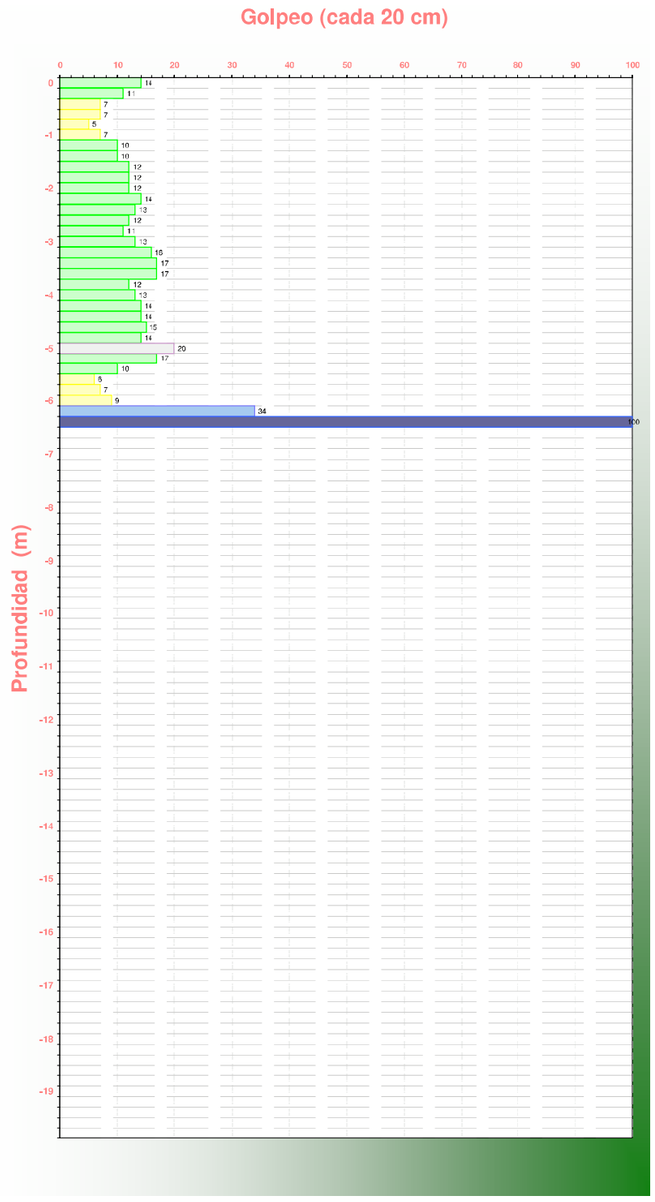
Profundidad alcanzada(m):	8.25
Alcance de rechazo	8.25

Observaciones:

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH-B (UNE-EN ISO 22476-2)			
Peticionario:	JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE	Fecha:	15/03/2013
Obra:	6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03		
Situación:	SEVILLA	P-6	
Equipo	PENETRÓMETRO DINAMICO TECOINSA TP-05		
Operador:	EDUARDO IVANYUK		
Responsable técnico:	Mª DEL ROCIO AHUMADA RIVAS		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0.2	14	10.2	
0.4	11	10.4	
0.6	7	10.6	
0.8	7	10.8	
1	5	11.0	
1.2	7	11.2	
1.4	10	11.4	
1.6	10	11.6	
1.8	12	11.8	
2	12	12.0	
2.2	12	12.2	
2.4	14	12.4	
2.6	13	12.6	
2.8	12	12.8	
3	11	13.0	
3.2	13	13.2	
3.4	16	13.4	
3.6	17	13.6	
3.8	17	13.8	
4	12	14.0	
4.2	13	14.2	
4.4	14	14.4	
4.6	14	14.6	
4.8	15	14.8	
5	14	15.0	
5.2	20	15.2	
5.4	17	15.4	
5.6	10	15.6	
5.8	6	15.8	
6	7	16.0	
6.2	9	16.2	
6.4	34	16.4	
6.6	100	16.6	
6.8		16.8	
7		17.0	
7.2		17.2	
7.4		17.4	
7.6		17.6	
7.8		17.8	
8		18.0	
8.2		18.2	
8.4		18.4	
8.6		18.6	
8.8		18.8	
9		19.0	
9.2		19.2	
9.4		19.4	
9.6		19.6	
9.8		19.8	
10		20.0	



Profundidad alcanzada(m):	6.44
Alcance de rechazo	6.44

Observaciones:

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
SEVILLA

Ensayos de Penetración

Penetro 1

Penetro 2

Penetro 3

Penetro 4

Penetro 5

Penetro 6

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

APÉNDICE 4:
LEVANTAMIENTO DE LAS CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS DE LAS MISMAS

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-1

Escala 1:30	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra
	0.40		Tierra vegetal: Arcilla marrón grisácea con raíces.		
			Arcilla marrón con abundante carbonato pulverulento y nódulos calizos en menor proporción.		1.50 MA-1 2.00
	3.90				

OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-2

Escala 1:30	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra
	0.90		Tierra vegetal: Arcilla marrón oscura con indicios de arena. - Presencia de raíces.		
			Arcilla marrón clara con pequeños nódulos carbonatados duros. - Finas raíces hasta 1,70 metros. - Hacia la base desaparece el carbonato. - En la base pátinas y lentes negras.		1.50 MA-1 1.60
	3.50				

OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:Mª Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-3

Escala 1:30	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra
			Tierra vegetal: Arcilla marrón con raíces.		
0.5	0.50		Arcilla marrón con carbonatos pulverulentos y nódulos carbonatados en menor proporción. - A muro indicios o algo de limo.		
1.0					
1.5					1.50 MA-1
2.0					2.00
2.5					
3.0					
3.5					
4.0	4.00				
4.5					
5.0					

OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-4

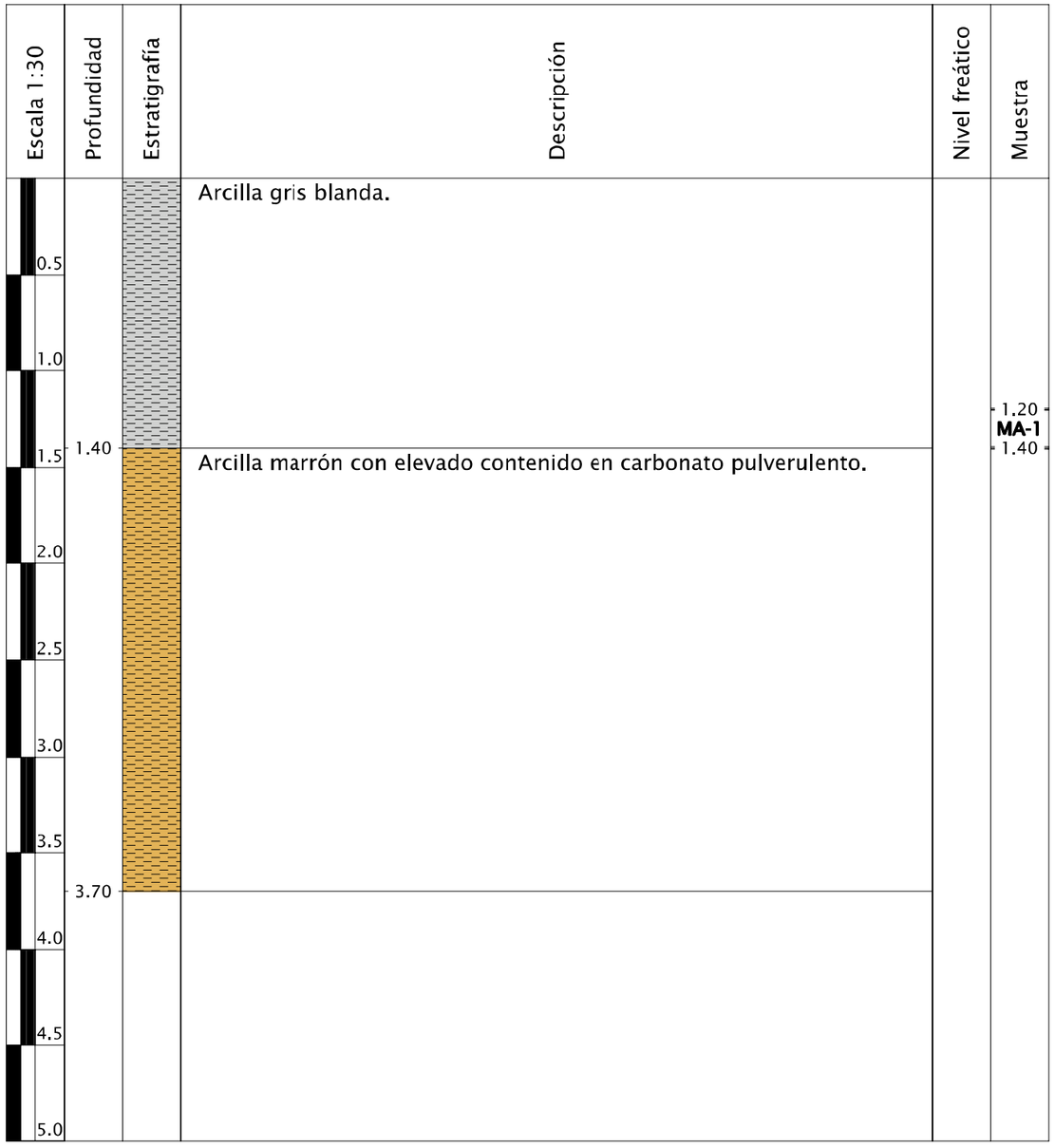
Escala 1:30	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra
			Tierra vegetal: Arcilla marrón grisácea con raíces.		
0.5	0.45		Arcilla marrón grisácea.		
1.0	1.00		Arcilla marón con carbonato pulverulento y nódulos calizos en menor proporción. - A muro indicios o algo de limo.		
1.5					1.50 MA-1
2.0					2.00
2.5					
3.0					
3.5					
4.0	4.00				
4.5					
5.0					

OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

elabora	Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 Localidad SEVILLA Fecha realización 11/02/13	CALICATA C-5

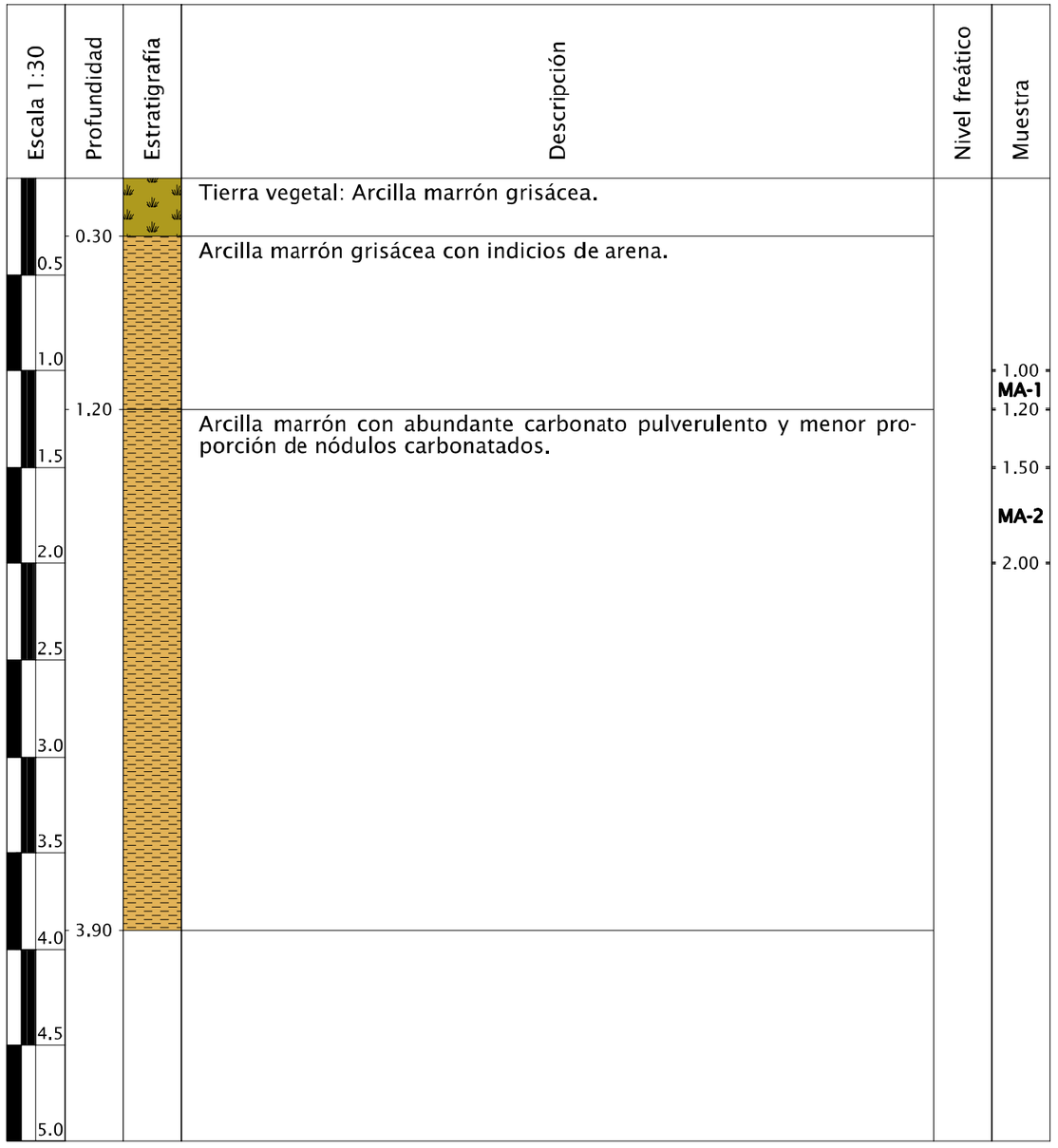


OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:Mª Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

elabora	Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 Localidad SEVILLA Fecha realización 11/02/13	CALICATA C-6



OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-7

Escala 1:30	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra
			Arcilla rojiza con lentes negras.		0.60 MA-1 0.70
	0.80		Arcilla marrón con elevado contenido en carbonato pulverulento y nódulos duros. - Pátinas negras.		2.00 MA-2 2.10
	3.80				

OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:Mª Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-8

Escala 1:30	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra
	0.30		Tierra vegetal: Arcilla marrón con presencia de raíces.		
			Arcilla marrón rojiza.		
	0.80		Arcilla marrón con elevado contenido en carbonato pulverulento.		1.90 MA-1 2.00
	3.80				

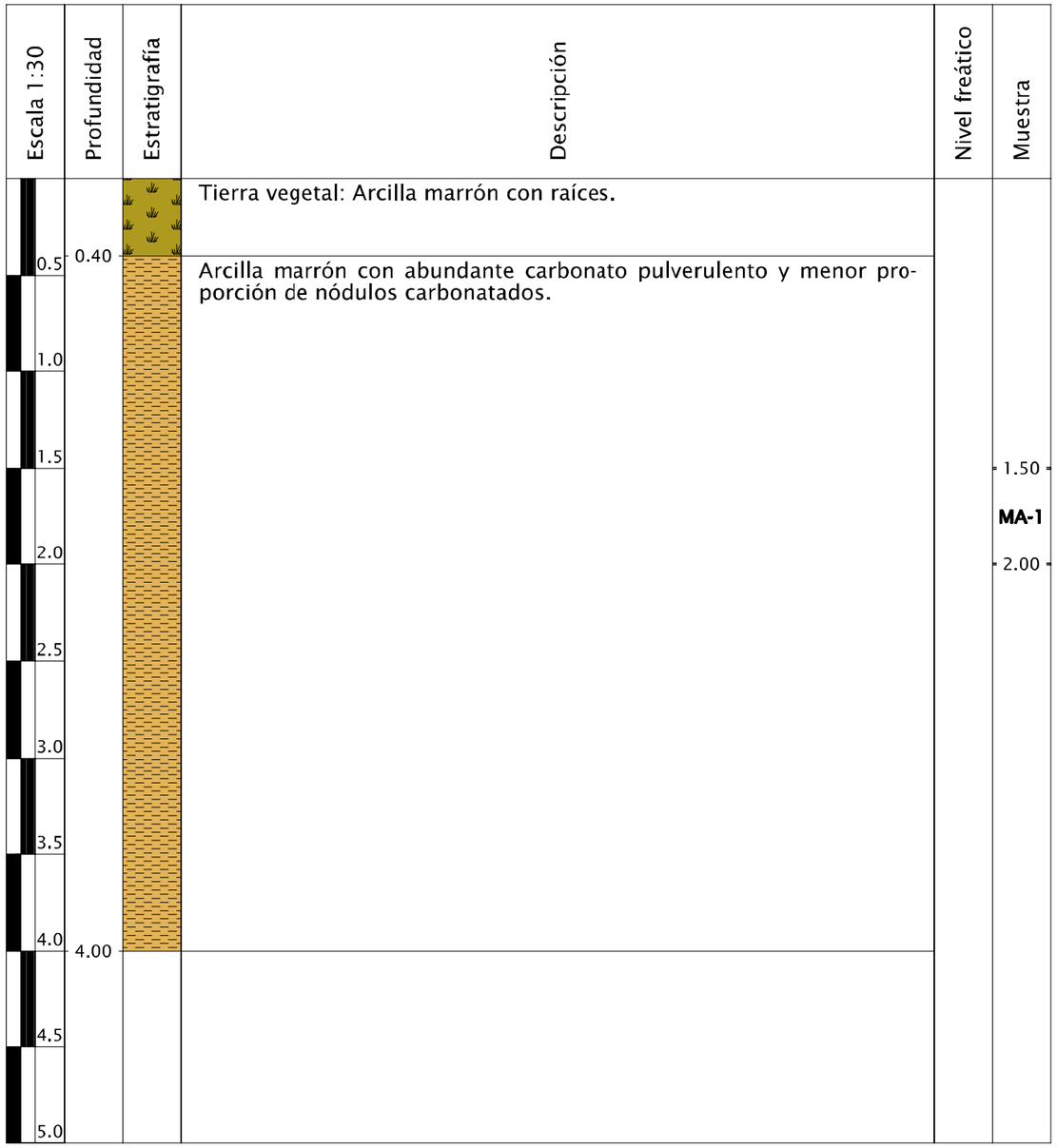
OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:Mª Rocío Ahumada Rivas

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-9



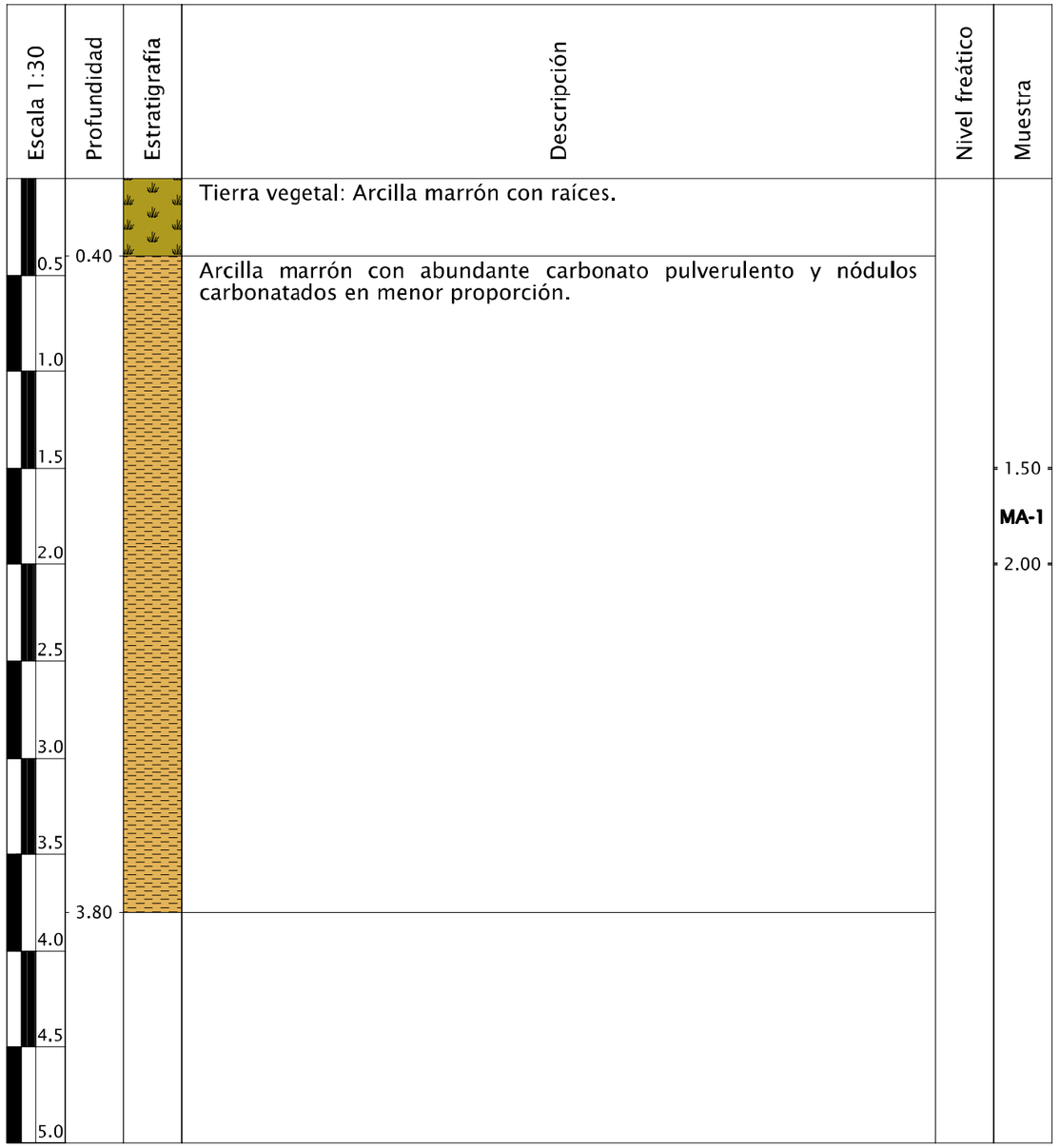
OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-10



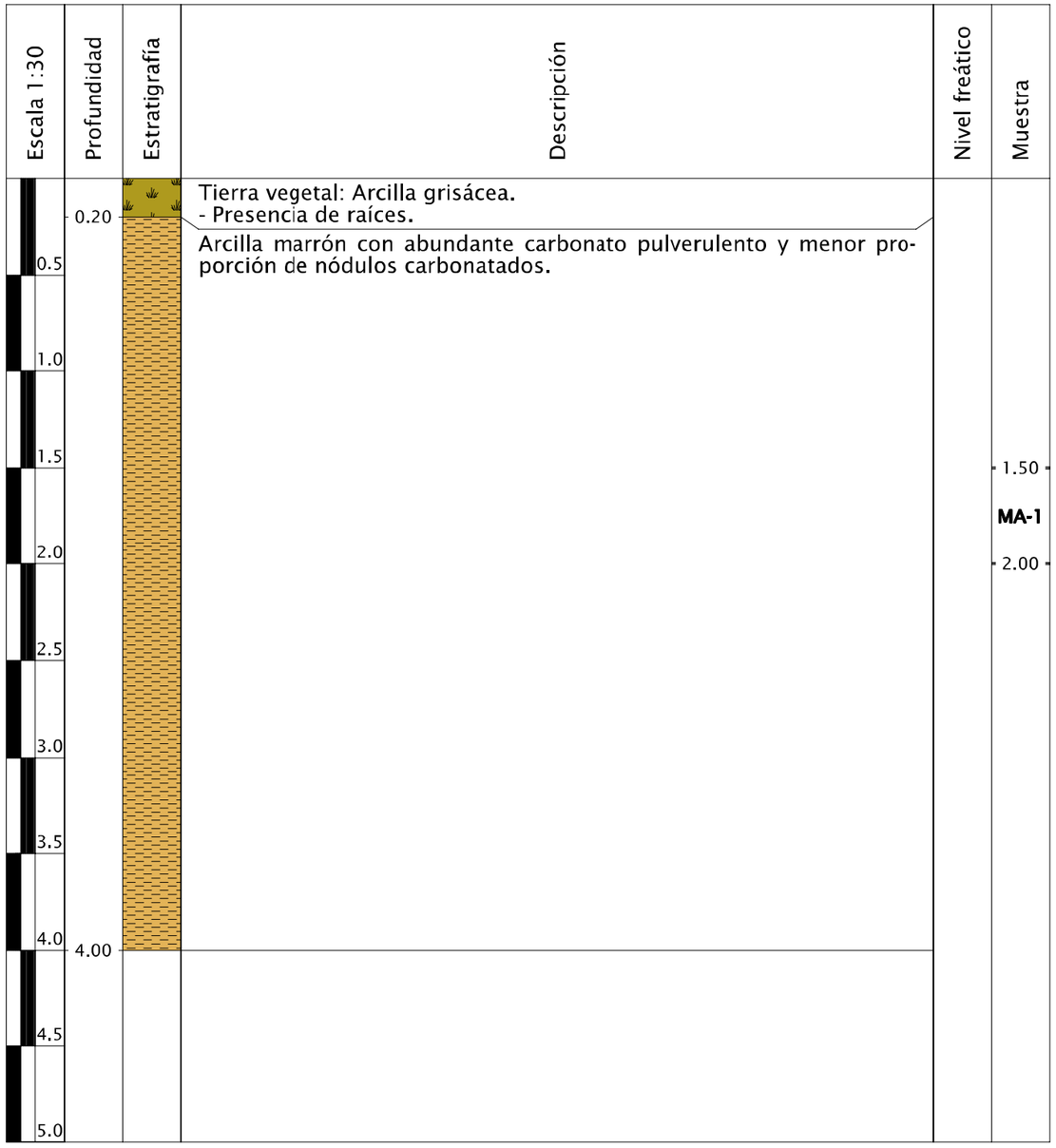
OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-11



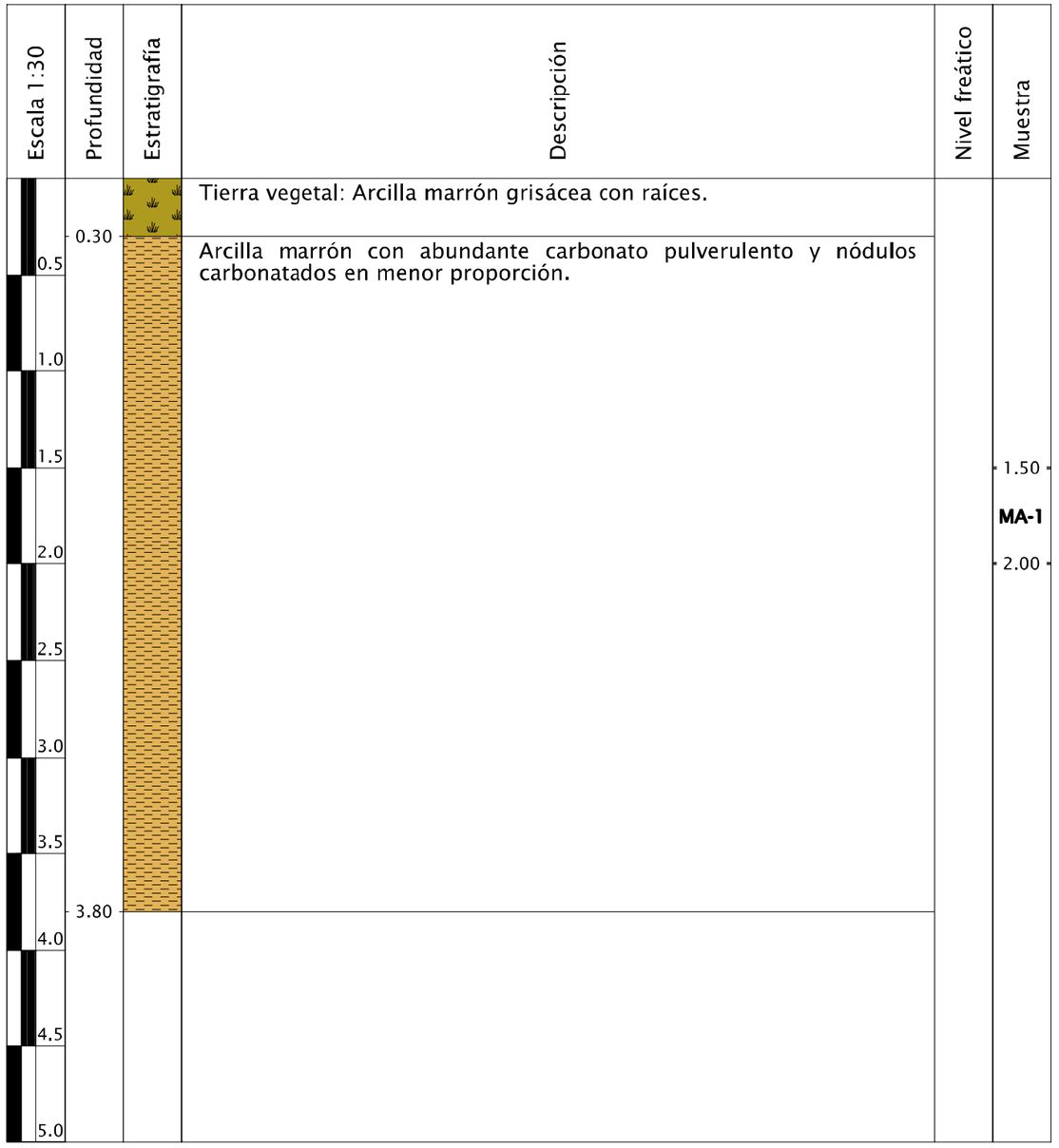
OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

Cliente JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
Obra 6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
Localidad SEVILLA
Fecha realización 11/02/13

CALICATA
C-12

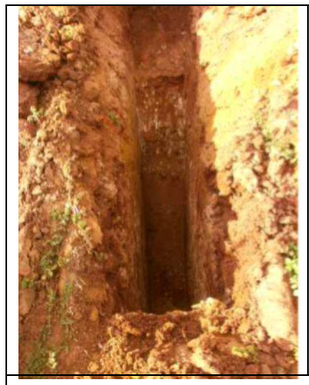


OBSERVACIONES:
EXCAVABILIDAD:Fácil
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES:Buena
MODELO EXCAVADORA:Retroexcavadora Mixta
TECNICO RESPONSABLE:José Luis Fernández Pérez

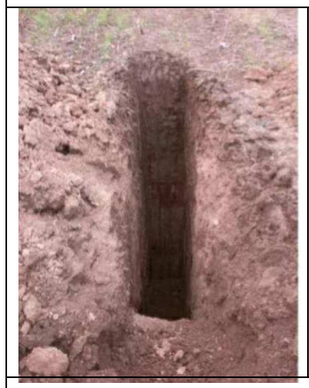
DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de Caminos

Ensayo realizado según la Norma UNE 7371:1975
Toma de muestras en calicata

CALICATAS



C-1



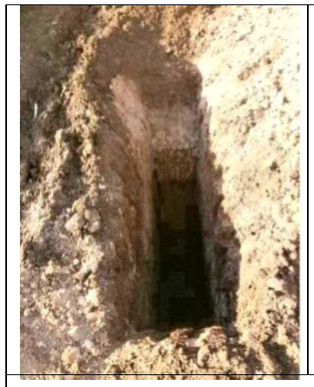
C-2

C-3

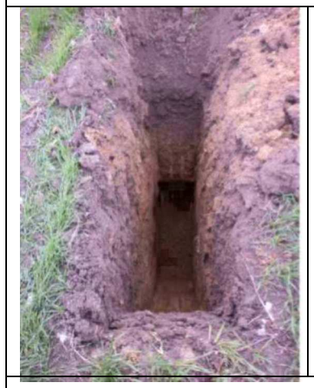
AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SEVILLA

CALICATAS



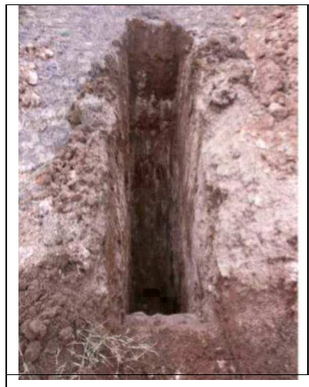
C-4



C-5

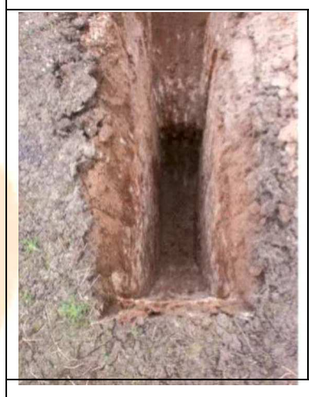
C-6

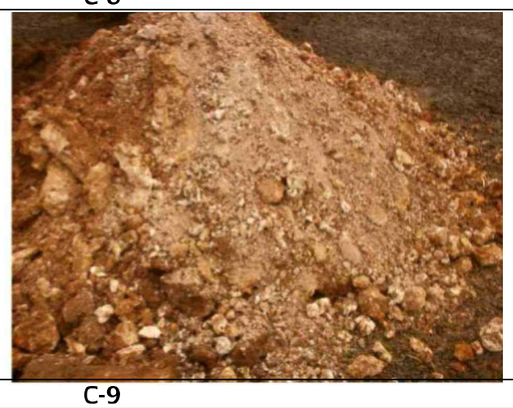
AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es



C-7

C-8





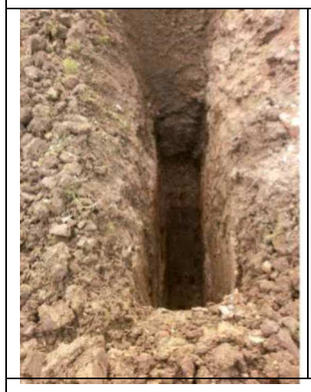
C-9

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

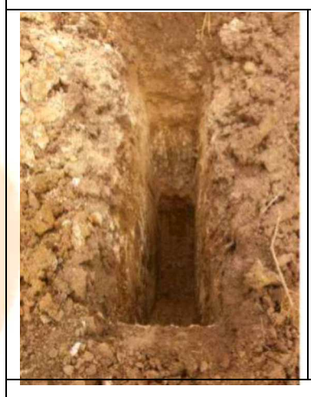
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
6517-12 URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SEVILLA

CALICATAS

C-10



C-11



C-12

AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avenida del Parsi
"Complejo Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58 / 59
Fax: 954 51 38 21
E-mail: elabora@elabora.es

APÉNDICE 5:
ENSAYOS DE LABORATORIO

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

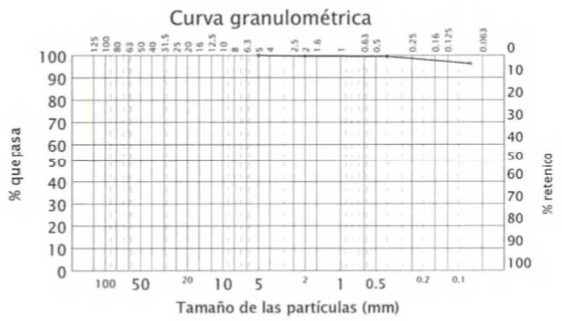
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 348
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 681
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	100
0,08	96,3
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	36,11
Límite plástico	17,52
Indice de plasticidad	18,59

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,40
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	2
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO_3	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 348
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 712
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

CLASIFICACION DEL SUELO

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE 103-300-93)	%	18,23
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	2,05

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 348
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 713
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	20,10	21,95	1,74	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)	0,10

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

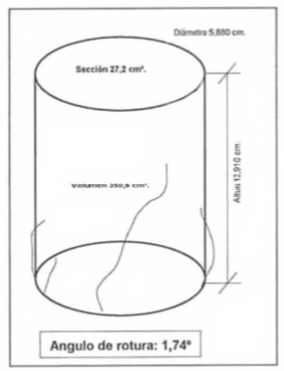
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

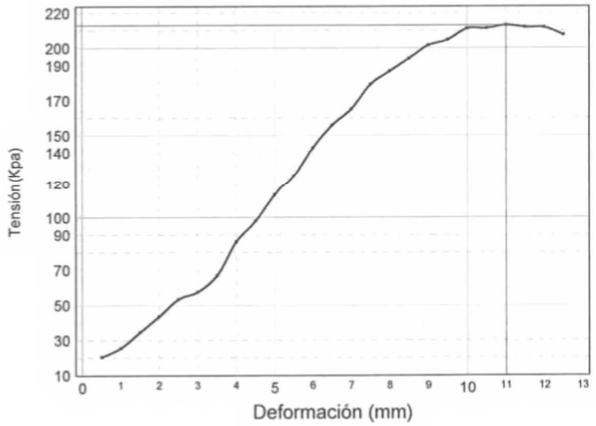
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 348
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 680
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,910
Diámetro	cm	5,880
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	18,23
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,06
Densidad Seca	gr/cm³	1,74
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	632,39
Resistencia	kPa	213,04
Deformación	mm	11,00





Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

elabora
Pág. 1 de 1

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorio de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004 SEVILLA

Muestra: 348
Número Acta: 737
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI1 (2.00-2.60)
Descripción:

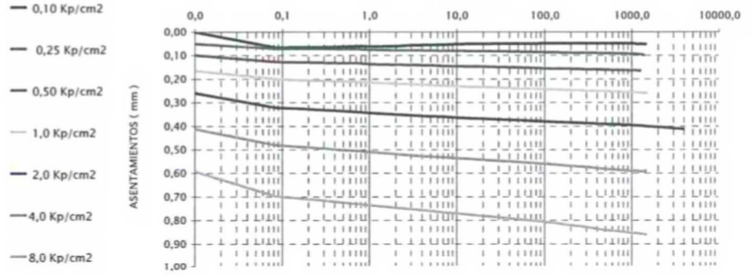
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103-405-94)

DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm^2)	19,64
	Altura (mm)	20	Volumen (cm^3)	39,27

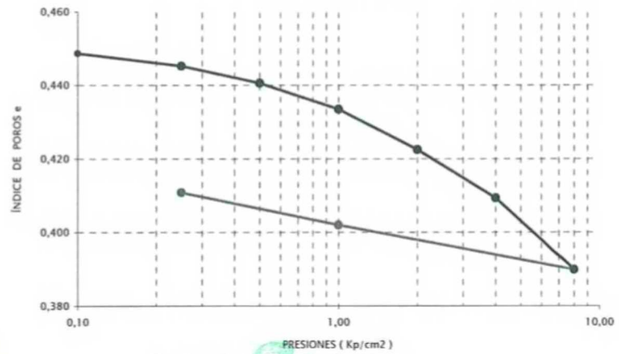
TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm^3)	Densidad Seca (gr/cm^3)
INALTERADA	17,43	16,96	2,10	1,79

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (Cs)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (Cc)
0,452	0,015	0,065

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



CURVA EDOMÉTRICA



Sevilla, 5 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

ENSAYO ACREDITADO - JUNTA DE ANDALUCIA

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucía. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

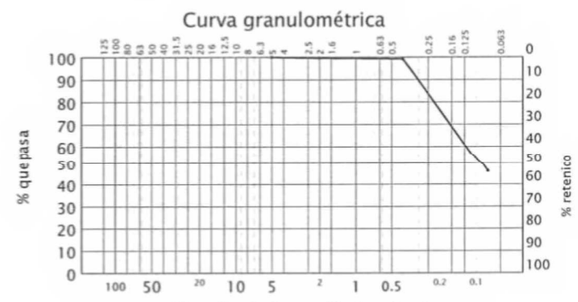
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 349
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 633
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI2 (5,00-5,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	45,9
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	22,53
Límite plástico	15,60
Indice de plasticidad	6,93

CLASIFICACION DEL SUELO

SC : Arena arcillosa.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,32

Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

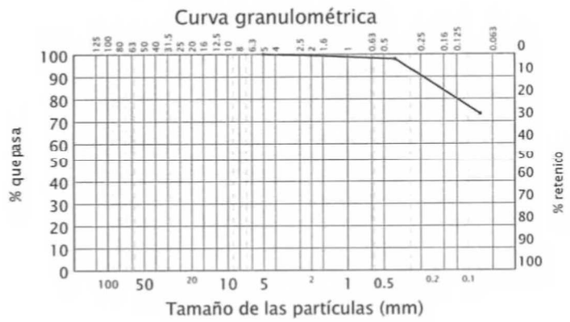
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 350
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 677
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	98
0.08	73.3
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	37,71
Límite plástico	19,57
Indice de plasticidad	18,14

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con bastante arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,29
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	2
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 350
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 719
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

CLASIFICACION DEL SUELO

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE 103-300-93)	%	16,85
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m^3	2,02

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 350
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 721
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	17,54	19,83	1,75	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)	0,30

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004 SEVILLA

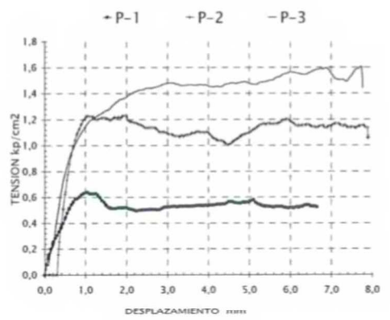
Muestra: 350
Número Acta: 720
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (1.50-2.10)
Descripción:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

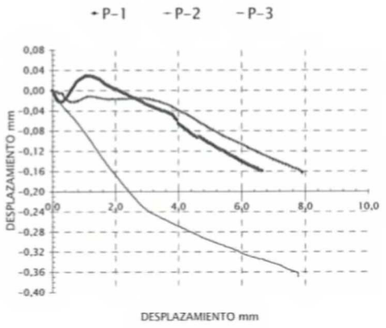
DATOS DE LA CÉLULA				
	Diámetro (mm)	50	Sección (cm²)	19,64
	Altura (mm)	20	Velocidad (mm/min)	0,05

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	16,85	21,85	2,01	1,72
P-2	15,92	18,78	2,04	1,76
P-3	15,40	16,73	2,02	1,75

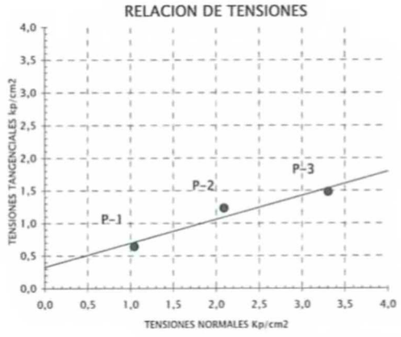
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (º)
0,33	20,48

COHESIÓN (kPa)
32,36

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

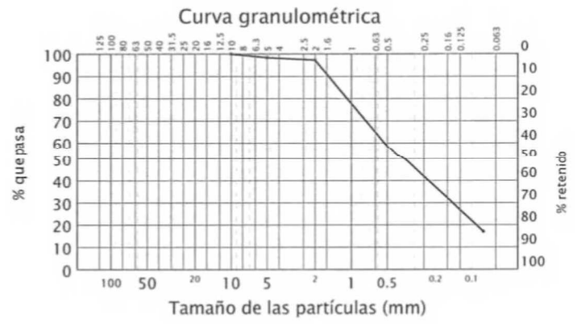
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 351
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 632
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (5,00-5,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	97
0.4	52
0,08	17,0
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	22,41
Límite plástico	13,21
Indice de plasticidad	9,20

CLASIFICACION DEL SUELO

SC : Arena con algo de arcilla.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,60
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

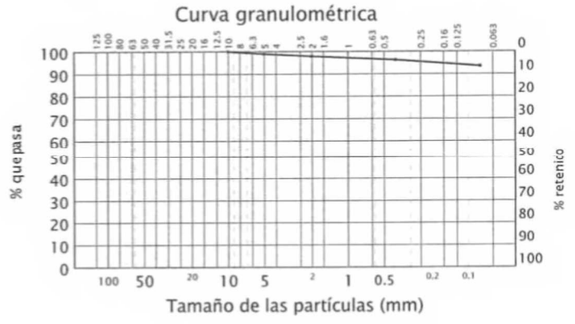
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 352
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 676
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	99
2	98
0.4	96
0,08	93,5
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	51,66
Límite plástico	24,49
Indice de plasticidad	27,17

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de alta plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,44
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucía. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 352
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 717
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

CLASIFICACION DEL SUELO

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE 103-300-93)	%	23,04
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	1,93

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucía. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 352
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 718
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	22,05	26,69	1,53	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)	0,40

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

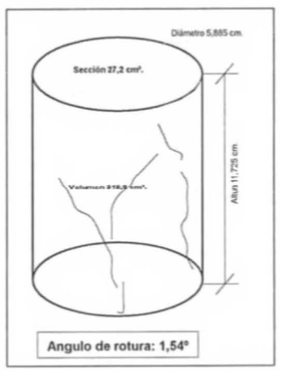
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

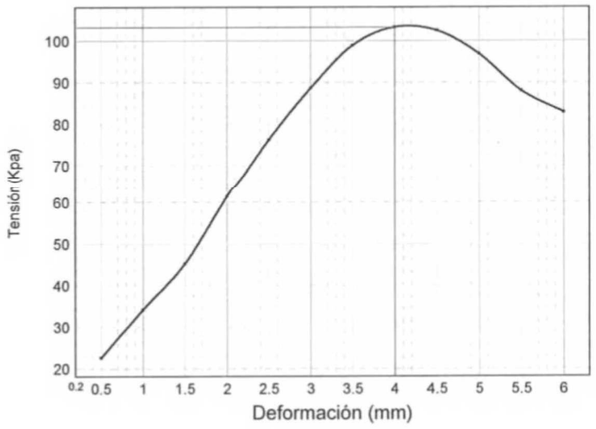
Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 352
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 675
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,725
Diámetro	cm	5,885
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	23,04
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,89
Densidad Seca	gr/cm³	1,54
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	290,98
Resistencia	kPa	103,32
Deformación	mm	4,00





Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

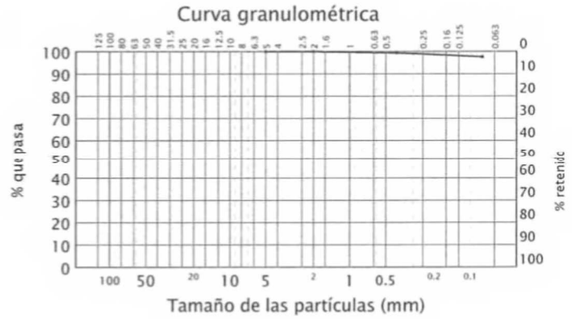
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 353
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 711
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI2 (5,00-5,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	97,7
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	59,59
Límite plástico	25,52
Indice de plasticidad	34,07

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de alta plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004 SEVILLA

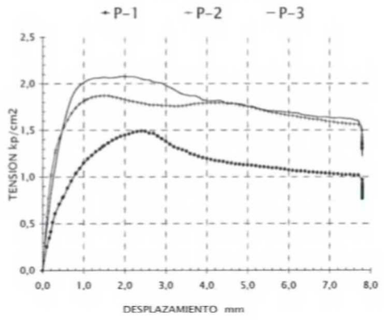
Muestra: 353
Número Acta: 688
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI2 (5.00-5.60)
Descripción:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

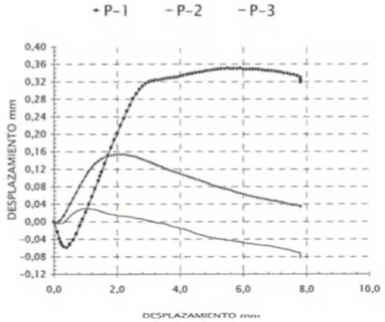
DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm^2)	19,64
	Altura (mm)	20	Velocidad (mm/min)	0,5

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm^3)	Densidad Seca (gr/cm^3)
P-1	22,59	26,51	2,02	1,65
P-2	24,29	26,94	1,98	1,60
P-3	23,95	28,18	1,95	1,57

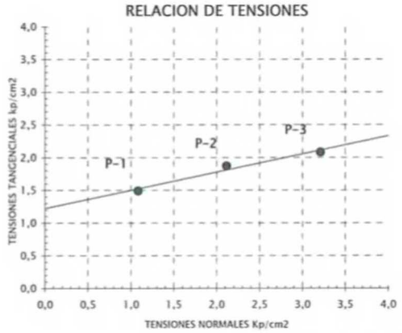
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	SIN DRENAR

COHESIÓN (Kp/cm^2)	ÁNGULO Φ (º)
1,22	15,73

COHESIÓN (kPa)
119,64

Sevilla 1 de marzo de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorio de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004 SEVILLA

Muestra: 353
Número Acta: 738
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI2 (5.00-5.60)
Descripción:

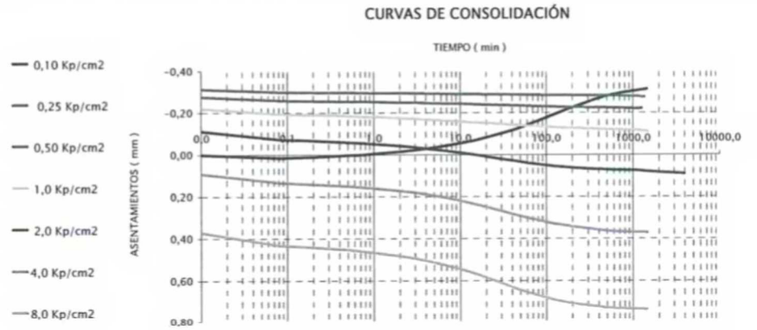
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103-405-94)

DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm^2)	19,64
	Altura (mm)	20	Volumen (cm^3)	39,27

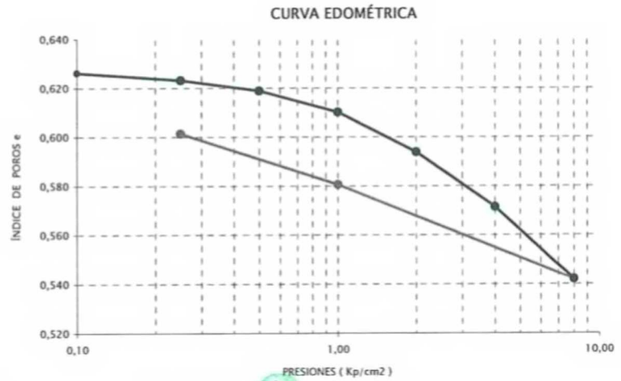
TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm^3)	Densidad Seca (gr/cm^3)
INALTERADA	22,63	24,92	2,03	1,66

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (Cs)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (Cc)
0,601	0,035	0,097

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



CURVA EDOMÉTRICA



Sevilla, 5 de marzo de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ENSAYO ACREDITADO - JUNTA DE ANDALUCIA

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

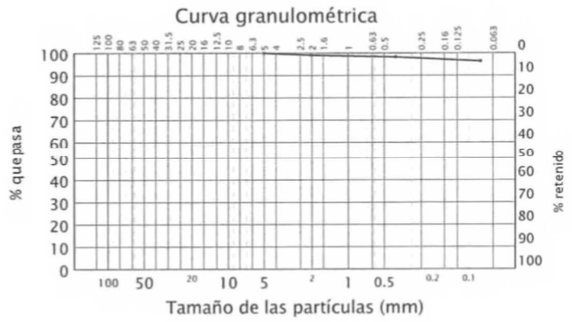
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 355
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 716
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4-MI2 (10,50-11,10)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	99
0,4	98
0.08	96.4
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	62,91
Límite plástico	26,28
Indice de plasticidad	36,63

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de alta plasticidad con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

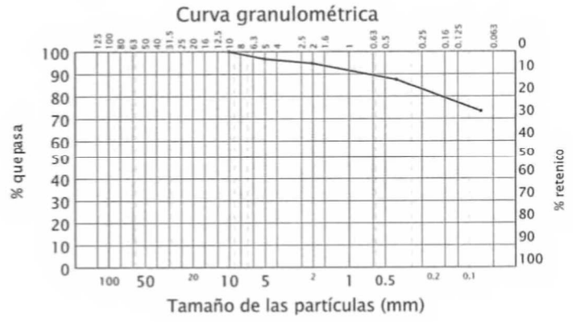
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 356
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 674
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	97
2	95
0.4	87
0,08	73,3
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	38,76
Límite plástico	16,78
Indice de plasticidad	21,98

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con bastante arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,49
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 356
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 715
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

CLASIFICACION DEL SUELO

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE 103-300-93)	%	11,31
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	2,04

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

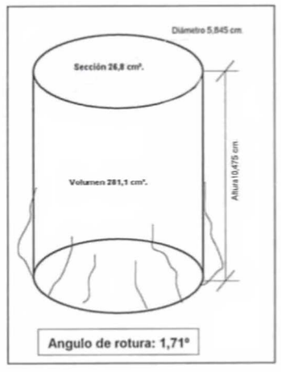
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

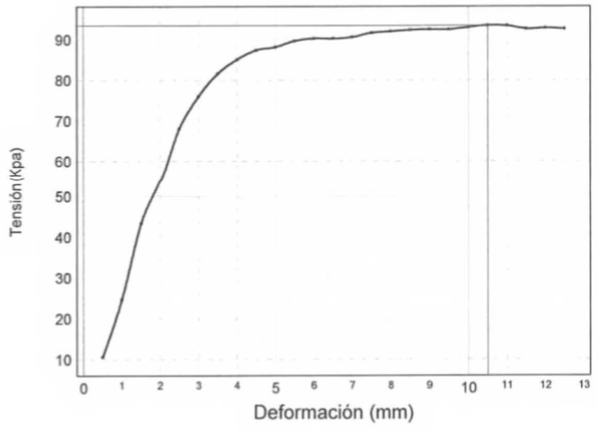
Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 356
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 673
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI1 (2,00-2,60)
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	10,475
Diámetro	cm	5,845
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	11,31
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,90
Densidad Seca	gr/cm³	1,71
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	278,82
Resistencia	kPa	93,50
Deformación	mm	10,50





Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

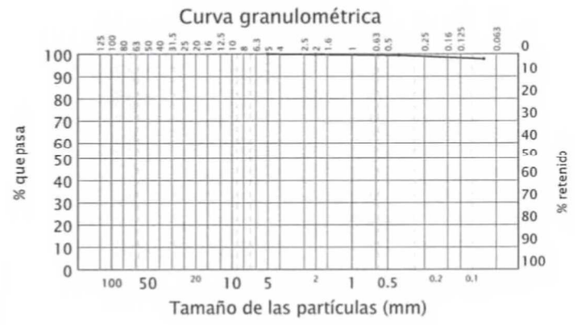
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 357
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 714
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI2 (11,00-11,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	97,8
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	65,83
Límite plástico	26,98
Indice de plasticidad	38,85

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de alta plasticidad

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO
Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

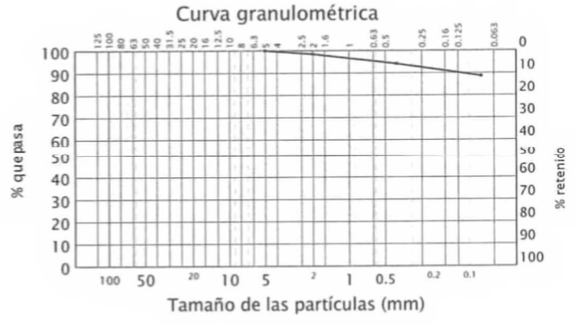
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 358
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 678
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	98
0,4	94
0,08	88,6
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	46,40
Límite plástico	17,58
Indice de plasticidad	28,82

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,36
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 358
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 708
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

CLASIFICACION DEL SUELO

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE 103-300-93)	%	18,59
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	2,06

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 358
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 709
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	18,39	18,93	1,81	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)	0,55

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

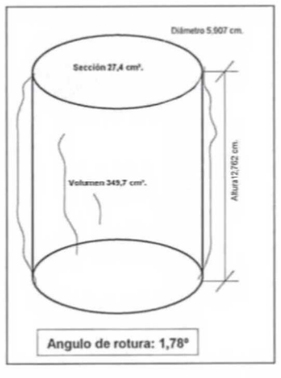
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

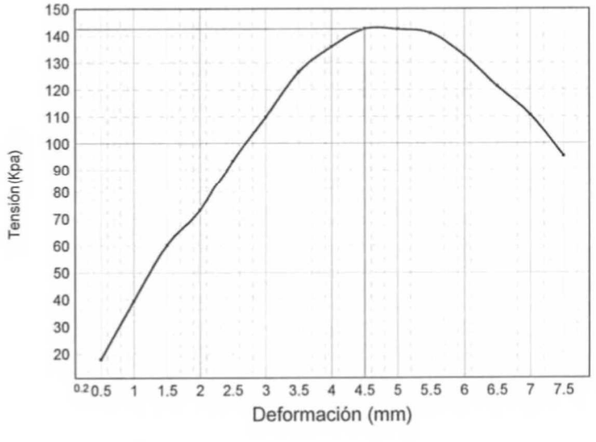
Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 358
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 679
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI1 (1,50-2,10)
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,762
Diámetro	cm	5,907
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	18,59
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,11
Densidad Seca	gr/cm³	1,78
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	404,83
Resistencia	kPa	142,52
Deformación	mm	4,50





Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004 SEVILLA

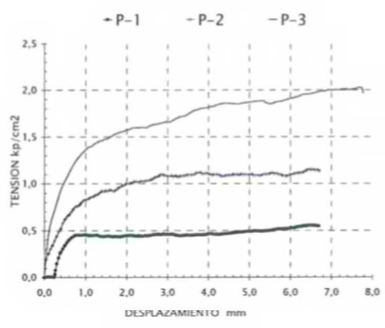
Muestra: 358
Número Acta: 710
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI1 (1.50-2.10)
Descripción:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

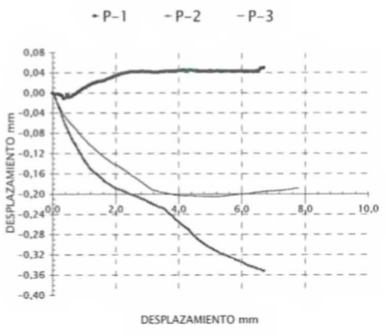
DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm²)	19,64
	Altura (mm)	20	Velocidad (mm/min)	0,05

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	12,04	21,88	2,02	1,80
P-2	18,62	23,82	1,93	1,63
P-3	16,65	20,46	1,97	1,69

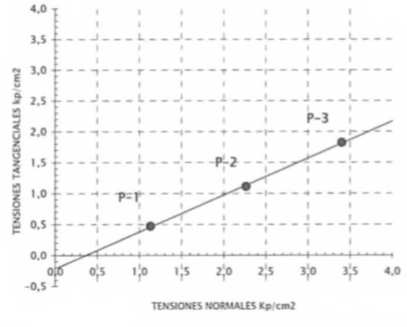
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (º)
0,01	27,55

COHESIÓN (kPa)
0,98

Sevilla 4 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorio de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

ENSAYO ACREDITADO - JUNTA DE ANDALUCIA

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004 SEVILLA

Muestra: 358
Número Acta: 743
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI1 (1.50-2.10)
Descripción:

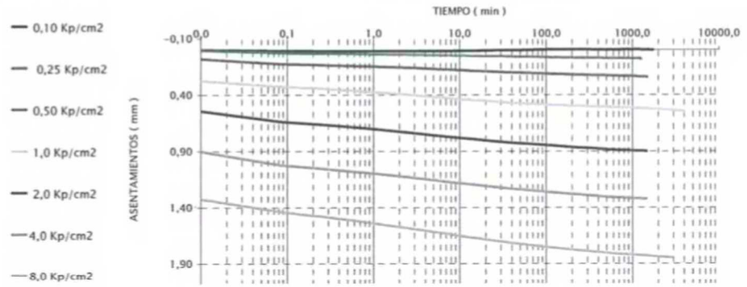
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103-405-94)

DATOS DE LA CÉLULA				
	Diámetro (mm)	50	Sección (cm^2)	19,64
	Altura (mm)	20	Volumen (cm^3)	39,27

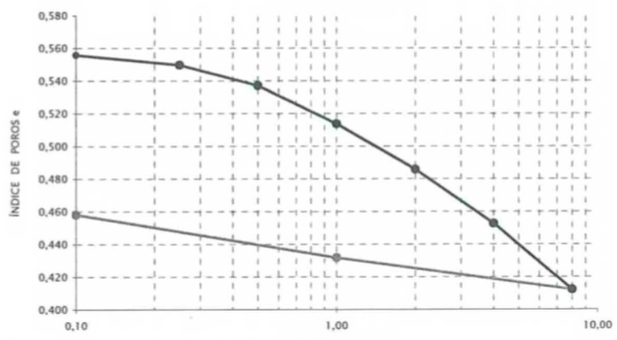
TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm^3)	Densidad Seca (gr/cm^3)
INALTERADA	20,53	18,59	2,10	1,74

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (Cs)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (Cc)
0,556	0,026	0,135

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



CURVA EDOMÉTRICA



Sevilla, 6 de marzo de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE AGUA

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucía. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 417
Fecha de toma: 27/02/2013
Número Acta: 692
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4 N.F 4,90 M
Descripción: AGUA

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES (ANEJO 5 EHE)

pH		7,31
Residuo seco	mg/l	557
Sulfatos	mg/l	66,1
Magnesio	mg/l	29,7
CO_2	mg/l	0,0
NH_4+	mg/l	0,4
EVALUACIÓN		NO AGRESIVO

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

P.O.

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE AGUA

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 418
Fecha de toma: 27/02/2013
Número Acta: 691
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5 N.F 3,90 M
Descripción: AGUA

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES (ANEJO 5 EHE)

pH		7,19
Residuo seco	mg/l	981
Sulfatos	mg/l	102,8
Magnesio	mg/l	28,7
CO_2	mg/l	0,0
NH_4+	mg/l	0,4
EVALUACIÓN		NO AGRESIVO

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE AGUA

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 419
Fecha de toma: 27/02/2013
Número Acta: 690
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6 N.F 3,70 M
Descripción: AGUA

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES (ANEJO 5 EHE)

pH		7,11
Residuo seco	mg/l	3375
Sulfatos	mg/l	290,0
Magnesio	mg/l	35,0
CO_2	mg/l	0,0
NH_4+	mg/l	0,4
EVALUACIÓN		Agresividad Q_A

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

elabora
Pág. 1 de 1

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

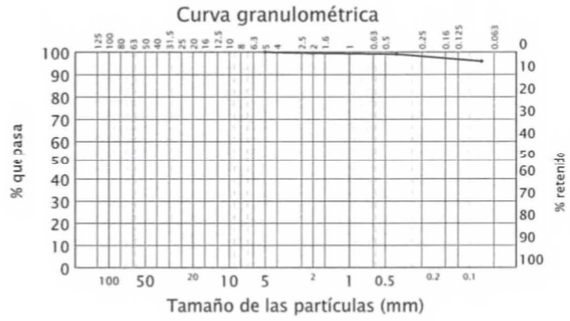
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 278
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 647
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	96,0
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	39,49
Límite plástico	16,48
Indice de plasticidad	23,01

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,33
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 278
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 736
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

CLASIFICACION DEL SUELO

OTRAS DETERMINACIONES

Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 278
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 649
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-1
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,37

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernandez Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

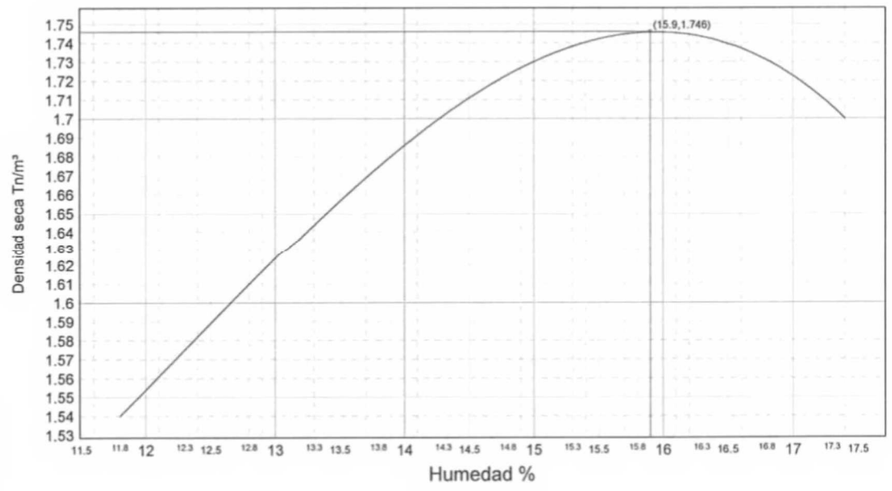
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 278
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 648
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-1
Descripción:

PROCTOR NORMAL (UNE 103500-94)

Densidad máxima 1,75 Tn/m³ Humedad óptima 15,9 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocio Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

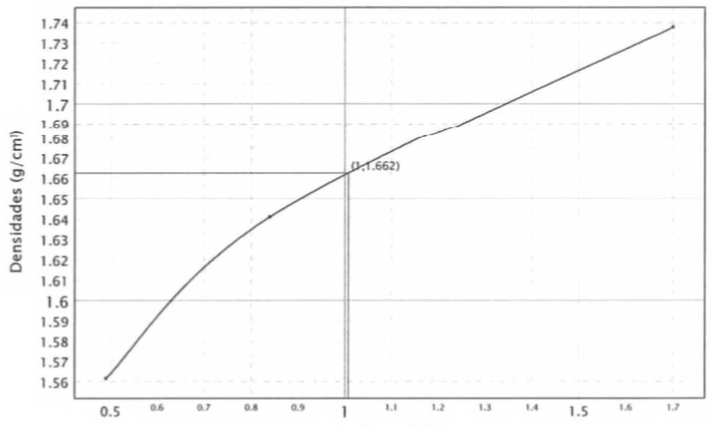
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 278
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 731
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-1
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,562 g/cm³	1,641 g/cm³	1,738 g/cm³
Humedad	15,0 %	15,0 %	15,0 %
Absorción	14,35 %	13,16 %	8,53 %
Hinchamiento	0,98 %	1,89 %	2,25 %
Indice C.B.R.	0,5	0,8	1,7

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,750 g/cm³
Humedad óptima	15,9 %
Compactación (95%)	1,663 g/cm³.

Indice CBR (95%)	1,0
Hinchamiento (95%)	2,01 %
Absorción (95%)	12,31 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TECNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 278
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 687
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-1
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	18,08	23,45	1,71	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	1,50
Compactación	100% P.N

ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254-99)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	16,43	21,01	1,62	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	0,10
Potencial porcentual de colapso (%)	0,10
Compactación	100% P.N

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

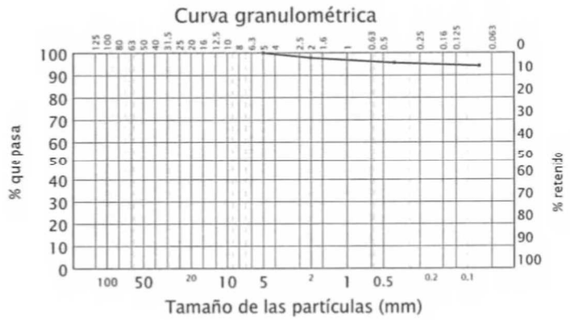
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 279
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 667
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-2. MA-1 (1,50-1,60)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	98
0,4	96
0,08	94,1
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	36,14
Límite plástico	16,91
Indice de plasticidad	19,23

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

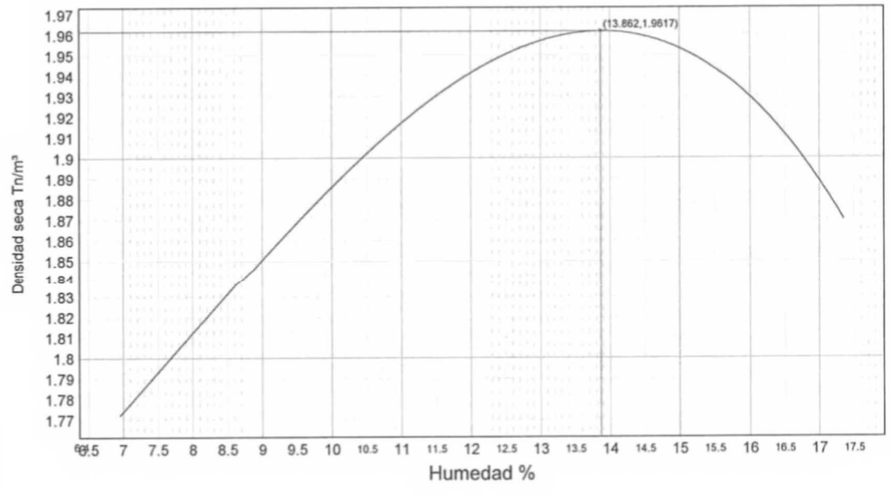
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 279
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 668
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-2. MA-1 (1,50-1,60)
Descripción:

PROCTOR MODIFICADO S/UNE 103501/94

PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501-94)

Densidad máxima 1,96 Tn/m³ Humedad óptima 13,9 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

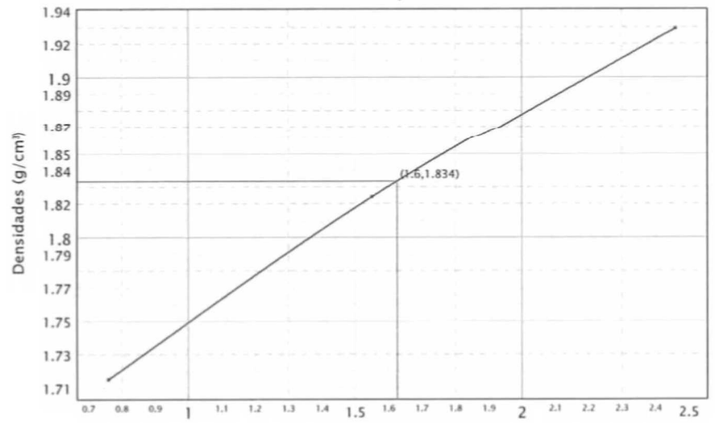
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 279
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 669
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-2. MA-1 (1,50-1,60)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,715 g/cm³	1,824 g/cm³	1,929 g/cm³
Humedad	13,3 %	13,3 %	13,3 %
Absorción	13,12 %	9,92 %	6,32 %
Hinchamiento	0,74 %	2,56 %	4,28 %
Indice C.B.R.	0,8	1,6	2,5

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,930 g/cm³
Humedad óptima	13,9 %
Compactación (95%)	1,833 g/cm³.

Indice CBR (95%)	1,6
Hinchamiento (95%)	2,71 %
Absorción (95%)	9,62 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TECNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 279
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 686
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-2. MA-1 (1,50-1,60)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	17,19	20,17	1,80	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	1,05
Compactación	100% P.N

ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254-99)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	15,49	17,70	1,72	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	0,00
Potencial porcentual de colapso (%)	0,00
Compactación	100% P.N

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

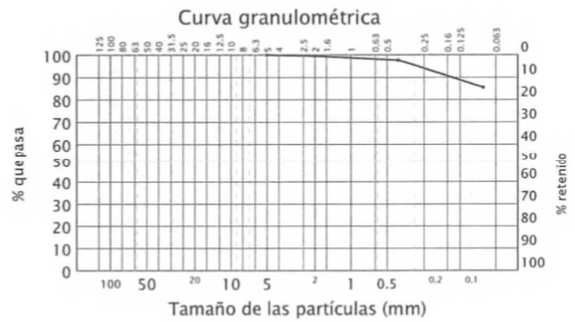
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 280
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 644
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-3
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	98
0,08	85,5
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	32,67
Límite plástico	17,17
Indice de plasticidad	15,50

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,33
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 280
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 646
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-3
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,35

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. N° de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

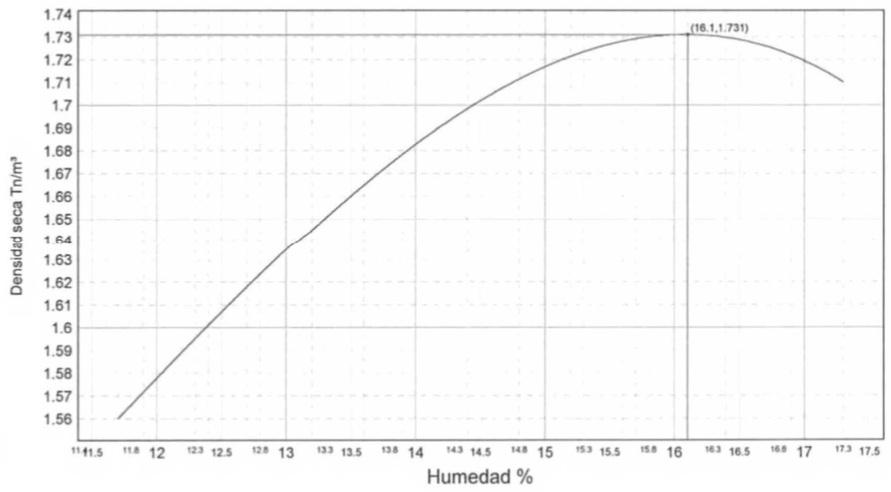
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 280
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 645
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-3
Descripción:

PROCTOR NORMAL (UNE 103500-94)

Densidad máxima 1,73 Tn/m³ Humedad óptima 16,1 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. N° de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

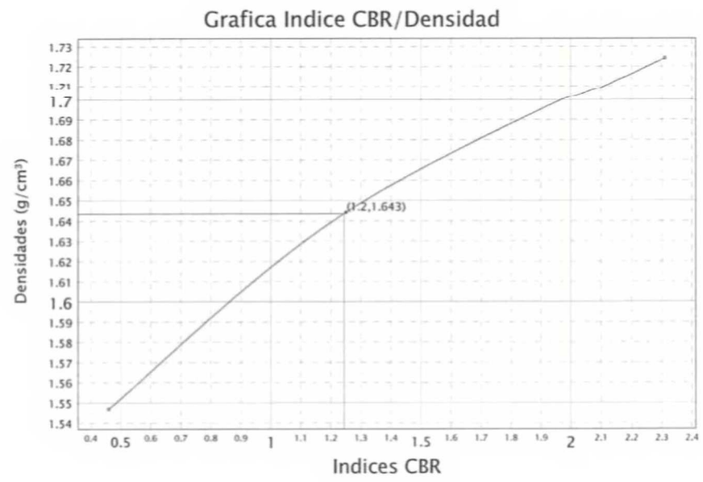
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 280
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 785
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-3
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO S/UNE 103502/95

Grafica Indice CBR/Densidad



	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,547 g/cm³	1,644 g/cm³	1,724 g/cm³
Humedad	16,5 %	16,5 %	16,5 %
Absorción	15,86 %	12,53 %	10,28 %
Hinchamiento	0,58 %	2,07 %	2,72 %
Indice C.B.R.	0,5	1,3	2,3

Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

Fernando Fernández Díaz
Químico

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 280
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 785
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-3
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO S/UNE 103502/95

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,730 g/cm³
Humedad óptima	16,1 %
Compactación (95%)	1,643 g/cm³.

Compactación	Densidad	Indice CBR
95 %	1,643 g/cm³	1,2
98 %	1,695 g/cm³	1,9
100 %	1,730 g/cm³	2,3

Indice CBR (95%)	1,2
Hinchamiento (95%)	2,06 %
Absorción (95%)	12,55 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

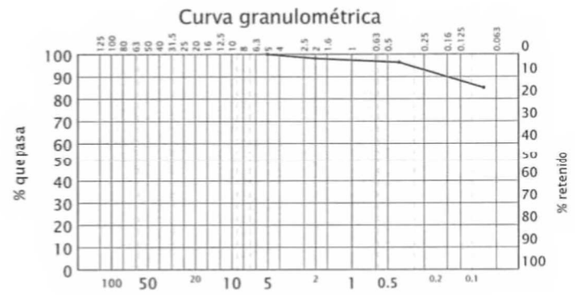
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 281
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 653
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-4
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	98
0,4	96
0,08	85,0
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	31,20
Límite plástico	18,27
Indice de plasticidad	12,93

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

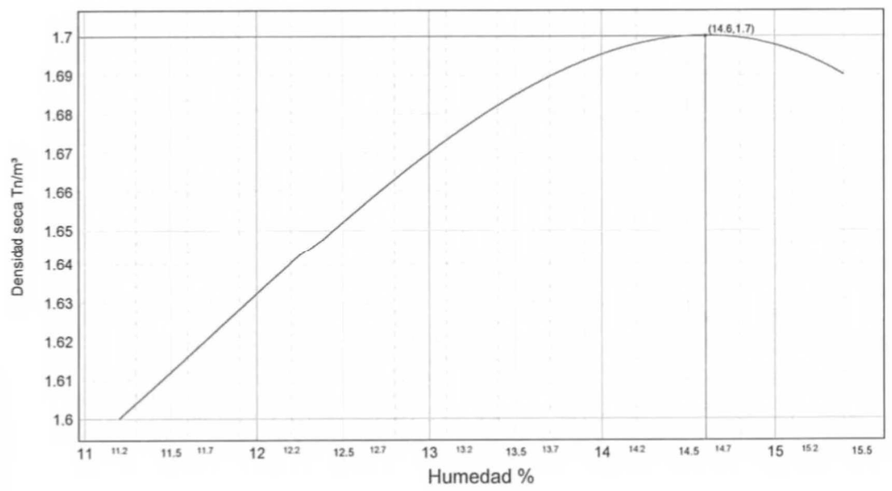
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 281
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 654
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-4
Descripción:

PROCTOR NORMAL (UNE 103500-94)

Densidad máxima 1,70 Tn/m³ Humedad óptima 14,6 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

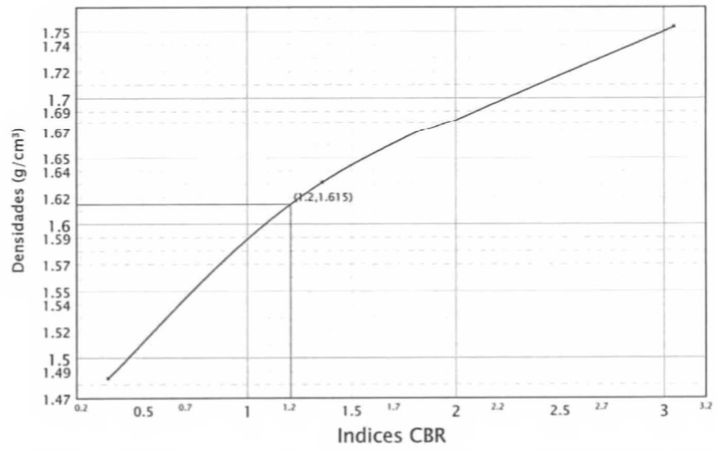
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 281
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 732
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-4
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,485 g/cm³	1,631 g/cm³	1,753 g/cm³
Humedad	14,1 %	14,1 %	14,1 %
Absorción	12,74 %	9,33 %	5,88 %
Hinchamiento	0,62 %	0,72 %	1,83 %
Indice C.B.R.	0,3	1,4	3,1

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,700 g/cm³
Humedad óptima	14,6 %
Compactación (95%)	1,615 g/cm³.

Indice CBR (95%)	1,2
Hinchamiento (95%)	0,66 %
Absorción (95%)	9,74 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

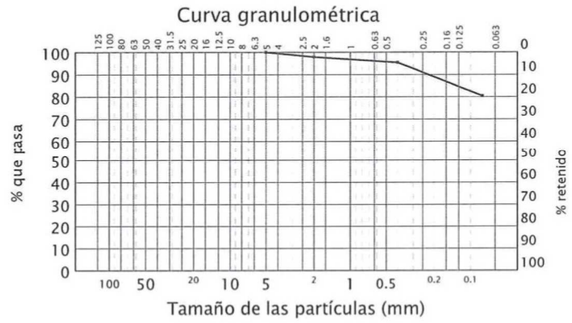
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 282
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 641
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-5 MA-1 (1,20-1,40)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	98
0,4	95
0,08	80,4
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	50,60
Límite plástico	23,99
Indice de plasticidad	26,61

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de alta plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,02

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 282
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 643
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-5 MA-1 (1,20-1,40)
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,27

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

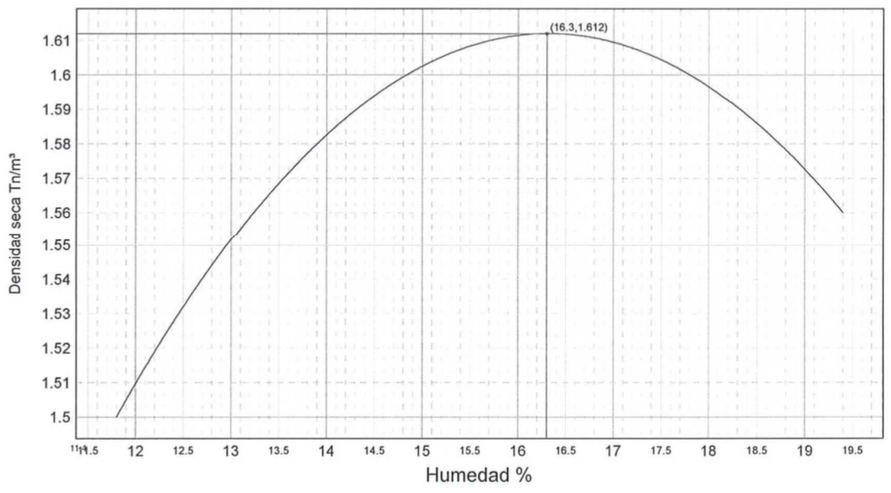
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 282
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 642
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-5 MA-1 (1,20-1,40)
Descripción:

PROCTOR NORMAL (UNE 103500-94)

Densidad máxima 1,61 Tn/m³ Humedad óptima 16,3 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

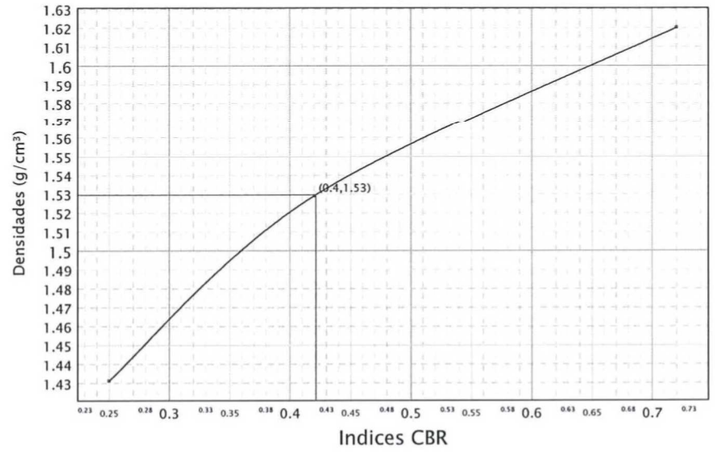
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 282
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 733
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-5 MA-1 (1,20-1,40)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,431 g/cm³	1,529 g/cm³	1,620 g/cm³
Humedad	16,8 %	16,8 %	16,8 %
Absorción	27,71 %	23,96 %	22,08 %
Hinchamiento	1,25 %	1,28 %	1,68 %
Indice C.B.R.	0,3	0,4	0,7

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,610 g/cm³
Humedad óptima	16,3 %
Compactación (95%)	1,530 g/cm³.

Indice CBR (95%)	0,4
Hinchamiento (95%)	1,28 %
Absorción (95%)	23,95 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

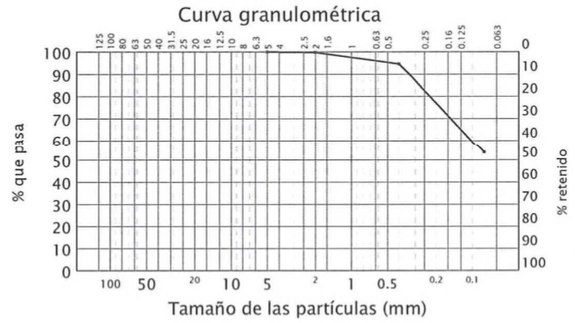
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 283
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 639
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-6 MA-1 (1,00-1,20)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	95
0,08	53,5
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	26,14
Límite plástico	15,36
Indice de plasticidad	10,78

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla arenosa.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,33
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 283
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 640
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-6 MA-1 (1,00-1,20)
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,26

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

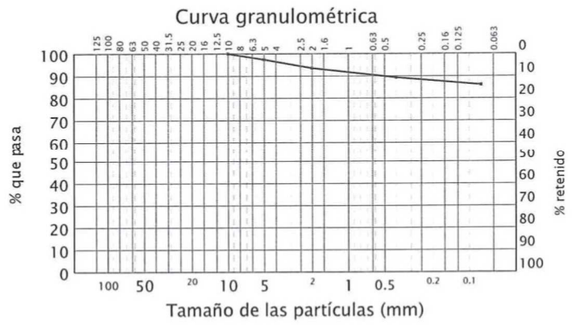
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 284
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 664
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-6 MA-2 (1,50-2,00)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	97
2	94
0,4	89
0,08	86,0
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	35,73
Límite plástico	17,26
Indice de plasticidad	18,47

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

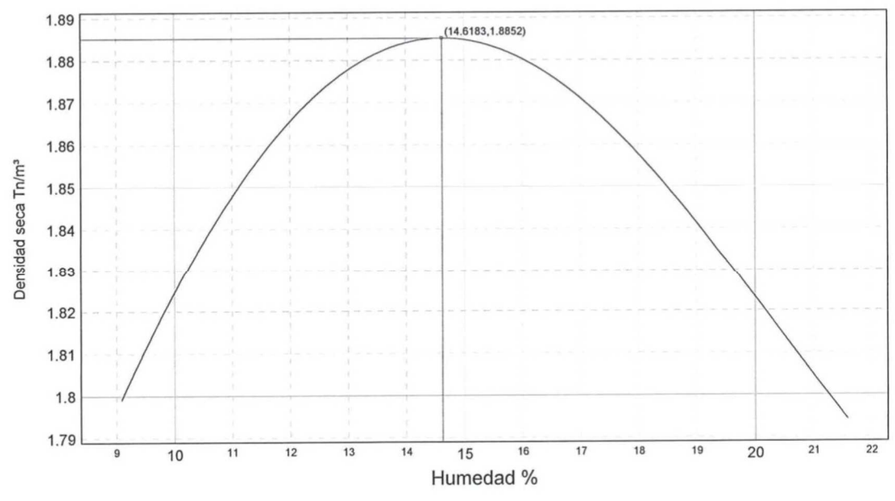
Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 284
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 665
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-6 MA-2 (1,50-2,00)
Descripción:

PROCTOR MODIFICADO S/UNE 103501/94

PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501-94)

Densidad máxima 1,89 Tn/m³ Humedad óptima 14,6 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

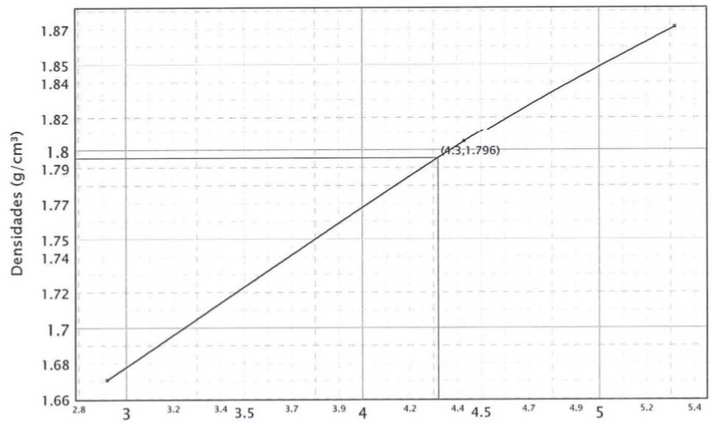
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 284
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 666
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-6 MA-2 (1,50-2,00)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,671 g/cm³	1,805 g/cm³	1,871 g/cm³
Humedad	14,9 %	14,9 %	14,9 %
Absorción	9,70 %	6,69 %	3,55 %
Hinchamiento	2,15 %	2,36 %	2,91 %
Indice C.B.R.	2,9	4,4	5,3

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,890 g/cm³
Humedad óptima	14,6 %
Compactación (95%)	1,795 g/cm³.

Indice CBR (95%)	4,3
Hinchamiento (95%)	2,33 %
Absorción (95%)	6,96 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 284
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 685
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-6 MA-2 (1,50-2,00)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	21,64	22,60	1,68	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	0,10
Compactación	100% PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254-99)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	21,36	19,20	1,69	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	0,00
Potencial porcentual de colapso (%)	0,00
Compactación	100% PROCTOR MODIFICADO

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

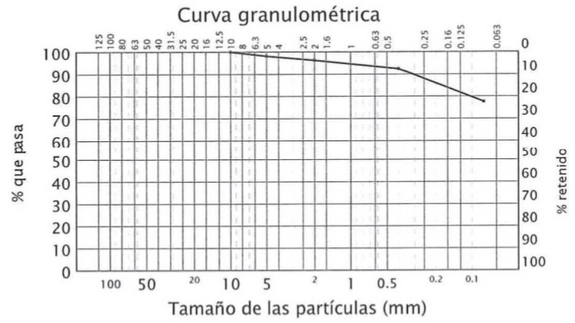
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 285
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 637
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-7 MA-1 (0,60-0,70)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	96
0,4	92
0,08	77,5
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	48,32
Límite plástico	22,51
Indice de plasticidad	25,81

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de alta plasticidad con bastante arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,39
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	2
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 285
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 638
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03
SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-7 MA-1 (0,60-0,70)
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,21

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

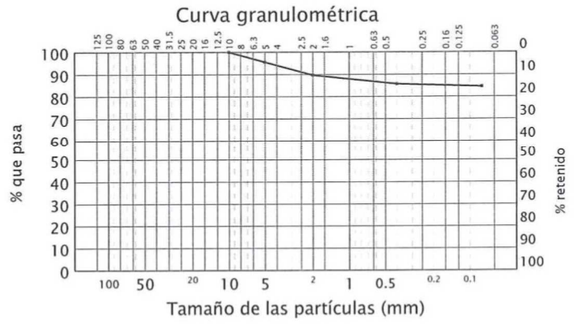
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 286
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 650
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-7 MA-2 (2,00-2,10)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	96
2	90
0,4	86
0,08	84,4
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	38,00
Límite plástico	16,87
Indice de plasticidad	21,13

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 286
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 651
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-7 MA-2 (2,00-2,10)
Descripción:

PROCTOR MODIFICADO S/UNE 103501/94

PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501-94)

Densidad máxima 2.02 Tn/m³ Humedad óptima 10.1 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

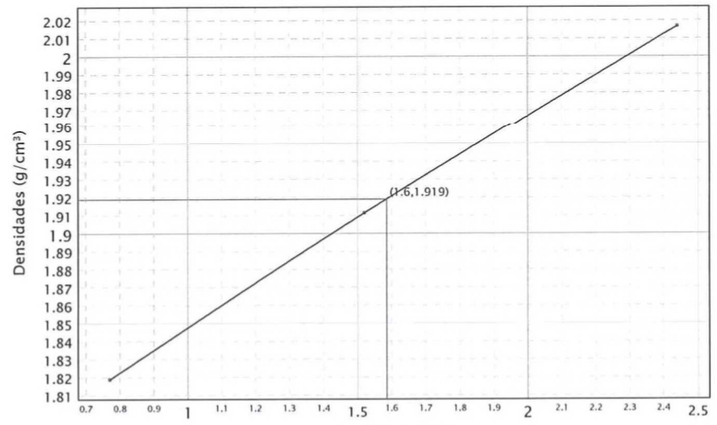
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 286
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 652
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-7 MA-2 (2,00-2,10)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,819 g/cm³	1,911 g/cm³	2,017 g/cm³
Humedad	10,0 %	10,0 %	10,0 %
Absorción	11,42 %	8,37 %	7,10 %
Hinchamiento	1,16 %	3,25 %	4,36 %
Indice C.B.R.	0,8	1,5	2,4

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,020 g/cm³
Humedad óptima	10,1 %
Compactación (95%)	1,919 g/cm³.

Indice CBR (95%)	1,6
Hinchamiento (95%)	3,37 %
Absorción (95%)	8,21 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

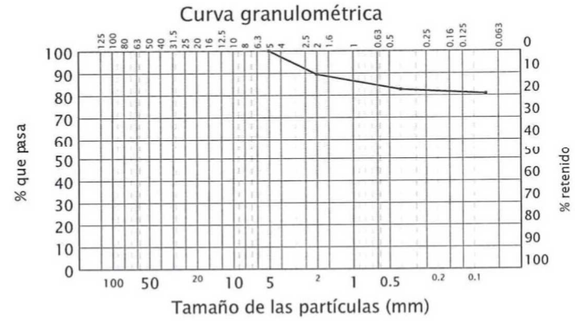
Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 287
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 670
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-8 MA-1 (1,90-2,00)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	89
0,4	83
0,08	80,8
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------

Curva granulométrica



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	37,46
Límite plástico	16,80
Indice de plasticidad	20,66

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

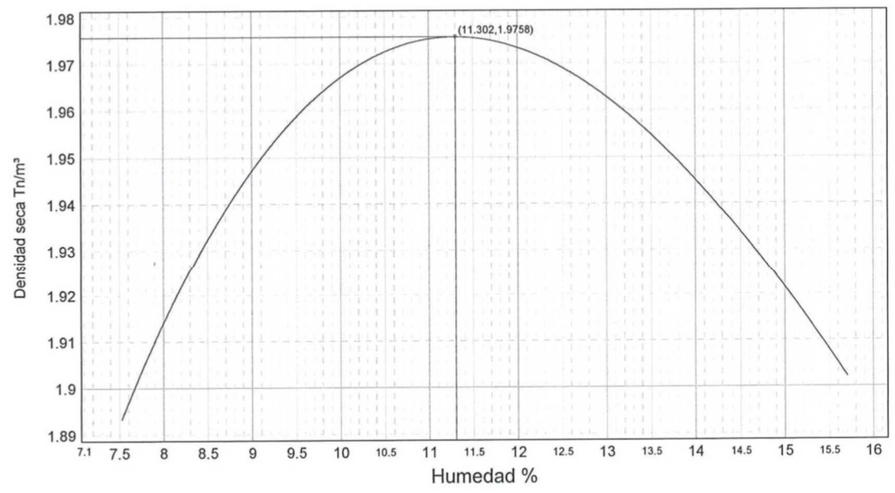
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 287
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 671
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-8 MA-1 (1,90-2,00)
Descripción:

PROCTOR MODIFICADO S/UNE 103501/94

PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501-94)

Densidad máxima 1,98 Tn/m³ Humedad óptima 11,3 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

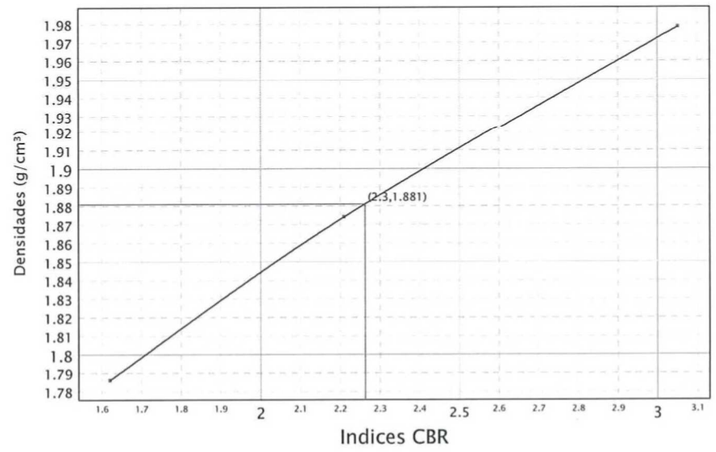
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 287
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 672
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-8 MA-1 (1,90-2,00)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,786 g/cm³	1,874 g/cm³	1,978 g/cm³
Humedad	11,3 %	11,3 %	11,3 %
Absorción	10,88 %	9,48 %	7,65 %
Hinchamiento	3,09 %	3,35 %	3,73 %
Indice C.B.R.	1,6	2,2	3,0

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,980 g/cm³
Humedad óptima	11,3 %
Compactación (95%)	1,881 g/cm³.

Indice CBR (95%)	2,3
Hinchamiento (95%)	3,37 %
Absorción (95%)	9,36 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TECNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 287
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 684
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-8 MA-1 (1,90-2,00)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	17,80	20,47	1,76	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	0,90
Compactación	100% PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254-99)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	17,93	18,39	1,76	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	0,00
Potencial porcentual de colapso (%)	0,00
Compactación	100% PROCTOR MODIFICADO

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

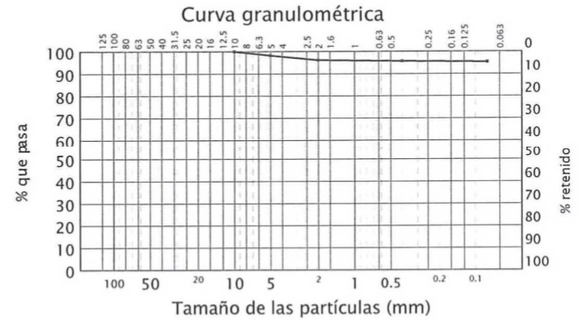
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 288
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 655
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-9 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	96
0,4	96
0,08	95,3
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	40,09
Límite plástico	20,18
Indice de plasticidad	19,91

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de alta plasticidad.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,32
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

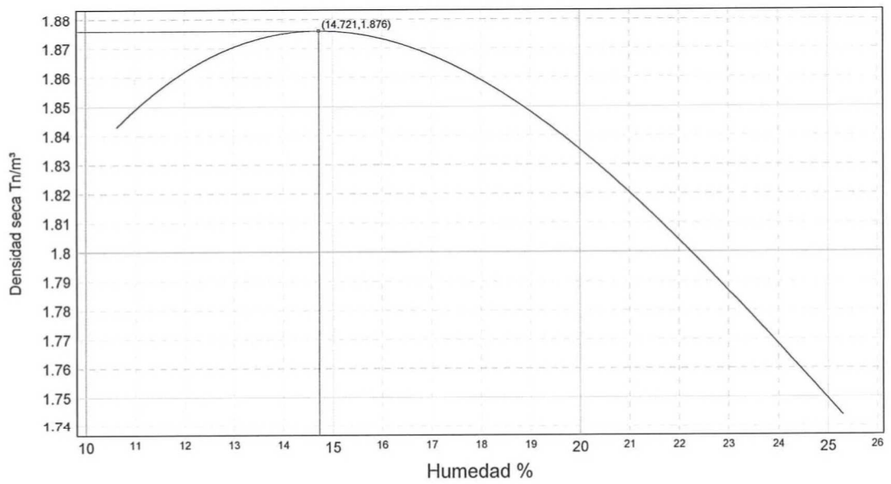
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 288
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 656
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-9 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501-94)

Densidad máxima 1,88 Tn/m³ Humedad óptima 14,7 %



CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,17

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernandez Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

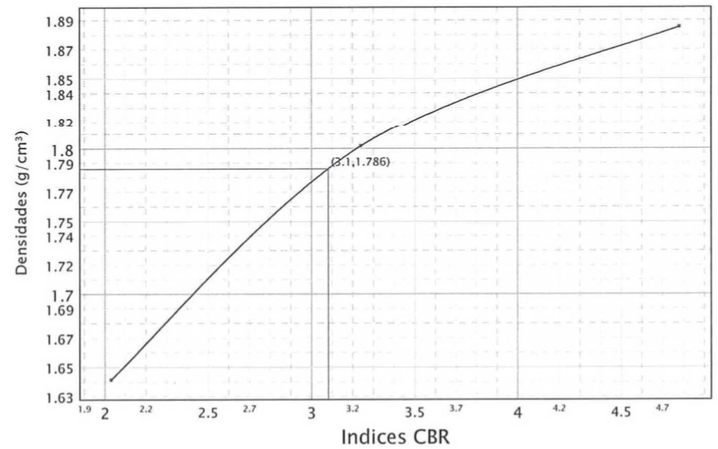
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 288
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 657
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-9 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,641 g/cm³	1,802 g/cm³	1,885 g/cm³
Humedad	14,5 %	14,5 %	14,5 %
Absorción	10,37 %	7,44 %	5,65 %
Hinchamiento	2,39 %	3,02 %	3,33 %
Indice C.B.R.	2,0	3,2	4,8

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,880 g/cm³
Humedad óptima	14,7 %
Compactación (95%)	1,786 g/cm³.

Indice CBR (95%)	3,1
Hinchamiento (95%)	2,95 %
Absorción (95%)	7,74 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 288
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 683
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-9 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	21,68	22,62	1,67	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	1,05
Compactación	100% PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254-99)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	19,79	21,83	1,71	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	0,00
Potencial porcentual de colapso (%)	0,00
Compactación	100% PROCTOR MODIFICADO

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

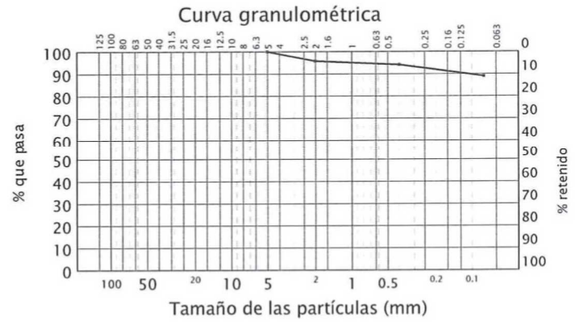
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 289
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 658
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-10 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	96
0,4	94
0,08	89,0
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	36,49
Límite plástico	17,30
Indice de plasticidad	19,19

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

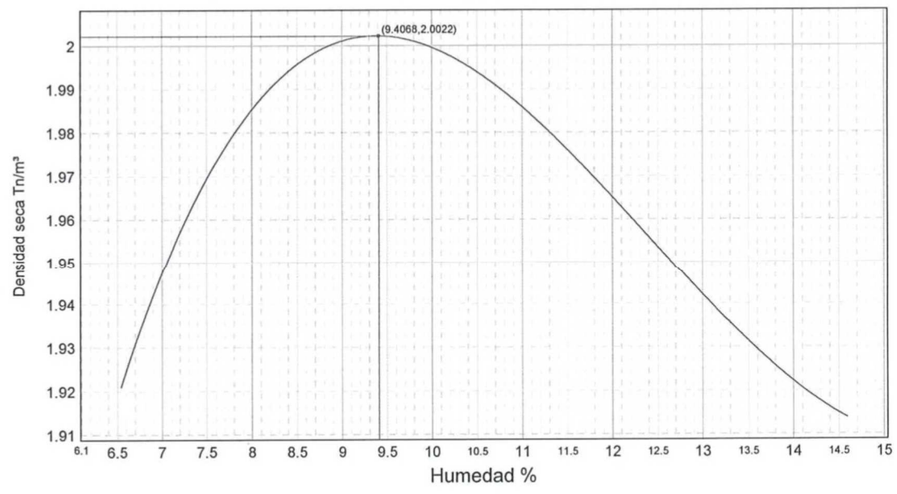
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 289
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 659
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-10 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

PROCTOR MODIFICADO S/UNE 103501/94

PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501-94)

Densidad máxima 2,00 Tn/m³ Humedad óptima 9,4 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

Fernando Fernández Díaz
Químico

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

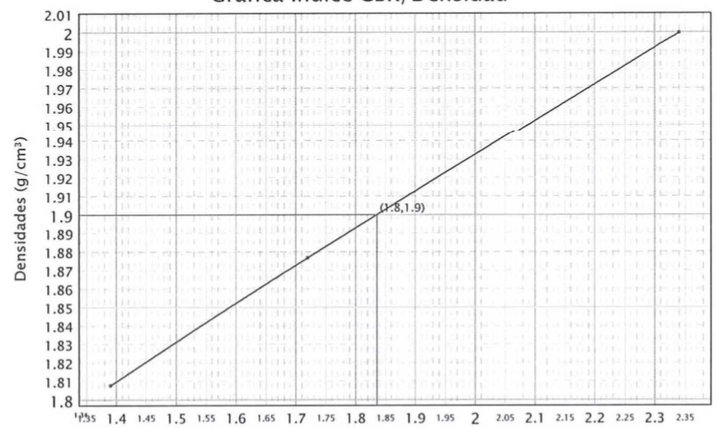
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 289
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 660
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-10 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,808 g/cm³	1,877 g/cm³	2,000 g/cm³
Humedad	9,7 %	9,7 %	9,7 %
Absorción	7,13 %	5,65 %	3,88 %
Hinchamiento	2,42 %	3,27 %	3,93 %
Indice C.B.R.	1,4	1,7	2,3

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,000 g/cm³
Humedad óptima	9,4 %
Compactación (95%)	1,900 g/cm³.

Indice CBR (95%)	1,8
Hinchamiento (95%)	3,42 %
Absorción (95%)	5,28 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

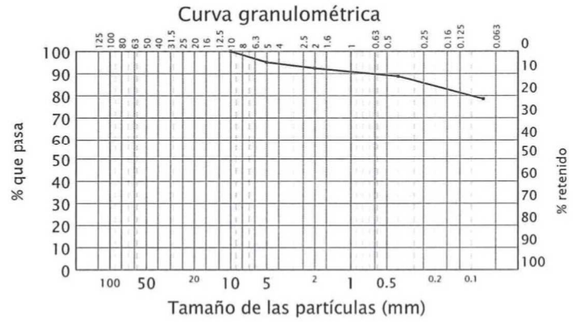
JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 290
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 634
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-11 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	95
2	92
0,4	89
0,08	78,5
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	46,60
Límite plástico	19,08
Indice de plasticidad	27,52

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con bastante arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,30
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	2
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	$\%SO_3$	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 290
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 636
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-11 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,34

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

elabora
Pág. 1 de 1

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

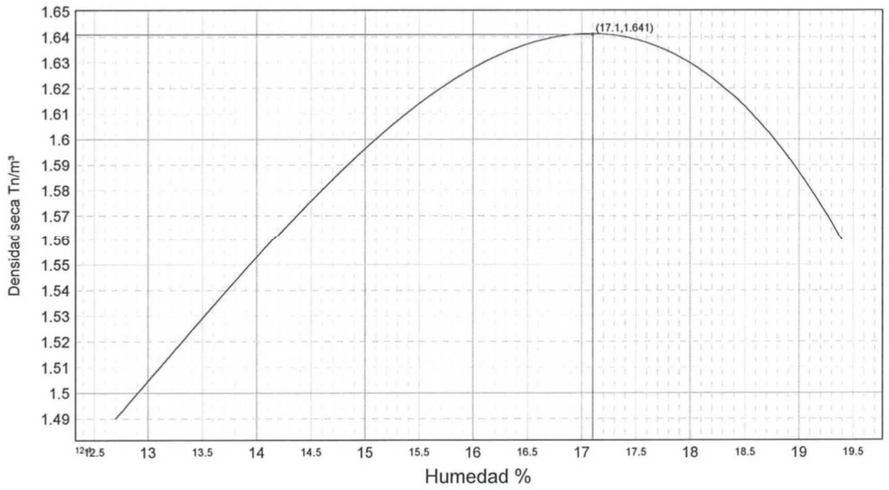
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 290
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 635
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-11 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

PROCTOR NORMAL (UNE 103500-94)

Densidad máxima 1,64 Tn/m³ Humedad óptima 17,1 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO
Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

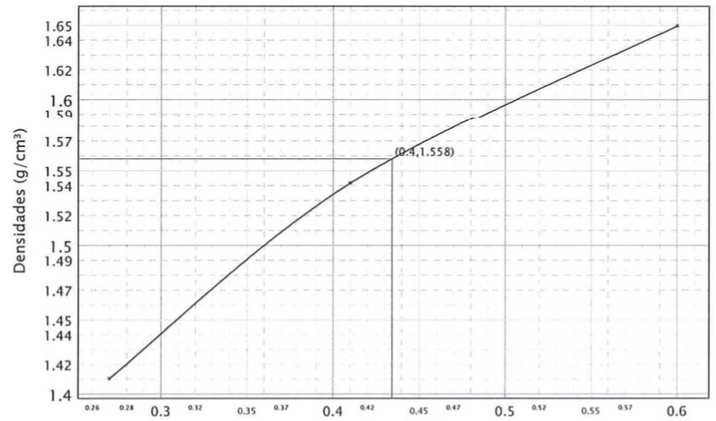
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 290
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 734
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-11 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,410 g/cm³	1,542 g/cm³	1,650 g/cm³
Humedad	16,9 %	16,9 %	16,9 %
Absorción	23,81 %	20,77 %	18,84 %
Hinchamiento	0,42 %	1,62 %	4,09 %
Indice C.B.R.	0,3	0,4	0,6

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,640 g/cm³
Humedad óptima	17,1 %
Compactación (95%)	1,558 g/cm³.

Indice CBR (95%)	0,4
Hinchamiento (95%)	1,91 %
Absorción (95%)	20,45 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

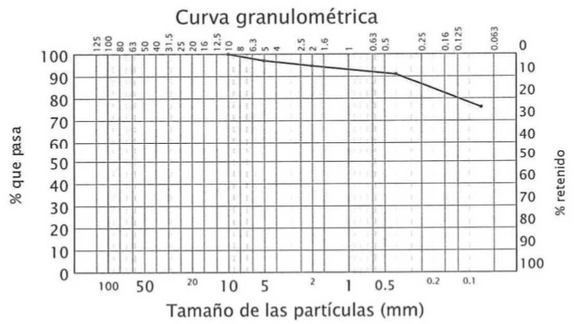
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 291
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 661
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-12 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	97
2	95
0,4	91
0,08	76,0
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------
-------	-------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	33,72
Límite plástico	16,91
Indice de plasticidad	16,81

CLASIFICACION DEL SUELO

CL : Arcilla de media plasticidad con algo de arena.

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,51

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE TÉCNICOS DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 291
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 663
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-12 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

CONTENIDO EN SALES SOLUBLES (NLT-114-99)

Sales solubles	%	0,35

Sevilla 27 de febrero de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD
EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

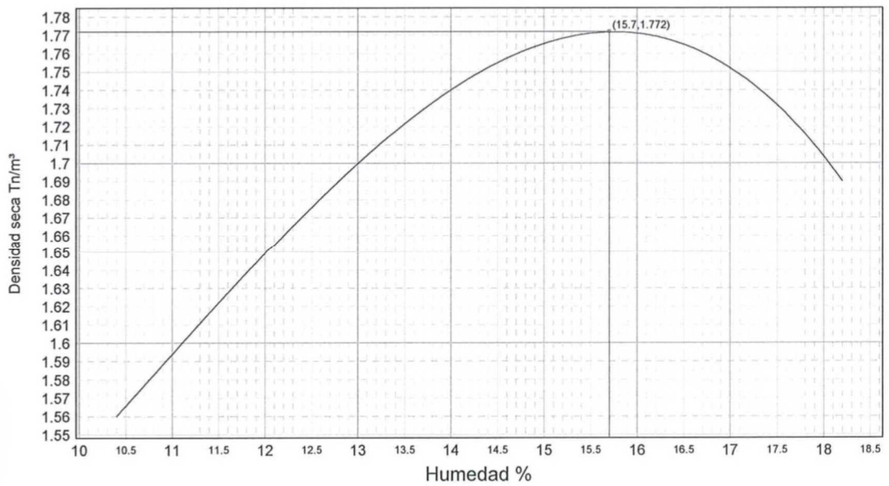
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 291
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 662
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-12 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

PROCTOR NORMAL (UNE 103500-94)

Densidad máxima 1,77 Tn/m³ Humedad óptima 15,7 %



Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

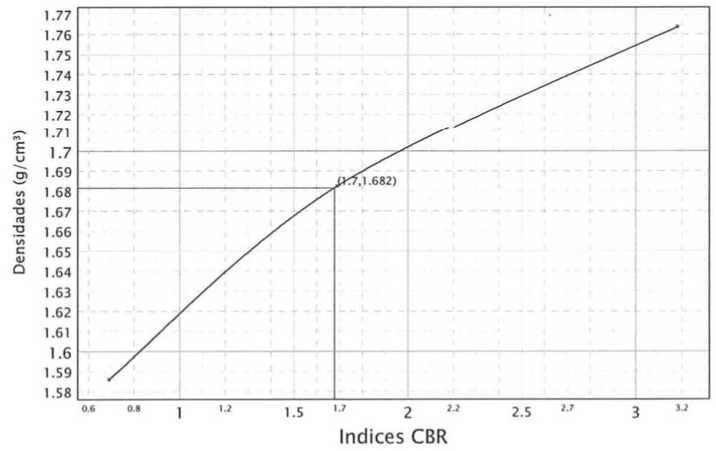
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 291
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 735
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-12 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,586 g/cm³	1,682 g/cm³	1,764 g/cm³
Humedad	15,7 %	15,7 %	15,7 %
Absorción	9,68 %	8,51 %	4,99 %
Hinchamiento	0,31 %	0,61 %	1,57 %
Indice C.B.R.	0,7	1,7	3,2

PROCTOR NORMAL	
Densidad máxima	1,770 g/cm³
Humedad óptima	15,7 %
Compactación (95%)	1,682 g/cm³.

Indice CBR (95%)	1,7
Hinchamiento (95%)	0,60 %
Absorción (95%)	8,53 %

Sevilla 27 de febrero de 2013

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 291
Albarán:
Fecha de toma: 11/02/2013
Número Acta: 682
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: C-12 MA-1 (1,50-2,00)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	17,76	20,77	1,64	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	1,30
Compactación	100% P.N

ENSAYO DE COLAPSO (NLT 254-99)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	17,48	19,31	1,66	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	0,05
Potencial porcentual de colapso (%)	0,05
Compactación	100% P.N

Sevilla 1 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia, Nº de inscripción AND-L-047

Consulte sus actas en www.elabora.es

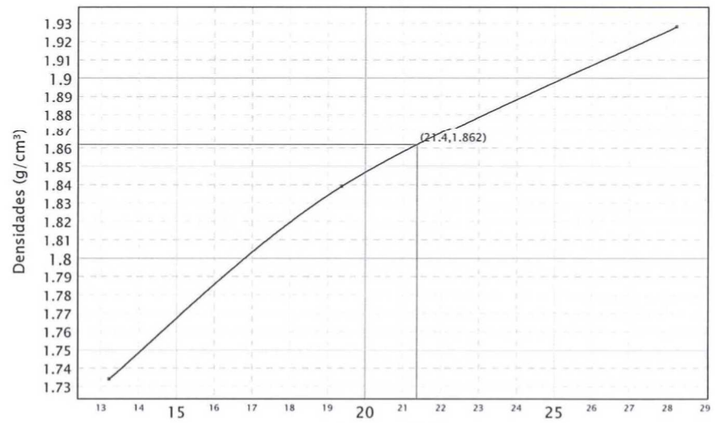
Cliente: JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE

JUNTA DE COMPENSACIÓN SAN NICOLÁS OESTE
c/Diego de Riaño nº 5, 1º dcha
41004-SEVILLA

Muestra: 354
Albarán:
Fecha de toma: 13/02/2013
Número Acta: 880
Código: 6517
Obra: URBANIZACIÓN PLAN PARCIAL SUS-DMN-03 SAN NICOLÁS OESTE
Localidad: SEVILLA
Procedencia: ESTABILIZACION AL 3% DE CAL
Descripción:

C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502-95)

Grafica Indice CBR/Densidad



Norma: UNE 103,502	Material retenido tamiz 20 mm. UNE: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 5,5 Kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energia compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,734 g/cm³	1,839 g/cm³	1,928 g/cm³
Humedad	12,9 %	12,9 %	12,9 %
Absorción	11,14 %	8,06 %	7,13 %
Hinchamiento	3,60 %	2,49 %	1,21 %
Indice C.B.R.	13,2	19,4	28,2

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,960 g/cm³
Humedad óptima	12,3 %
Compactación (95%)	1,862 g/cm³.

Indice CBR (95%)	21,4
Hinchamiento (95%)	2,19 %
Absorción (95%)	7,69 %

Sevilla 18 de marzo de 2013

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L.
Parque Sevilla Industrial
Avda. del Parsi "Miniparsi" nave 3
41016 SEVILLA
Tel.: 954 51 55 58/59
Fax: 954 51 38 21
elabora@elabora.es
www.elabora.es

C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

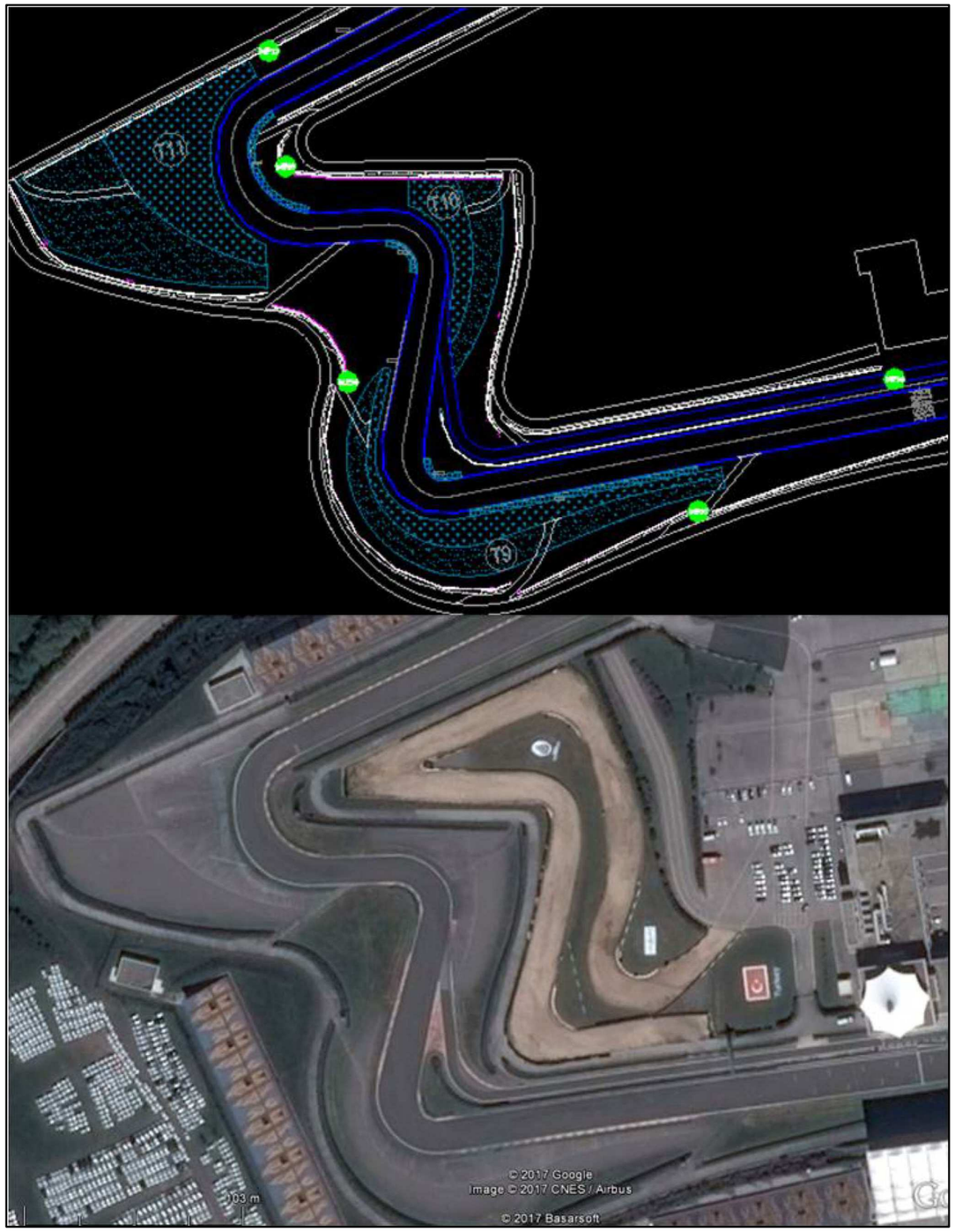
ANEJO 07
DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO

En este Anejo se describirá el proceso y los métodos con los que se ha llegado a una definición precisa y detallada del circuito, incluyendo un modelo informático del mismo. Siguiendo el concepto de circuito generando teniendo en cuenta criterios reflejados en el Anejo 03 CRITERIOS DE DISEÑO, se aplican las especificaciones técnicas del Apéndice O del Código Deportivo Internacional de la FIA: Procedimientos de Homologación de Circuitos de Carreras de Automóviles, para llegar a una solución que consiga la forma proyectada y a la vez sea técnicamente válida. A través de los puntos de este Anejo, se recorren los diferentes aspectos del circuito, para su completa definición geométrica.

1 DISEÑO EN PLANTA

El diseño en planta del circuito es el más representativo y característico de la obra. Debido a la particular finalidad de la obra, cobra especial importancia el recorrido de la pista. Para ello, como se ha mencionado en la introducción anterior, los criterios deportivos, estéticos y demás, expuestos en el Anejo nombrado, han guiado el diseñohasta llegar al trazado propuesto, cuyo proceso se desarrollará en las páginas siguientes.

A la derecha se puede ver un ejemplo de representación en planta de un circuito real. La imagen superior es un extracto de un plano de muestra que ofrece gratuitamente la FIA en su web, y la imagen inferior es la vista de satélite del circuito representado en el plano. Se trata de las Curvas 12, 13 y 14 del Circuito Istanbul Park (Estambul, Turquía), y el inicio de la recta de meta, con la línea de meta visible en la imagen.



La FIA pide un formato concreto para la presentación de nuevos circuitos para su homologación. En el documento "*Circuit - List of Requirements for the circuit drawing",* en su version 3.2, del 20 de abril de 2015, presenta el estándar de formato del plano que se debe hacer llegar a la RFEDA y a la FIA para iniciar los procedimientos de homologación. Dicho documento ha servido de guía para la elaboración de los planos de este proyecto, en especial los relativos al PLANO 03 PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO, si bien se han modificado algunas características del formato para una mayor comprensión y adecuación al fin que persigue dicho plano.

Algunas de las especificaciones del formato requerido en ese documento son referidas al tipo de archivo. Se indica que los planos deben estar realizados con programas asistentes de dibujo, y más concretamente, que se deben entregar en un fichero de tipo *.dwg* realizado con AutoCAD de versión 14 o superior. En este caso, se ha utilizado AutoCAD Civil 3D versión 17, mientras que se ha usado también, como apoyo, el programa DraftSight, en su versión 17. Se ha comprobado que la compatibilidad de archivos es válida.

Con esto, se ha partido del formato propuesto por la FIA, a través de archivos descargables en su web, "*Circuit - AutoCAD template with blocs and line types*" y "*Circuit – AutoCAD template with typical extracts of plans*", e introduciendo nuevas características para la elaboración de los planos concretos de este proyecto.

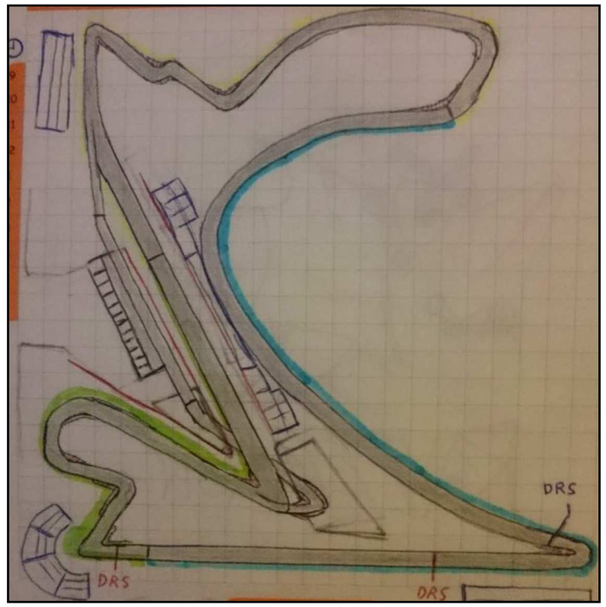
Para desarrollar todo el plano, es importante tener clara la idea del recorrido. El trazado propuesto, resultado de los criterios ya citados, se traslada al papel a través de numerosos bocetos y esquemas.

Partiendo del primer boceto, o primera versión del recorrido, se toma en forma de imagen digital como referencia para obtener sobre ella un modelo informático, que se irá puliendo acorde al cumplimiento de la normativa específica y otros factores que se detallarán seguidamente, para obtener una solución que satisfaga la idea original y las exigencias técnicas. Para una deifnición geométrica exhaustiva, se trabaja sobre el modelo referenciado geográficamente, y además se definen los vértices y puntos de tangencia de los tramos lineales que forman el recorrido. De este modo, con los datos suficientes, se puede replantear la obra en campo.

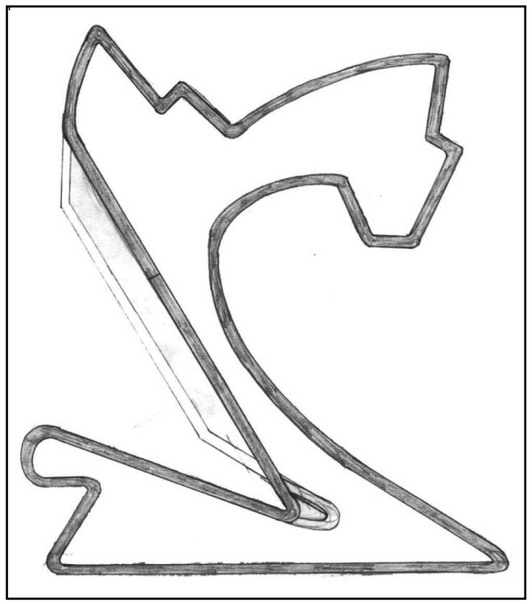
Concluida la planta del circuito, se tiene la base principal de la obra, por lo que ésta servirá de guía para las demás instalaciones del circuito.

1.1 Diseño primario

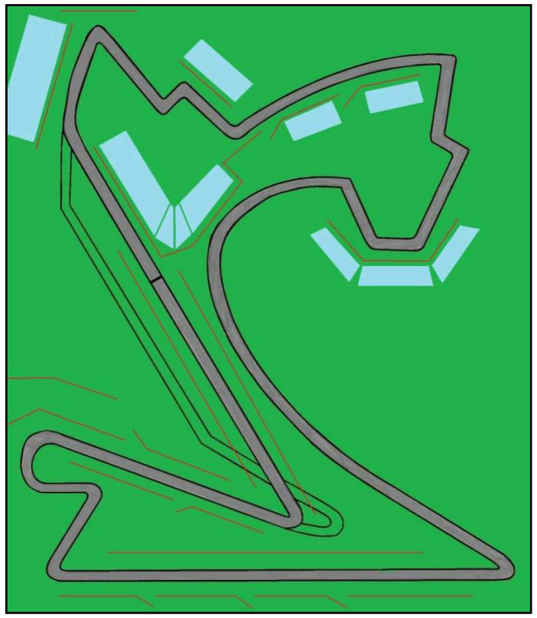
En la imagen inferior se puede ver el dibujo a mano alzada original del circuito.



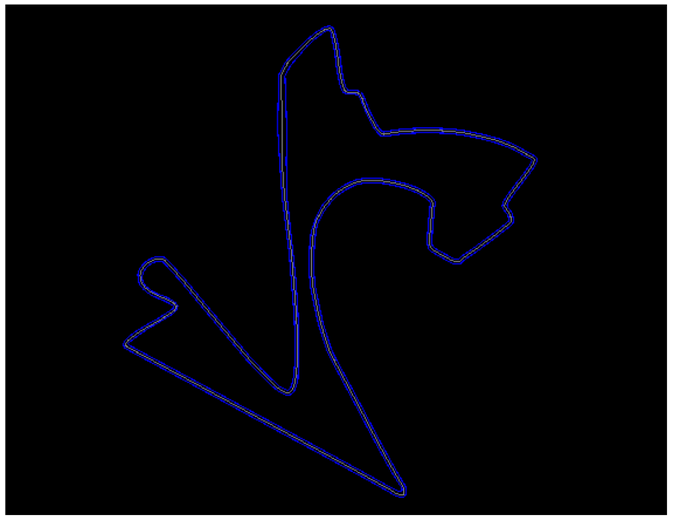
El diseño original, tras numerosos bocetos, se dibujó en papel a lápiz, con ayuda de herramientas de dibujo, pero sin medida alguna de radios o longitudes, guiándose simplemente por la idea del circuito.



Este dibujo fue escaneado para tener el modelo en una versión digital, y a continuación, con el accesorio *Paint*, fue repasado para eliminar imperfecciones, y tener un dibujo simple pero ilustrativo de la planta del circuito.



Posteriormente, ya usando programas de asistentes de dibujo, se inserta la imagen obtenida de *Paint* como referencia externa, y sobre él se dibuja una *polilínea* que definirá la línea central del circuito.



1.2 Georreferenciación

Para ubicar el circuito en el espacio de dibujo con propiedades geográficas y localización específica, es necesario llevar a cabo un proceso de georreferenciación. De este modo, no sólo se consigue situar la obra o los objetos que se tengan en

un espacio concreto, sino que además, se podrán extraer los datos geográficos de las entidades que se vayan añadiendo al diseño.

En primer lugar, se aconseja recurrir al Anejo 04 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA para conocer el proceso por el que se ha georreferenciado la ortofotografia, que servirá de base para la configuración de este circuito.

Una vez preparado ese punto, se ha realizado una polilínea para delimitar la parcela donde se va a realizar la obra exteriormente. Para evitar posibles conflictos con la linde del terreno localizado y su delimitación con la polilínea, además de por la definición de la ortofotografía, una vez que se tiene marcado el perímetro de la misma, se ha aplicado un margen de 100 metros hacia el interior. Este nuevo polígono será la superficie en la que debe estar enmarcada la obra completa.

Llegado el desarrollo a este punto, se tiene georreferenciado el marco en el que se va a desarrollar la obra, y se tiene una entidad lineal que marca el recorrido original del circuito. A continuación, se ubica la pista de forma adecuada dentro de la parcela. Para ello, manteniendo la forma original invariable, se escala el circuito y se gira hasta obtener la orientación deseada.

Para obtener la escala del circuito, se ha tomado como referencia la recta principal. Se ha escalado el circuito completo para que dicha recta mida en torno a 700 metros. Este valor se ha considerado como apropiado para una recta principal, pues puede cumplir las indicaciones del Apéndice O en cuanto a la distancia a la primera curva y número de vehículos que se pueden disponer, además de encajar en la idea inicial.

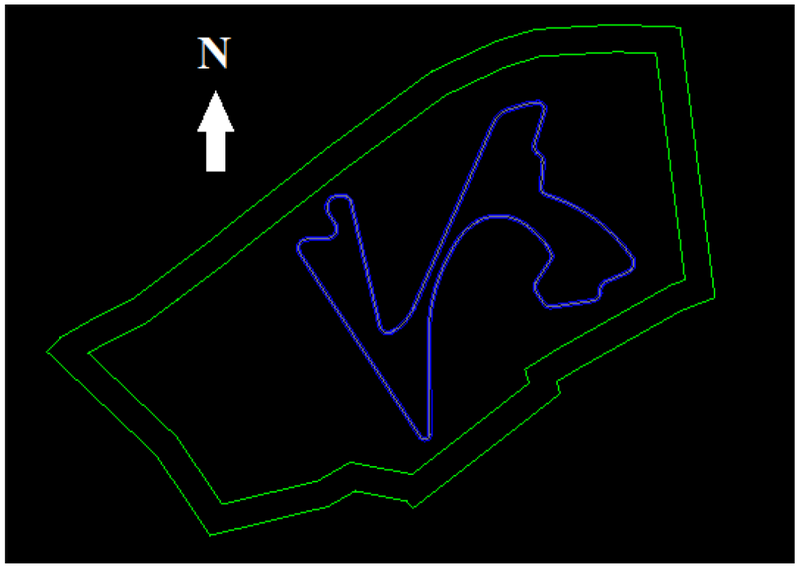
El cálculo de la medida se ha realizado teniendo en cuenta conociendo los casos más límite de algunos circuitos conocidos: la recta principal más corta es la de Mónaco (en torno a 400 metros) y las rectas más largas; la "de atrás" de Yas Marina (Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos), la de Yeongam (Seúl, Corea del Sur) y la de Buddh (Nueva Delhi, India), con una longitud en torno a los 1200 metros.

La orientación del circuito responde a un encaje tal en la parcela que permita un mayor espacio para las instalaciones accesorias alrededor del mismo, y permita una ordenación de las mismas y un tránsito no complejo.

En un deporte en el que la visibilidad es tan importante, y el vehículo cambia de dirección en tantas ocasiones, habría que tener en cuenta la posición del Sol en su salida y puesta. En ese aspecto hay que comentar que por esta razón, se ha intentado cumplir con lo dicho anteriormente procurando que la recta principal, eje estructural del diseño del recorrido, está orientada hacia el norte, para que en ningún caso el Sol dificulte la visibilidad de los pilotos en la salida o inicio de la carrera/vuelta. No obstante, hay que mencionar que los eventos deportivos en este tipo de instalaciones suelen tener lugar en las horas centrales del día, por lo que este problema no suele ser determinante en el diseño.

Aún así, los lugares donde la visibilidad puede verse afectada por el Sol son: el tramo entre las Curvas 5 y 6, en la salida del Sol; la recta antes de la Curva 9 y el vértice de la 12 a la puesta; y la salida de la Curva 14 al amanecer.

Finalmente, la orientación elegida es la que se muestra a continuación, con el circuito ya escalado y dispuesto en la parcela:



Con el circuito diseñado, y dispuesto en una parcela correctamente orientado y escalado con respecto a la idea original; y georreferenciado para situarlo en un marco espacial concreto, se puede proceder con el trabajo para rrealizar los cambios oportunos que lleguen a una solución técnicamente válida.

1.3 Alineaciones

La entidad *polilínea* que se tiene tras los pasos explicados en los puntos anteriores está basada en una imagen que, aunque se trata del contacto más cercano al diseño original, no está correctamente modelada, pues no son reconocibles los puntos de tangencia, o los radios de las curvas, etc. En este punto del proceso del diseño en planta, hay que transformar la entidad que se tiene en una medible, concretada y reproducible.

Para ello, se procede a través de las rectas del circuito. Apoyándose en la entidad existente y la imagen del boceto de fondo, se trazan las rectas directrices, que forman una línea quebrada. Los vértices de dicha línea se convertirán en los vértices del circuito, cuyas coordenadas se obtienen gracias a la georreferenciación realizada, y que servirán posteriormente para guiar el replanteo en obra.

A continuación, los tramos rectos obtenidos deben ser enlazados mediante las curvas, cuyo diseño se guía también por las imágenes de referencia elegidas. En este punto es importante atender a los criterios del Apéndice O nuevamente. En él se especifica que no hay restricciones en la forma, pero que la FIA puede proponer mejoras en pos del interés de la buena competición o la necesidad práctica. Ello conlleva que no existe a priori un radio mínimo para las curvas.

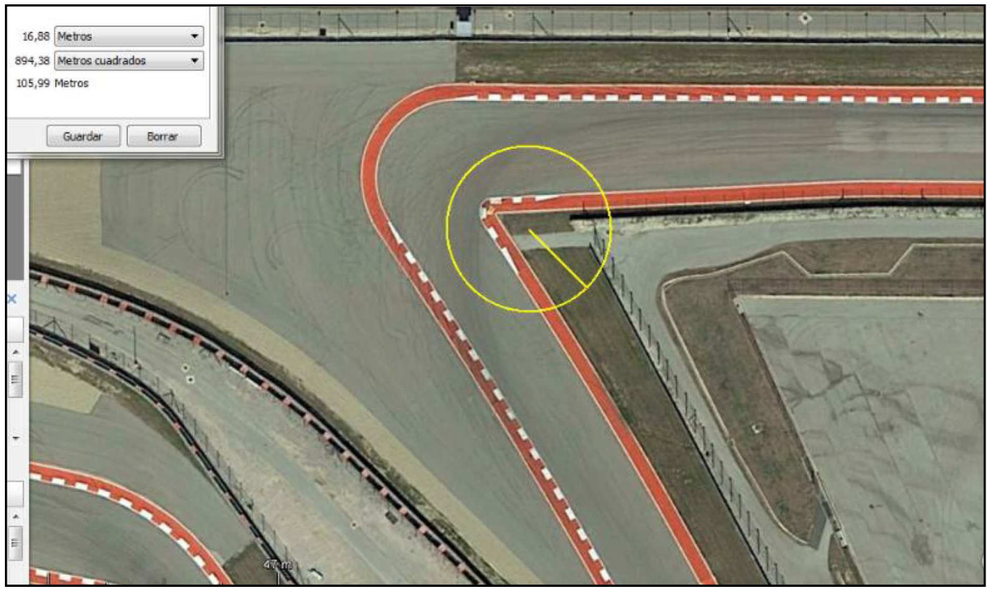
De este epígrafe se puede entender que no existen restricciones al recorrido en planta, siempre y cuando la conducción

segura sea posible. Las limitaciones geométricas se limitan a limitar la longitud de las rectas a 2 kilómetros, no habiendo en este caso ninguna superior a 1; y que la longitus no sea superior a 7 kilómetros, moviéndose el circuito propuesto en torno a los 5,5 kilómetros.

Es decir, las curvas se pueden disponer de la forma en que se desee, siempre que no pongan en riesgo la seguridad de los pilotos. En caso de haber curvas más cerradas que otras, serán los pilotos los que las negocien de una manera o de otra, sin estar la geometría limitada a un radio mínimo, a un acuerdo concreto. La gestión de las curvas se debe, por tanto, a estrictamente a criterios deportivos.

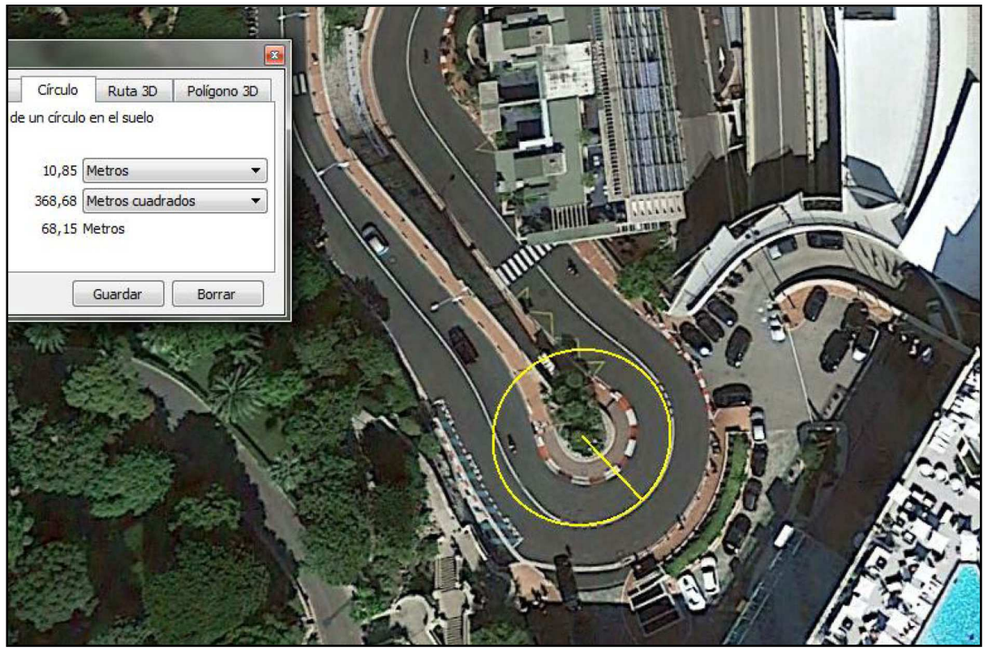
Aclarado este punto, se ha recurrido a casos reales para comprobar los valores en los que se mueven los radios de las curvas más cerradas de los circuitos que acogen competiciones de las máximas categorías del deporte de motor. El radio máximo, es evidentemente un dato supérfluo, pues hasta el radio infinito, que son las rectas, no hay límite.

El ejemplo propuesto en la imagen siguiente corresponde a un punto muy especial del Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos). Tras la recta más larga del circuito (más de 1 kilómetro) se encuentra la Curva 12, a la que se llega aproximadamente a 330 km/h, y que se toma a 90 km/h. Como se puede ver, el radio de la misma, medida desde la línea media del trazado, es de casi 17 metros (primer valor en la esquina superior izquierda).



Este ejemplo pone de manifiesto que no hay valores mínimos de radios de curvatura muy restrictivos, y que la negociación de la curva es cuestión de la habilidad del piloto.

Basándose en este ejemplo, se ha decidido que, aunque este caso no se de en el circuito propuesto, no se dispongan curvas con un radio inferior a **10 metros**, que es un valor que, aunque exista en algunos circuitos clásicos, como el urbano de Mónaco, produciría problemas de replanteo, difición de secciones y obra civil, y trazado de los vehículos; además de que no se está en el caso de un circuito urbano, como el de Montecarlo.

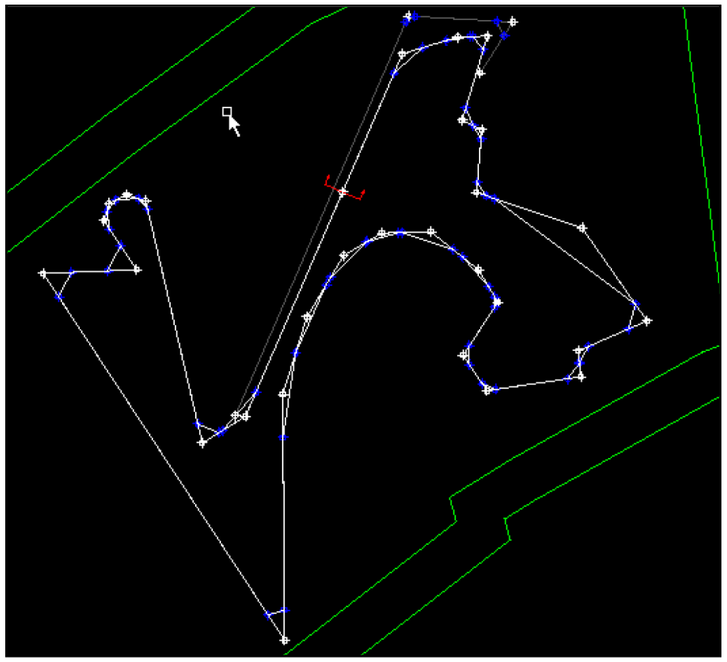


Teniendo este dato en cuenta, se van enlazando rectas procurando encajar el diseño sobre la idea original. La forma que se ha tomado para realizar los acuerdos en planta es la curva circular o arco de circunferencia. Como puede comprobarse con las mismas imágenes anteriores, en este tipo de trazados no aparecen curvas de transición, ya que el confort del viajero no es un factor trascendente, ya que sobre la pista no hay *viaje* sino *competición*. Las aproximaciones a las curvas que se deseen hacer algo más asequibles de negociar, o seguras en su caso, se consiguen con ensanches, no con trozos de clotoide. En los casos reales, se puede ver la brusquedad del cambio de tramo recto a tramo en curva, llegando incluso a casos de curvas en ángulo recto.

Tras los ajustes necesarios y los cambios precisos, se llega a una solución que aúne la satisfacción de los criterios técnicos del Apéndice O en planta con la idea original. Con respecto a ésta, se hicieron algunos cambios, entre los que destacan:

- Eliminar la curvatura de la recta principal y convertirla en una completamente recta.
- Acercar las Curvas 3 y 4 estrechando la chicane que forman.
- Aumentar el radio de las Curvas 14 y 15, acortando la recta entre ellas.
- Convertir la Curva 17 en dos Curvas de mayor radio, abriendo la entrada a la recta de meta.
- Redefinir el carril de boxes (lo que se explicará más adelante).

Con todo esto, y asumiendo también los cambios que se detallarán en el apartado de obra civil, se llega a una solución definitiva de la alineación del trazado, que se muestra en la imagen siguiente. Para mayor detalle, ver el PLANO 06 PLANTA DE ALINEACIONES.



El detalle de la alineación se resume en la localización de los puntos singulares de la misma, es decir, los vértices y los puntos de tangencia entre tramos diferentes. A continuación se muestran las coordenadas de dichos puntos. En el plano correspondiente, se desarrollan más estas tablas, y se añade otra detallando cada tramo que compone la línea central del trazado. Las coordenadas X e Y se corresponden con las coordenadas geográficas en el sistema UTM ED50, EPSG 23030 (ver Anejo 04 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA), y el ángulo θ el giro de una alineación recta a otra que se produce en el vértice, medido positivo en sentido de las agujas del reloj.

Vértices							
	X	Y	θ		X	Y	θ
V0	249207.47	4148202.64	0.00	**V15**	249394.21	4148118.94	-40.05
V1	249334.07	4148495.46	49.82	**V16**	249290.44	4148116.39	-29.16
V2	249450.86	4148530.72	14.75	**V17**	249210.21	4148069.00	-28.49
V3	249513.39	4148532.95	108.73	**V18**	249132.28	4147938.98	-13.68
V4	249460.06	4148354.99	-80.66	**V19**	249081.35	4147775.01	-17.69
V5	249501.73	4148334.64	68.90	**V20**	249085.30	4147255.74	147.12
V6	249490.32	4148202.12	-76.28	**V21**	248575.65	4148031.15	121.13
V7	249713.53	4148126.84	36.44	**V22**	248772.87	4148038.67	-121.41
V8	249850.44	4147930.75	101.29	**V23**	248703.90	4148142.50	50.02
V9	249705.21	4147867.22	-72.59	**V24**	248714.56	4148178.65	47.20
V10	249711.17	4147812.51	87.82	**V25**	248752.28	4148197.35	44.38
V11	249512.52	4147783.18	64.40	**V26**	248792.09	4148184.41	58.86
V12	249462.08	4147857.98	67.33	**V27**	248911.51	4147672.36	-108.63
V13	249535.94	4147970.26	-64.58	**V28**	249002.59	4147728.74	-34.86
V14	249494.25	4148038.98	-20.12	**V29**	249207.47	4148202.64	0.00

Puntos de Tangencia					
	X	Y		X	Y
T1	249316.28	4148454.33	**T27**	249441.03	4148081.52
T2	249376.97	4148508.41	**T28**	249334.29	4148117.47
T3	249426.76	4148523.44	**T29**	249325.97	4148117.27
T4	249476.03	4148531.62	**T30**	249259.84	4148098.32
T5	249482.88	4148531.86	**T31**	249257.20	4148096.76
T6	249504.63	4148503.71	**T32**	249182.16	4148022.19
T7	249467.67	4148380.39	**T33**	249173.00	4148006.91
T8	249483.89	4148343.35	**T34**	249108.79	4147863.34
T9	249500.03	4148314.90	**T35**	249108.29	4147861.73
T10	249492.11	4148222.84	**T36**	249082.04	4147684.20
T11	249510.03	4148195.48	**T37**	249084.82	4147319.44
T12	249527.64	4148189.54	**T38**	249050.32	4147308.97
T13	249826.11	4147965.60	**T39**	248608.21	4147981.61
T14	249811.50	4147913.71	**T40**	248634.89	4148033.41
T15	249726.90	4147876.71	**T41**	248711.60	4148036.33
T16	249707.77	4147843.68	**T42**	248738.94	4148089.74
T17	249708.06	4147841.04	**T43**	248715.41	4148125.18
T18	249682.78	4147808.32	**T44**	248709.78	4148162.45
T19	249530.09	4147785.77	**T45**	248729.70	4148186.16
T20	249502.59	4147797.90	**T46**	248776.26	4148189.56
T21	249475.54	4147838.02	**T47**	248795.87	4148168.20
T22	249475.31	4147878.08	**T48**	248902.16	4147712.42
T23	249528.54	4147959.02	**T49**	248946.49	4147694.01
T24	249528.96	4147981.77	**T50**	248954.80	4147699.16
T25	249516.21	4148002.77	**T51**	249024.90	4147780.33
T26	249461.17	4148065.42			

1.4 Diseño técnico

En este apartado se pretenden explicar los últimos detalles que se han tenido en cuenta para llegar al diseño definitivo de la pista.

Según el procedimiento explicado hasta ahora, llegado este punto se tiene la alineación quebrada de las rectas y las curvas que las enlazan con los puntos de tangencia localizados. Obteniendo los tramos rectos entre puntos de tangencia, se puede generar una *polilínea* que aúne todos los tramos dibujados, llegando a describir la Línea Central de la pista. Esta entidad es fundamental para el desarrollo del circuito, pues marca el punto desde donde se medirá y harán referencias a la pista, marcando en todo momento las direcciones y longitudes de todos los tramos que conforman el trazado. Además, es la línea que marcará, segñun el Apéndice O la longitud final del circuito.

A partir de la Línea Central, se dibujará el carril de la pista, según el ancho de la misma. Con la herramienta de *equidistancia* se puede realizar una *polilínea* paralela a la Línea Central hacia fuera o dentro, formando, con las medidas oportunas, el carril de la pista.

Dichas medidas son 6,5 metros hacia cada lado, es decir, un ancho de pista de 13 metros, superando la anchura mínima indicada en el Apéndice O. En la recta principal, siguiendo las directrices de dicho documento, la anchura será de 15 metros. La transición de 15 metros a 13 metros se realiza, siguiendo nuevamente las indicaciones del Apéndice O, con una transición mínima de 1 metro de reducción en ancho cada 20 de largo, en la recta tras la chicane de las Curvas 3 y 4, y antes de llegar a la Curva 5. La transición opuesta, de 13 metros a 15 se realiza directamente tras la Curva 18, en el inicio de la recta principal.

La pista queda por lo tanto definida en planta.

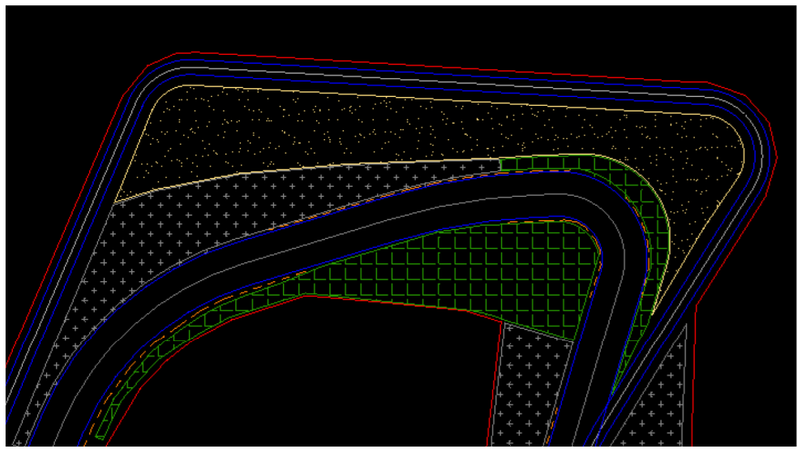
Adicionalmente, el circuito requiere otras actuaciones en la planta para poder considerar el circuito practicable. Como se explicó en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES, el proyecto queda inscrito a los mñargenes del circuito, y estos márgenes se deben a las características de los sobreanchos y las escapatorias de la pista, por lo que deben quedar definidos en planta.

De acuerdo con el Apéndice O, el borde, o sobreancho debe estar comprendido entre 1 y 5 metros. En este caso, como se verá en las secciones, el sobreancho es de 1 metros en el caso de la recta de salida, y de 1,5 metros en el resto de la pista, si bien tras la canaleta de la sección, las escapatorias van desde 4 metros en el margen izquierdo de la recta de salida a los 30 del mismo margen en la recta "de atrás".

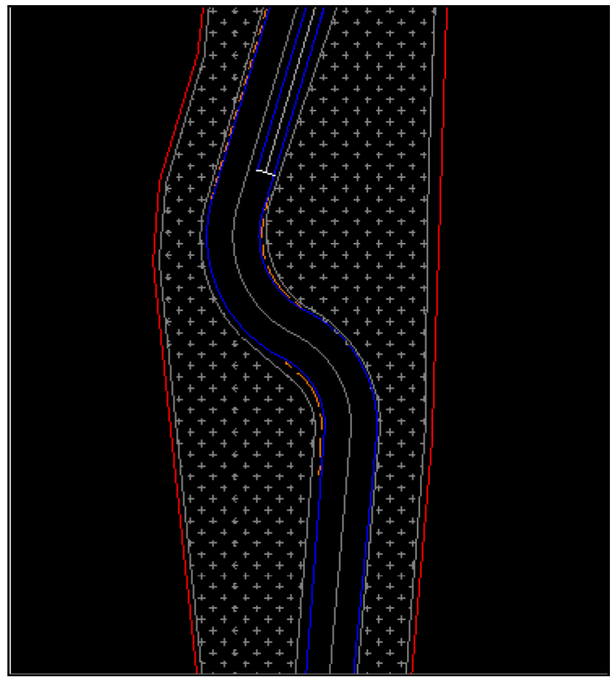
Las siguientes zonas se han extendido o protegido con grava, por la especial atención que requiere garantizar la seguridad en ellas. Tal como dice el Apéndice O, se han diseñado para que el vehículo pueda recorrer 30 metros, según el ángulo más probable de trayectoria, para disipar su energía.

- Curvas 1 y 2: esta zona debe tener una escapatoria especial debido a que es una curva rápida, tras una recta larga, lo cual puede producir salidas importantes de los vehículos. Además, en la salida de la carrera habrá muchos vehículos girando a gran velocidad, pudiendo producirse colisiones. El carril de boxes, rodea esta zona, pero su diseño se explicará más adelante.

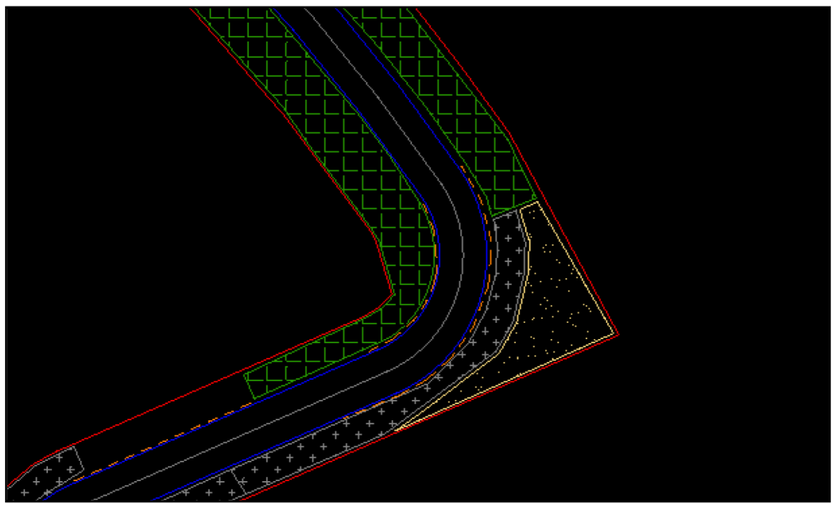
  La bancada de grava permite que el vehículo pierda energía al salirse de la pista, y las trayectorias más probables pueden recorrer 30 metros antes de colisionar con las defensas. Una zona asfaltada permite al piloto reincorporarse al trazado si por una mala maniobra, o por competir con otro vehículo ha sufrido una salida leve por la izquierda.



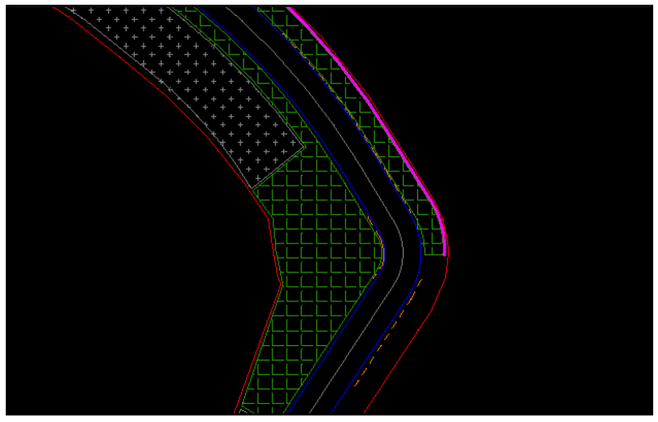
- Chicane Curvas 3 y 4: en este punto confluyen varios aspectos: la salida de boxes, la proximidad al inicio, y la fisonomía de las curvas. Estos factores hacen que sea un punto donde durante la competición sea probable que se produzca una salida, por lo que la zona se ha asfaltado para proteger a los pilotos y permitirles el regreso a la pista.



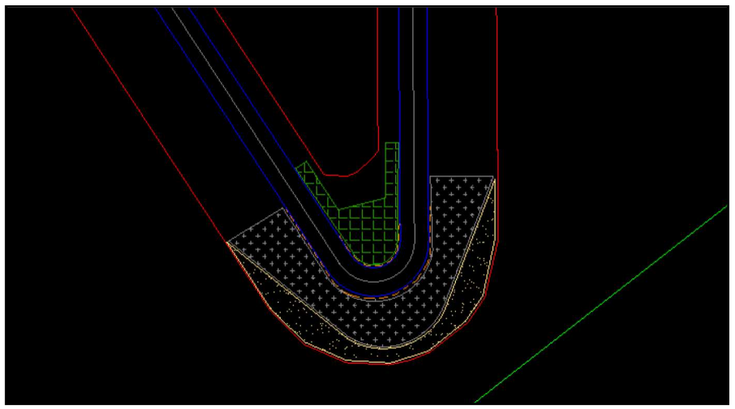
- Curva 6: esta curva presenta un giro de más de 90º, tras un tramo de gran velocidad. Además está al final de la zona de espectadores de "Picnic" por lo que hay que proteger cualquier posible salida, especialmente en una curva cerrada. Se ha añadido la zona de grava con ese fin, aunque una franja de asfalto permitiría el regreso a la pista si la salida es por un fallo leve del piloto.



- Curva 11; a esta curva se llega tras las Curvas 9 y 10, que son rápidas, y ésta supone un giro a la izquierda, tras venir de girar a la derecha. Además, es la entrada a la Curva 12, por lo que para llegar con buena tracción a ella se atacará el interior de la 11. Una escapatoria más ancha permitirá que un piloto que haya perdido el control en estas circunstancias pueda recuperarlo.

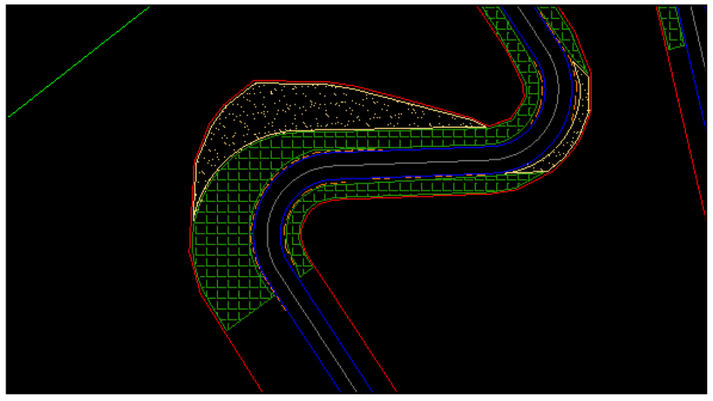


- Curva 13: la horquilla del circuito requiere una zona de protección especial, estando además al final de unou de los tramos más rápidos del circuito. Debido a las oportunidades de adelantamiento que presenta, es común disponer una franja asfaltada algo más ancha, para que se reincorporen los vehículos que se salgan durante el intercambio de posiciones, o, simplemente, comentan un error al negociar la curva.

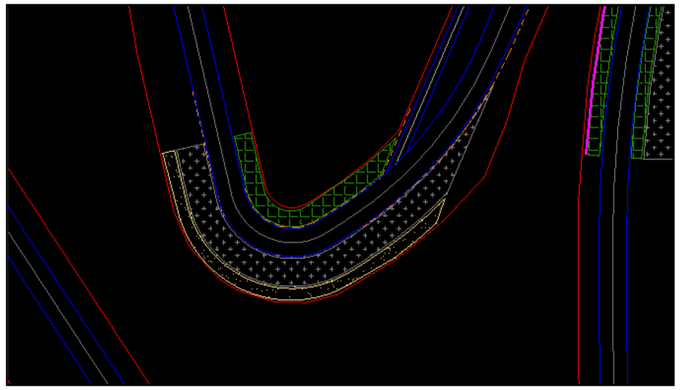


- Curva 14: nuevamente, una curva cerrada al final de una recta larga, como en las Curvas 1, 6 y 13, requiere una zona de seguridad. En este caso, la inclinación aminorará la velocidad de los vehículos que se salgan, aunque puede afectar a la visibilidad, por lo que la zona de grava, que detendrá al vehículo de forma más eficaz que el asfalto, la hierba o el césped artificial, será más conveniente en esta zona.

  Debido a la cercanía del límite en la Curva 15, forzado por motivos de la obra civil, un piloto que se salga por el exterior de la misma puede volver a la pista con el vehículo descontrolado. Por eso se ha dispuesto una zona adicional de grava, aunque reducida, pues tras la disminución de velocidad en la Curva 14, no se espera que la 15 se recorra a alta velocidad, o por el exterior.



- Curva 17: la penúltima curva del circuito, y entrada a la recta principal, también se sitúa tras un tramo rápido. Aun así, el radio que presenta, mayor que en los otros casos, alarga el tramo curvo, por lo que es más fácil recuperar el control del vehículo tras un error. Esta posibilidad se apoya con una escapatoria asfaltada, de manera que se pueda embocar la recta principal en caso de salida. Una pequeña zona de grava ayudará a frenar el vehículo en caso de salida descontrolada hacia el muro, y además servirá de límite a los vehículos que se salgan para volver cuanto antes a la pista.



Los sobreanchos y escapatorias del circuito se han definido atendiendo a las peculiaridades de las curvas y las características de los tramos. Como se explicará más adelante, la sección en ciertas zonas se ha diseñado con un arcén de 30 metros, que es el mínimo indicado en el Apéndice O para las zonas de grava. Esa medida se ha extrapolado a la sección y en las zonas de mayor velocidad y/o peligro, es la que marca el límite del ámbito del circuito. En otras zonas no ha sido necesaria una escapatoria tan amplia.

Con los sobreanchos y escapatorias dispuestas, y la pista definida, el circuito queda al completo en planta, y también queda limitado el ámbito del proyecto.

2 DISEÑO EN ALZADO

Un circuito de automovilismo no es un simple plano en el que se entrelazan curvas y rectas. La dimensión vertical es una parte fundamental del circuito, y debe tenerse muy en cuenta para la conducción sobre él. La trazada, la velocidad, la seguridad y otros aspectos dependen de las variaciones de rasante en la pista, de manera que debe ser un factor bien definido del circuito. Y, en último término, la obra depende de la morfología del terreno, y la necesidad de excavar un desmonte o de construir un terraplén depende de la diferencia de cotas entre la rasante y el terreno natural.

Por tanto, una vez definida la planta del circuito, y situados los elementos accesorios a la pista en los puntos que lo requieren, se pasa al diseño en el eje vertical. El eje del circuito, la Línea Central guía esta segunda fase del diseño, pues será la marca sobre la cual se conocerá el estado actual del terreno. Con ello, se creará un perfil del circuito para determinar la posición final de la propia Línea Central y conferirle un estado tridimensional. Posteriormente, se especificarán los cálculos del peralte de las curvas del circuito, un dato importante en el diseño y que dará forma final a la pista. Finalmente, se determinan las secciones transversales, a partir de unas secciones tipo que, al situarse a lo largo del eje, formarán una entidad volumétrica que definirá la obra civil que es necesaria para llevar a cabo el proyecto.

El diseño de la obra se ha realizado con la herramienta informática AutoCAD Civil 3D versión 2017. Éste programa es un asistente de dibujo especializado en obra civil, con muy buenas aplicaciones en obra lineal. Una vez concluido el diseño en planta, se pasan las entidades a este programa, donde se irán llevando a cabo los demás pasos del proceso de diseño. Aunque los pasos relativos a la obra civil se comentarán en el apartado correspondiente de este Anejo, las aplicaciones usadas en el diseño en alzado también se han realizado con dicho programa.

2.1 Morfología vertical en los circuitos

Antes de mostrar el perfil propuesto para el circuito, es conveniente conocer cómo se presenta este aspecto en otros circuitos del mundo.

En muchos casos, el desnivel de algunas zonas es el elemento más característico del circuito, en especial cuando están situados en curvas. Aunque generen zonas de riesgo, son los puntos más exigentes del circuito, y, por tanto, también los que llevan asociado mayor espectáculo y/o emoción. Por lo tanto, se podría considerar un grupo de circuitos que tratan el desnivel como un aliciente en el interés del circuito, y lo disponen de forma, en mayor o menor medida, artificial, con el fin de crear un tramo destacable. En algunas ocasiones, se crean puntos muy emblemñaticos que llegan a ser icónicos en el mundo del automovilismo.

Para ilustrar este grupo, se muestran algunos casos célebres en circuitos que acogen regularmente carreras de automóviles.

En la esquina superior izquierda, se encuentra la Curva 1 del Circuit of the Amercias (Austin, TX, Estados Unidos), que es la mayor variación de altura en una curva del Mundial de Fórmula 1, con un desnivel de más de 30 metros que hay que subir antes de recorrerla. Aprovechando la morfología natural del terreno, se dispueso esta curva, que después pasó a ser el mayor atractivo y reclamo publicitario del trazado.

A su derecha, la muy conocida curva de Eau Rouge, en el circuito de Spa-Francorchamps (Bélgica). Situada en una vaguada natural, la Curva en S se recorre tras una vertiginosa bajada a alta velocidad, pasando el terreno a ascender pocos metros antes del primer giro, creando estampas como la de la imagen. Se trata de un punto mitificado por los aficionados al mundo del motor, en el que el cambio de rasante juega un papel fundamental.

En la esquina inferior izquierda, la famosa Curva 8 del circuito de Laguna Seca (CA, Estados Unidos), mayormente conocida como “la curva del sacacorchos”, por la peculiar forma que presenta. Se trata de una chicane con un desnivel muy elevado, en el punto medio entre los dos giros, lo que obliga al piloto a recorrer la segunda parte casi a ciegas. Este es un ejemplo muy clarificador de este tipo de desniveles en los circuitos.

Finalmente, el cruce del circuito de Suzuka (Japón), que se hace mediante un puente. Aunque éste no es un caso de aprovechamiento de la morfología natural, sí ilustra muy bien la importancia de la diferencia de cota puntual en un circuito, ya que ello permite el tránsito “en 8”, lo que lo convierte en uno de los puntos más icónicos de este reconocido trazado.

En otro grupo de circuitos, se podrían considerar el resto de circuitos por omisión. Son aquellos en los que el desnivel no se utiliza para crear formas atractivas, sino que es un elemento más de la pista, y no se acentúa de forma destacable en ningún punto. Simplemente se debe al terreno natural, o se usa como elemento destacable en una recta larga, para no hacer monótono el tránsito por ella. Un ejemplo de esto se ve en el circuito de Buddh (Nueva Delhi, India), en la imagen inferior. En estos circuitos, el desnivel sólo suele ser marcado por la diferencia entre los puntos más alto y bajo del circuito.

En este aspecto, cabe destacar la gran variedad que existe en los circuitos que se pueden ver alrededor del mundo. Haciendo la diferencia entre el punto mñas elevado y el que menos, se pueden observar casos muy dispares, desde los

102.2 metros de desnivel del circuito de Spa-Francorchamps (Bélgica), hasta los casi inapreciables 1.9 metros del circuito de Sochi (Rusia), en la imagen siguiente.

Ambos circuitos forman parte del calendario de la Fórmula 1 en 2017. Esto pone de manifiesto la variedad de opciones en el diseño de circuitos, pudiendo tomar grandes desniveles, siempre y cuando se garantice la buena conducción y la seguridad.

En el siguiente apartado se explicará el diseño propuesto para el circuito proyectado, y se presentará el procedimiento para su correcta definición.

2.2 Perfil longitudinal

Como se ha comentado, la morfología vertical del circuito es casi tan importante de definir como la geometría de las curvas o la forma del trazado, ya que las características de la pista en el eje vertical condicionan totalmente la manera de negociar una curva y de gestionar la conducción en diferentes zonas del recorrido. La idea o intención de la forma que en esta dimensión se le desee dar al circuito debe tenerse bien predefinida antes de abordar el diseño geométrico. En este punto se procederá de forma similar a los primeros pasos del diseño en planta; la idea original se plasmará en el asistente de diseño y se irá ajustando posteriormente para satisfacer las características técnicas, analizando también, claro está, la morfología del terreno disponible.

El concepto de desnivel que se aplica al circuito presente es más cercano al segundo grupo presentado en el apartado anterior. No hay intención de acentuar especialmente la elevación del circuito en un punto concreto para conseguir una curva emblemática, sino que se pretende adecuar lo posible la pista al terreno. Aún así, sí se ha controlado el desnivel en una zona concreta: el tramo formado por las Curvas 14, 15 y 16.

Los motivos de este interés son los siguientes:

- Remarcar la Curva 13 como punto más bajo del circuito. Tras la Curva 12, a gran velocidad, y con peralte acentuado, culminar en un tramo recto en ligera bajada es coherente con la elevada velocidad y parece continuación natural de la inclinación del tramo. Hacer cóncava la curvatura antes de la Curva 13 permitirá una zona de frenado mayor y más estable que reduzca el riesgo de entrar en la horquilla con excesiva velocidad.

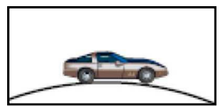
- Crear una inclinación ascendente en la recta “de atrás”. Aunque el resto del circuito con se conciba con gran desnivel, sí se desea otorgar algo de desnivel en el Sector 2 principalmente, que presenta dos largas rectas. Con el cambio de elevaciones se pretende eliminar la monotonía de estos tramos para el piloto. El descenso antes de la Curva 13 soluciona este hecho en el final del primer tramo del Sector, mientras que la subida en la recta entre la Curva 13 y la 14 lo hará con el segundo. Además, confiere originalidad e interés a la forma de negociar la Curva 14.

- Generar un descenso previo a la Curva 17. En la última recta antes de la entrada a la meta, al disponer un tramo en descenso, se conseguirá dar una salida más natural a la exigente Curva 16, y además favorecerá el espectáculo, ya que aumentará la velocidad de los vehículos al aproximarse a la última curva, generando situaciones de adelantamiento más vertiginosas. El descenso en este tramo está inspirado en una zona similiar del circuito de Buddh (Nueva Delhi, India), en el que la entrada a la última curva se hace en bajada, como se puede ver al fondo de la imagen inferior.

El perfil longitudinal se lleva a cabo mediante una herramienta homónima de AutoCAD Civil 3D, en el que se vincula el eje de la Línea Central con la superficie del terreno, generando el perfil longitudinal del terreno natural bajo la pista. Posteriormente, se dibuja sobre ese perfil, el perfil de la pista, donde se puede ir situando la rasante de la misma por encima o debajo del terreno según se desee, e ir dando la forma en perfil que se ha ideado conforme a las ideas mencionadas.

Antes de comenzar a dibujar el perfil, hay que tener en cuenta, de nuevo, las indicaciones del Apéndice O, para satisfacer los criterios técnicos de la FIA. En este aspecto, se encuentran consideraciones flexibles para el diseño, restringiendo únicamente la pendiente longitudinal en la salida a un valor menor al 2%. Se indica también que se eviten cambios de pendiente en puntos relevantes para la conducción, lo cual se consigue suavizando los cambios de pendiente, adoptando valores bajos de la misma y eligiendo correctamente su lugar.

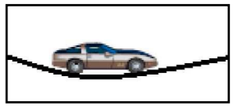
En lo referente a los cambios de pendiente, la FIA refiere este punto a la dependencia del automóvil. Haciendo cálculos someros, tomando como caso un vehículo que recorre un acuerdo convexo, el requisito sería únicamente que la fuerza centrífuga hacia arriba estuviera compensada por el peso del vehículo, de donde se obtiene la fórmula de la velocidad máxima en curva:



$$v_{max} = \sqrt{gR} \rightarrow R = \frac{{v_{max}}^2}{g}$$

Para una velocidad de 300 km/h, el radio es aproximadamente de 700 metros. Este cálculo simple únicamente pone de manifiesto un valor orientativo, que es menor a los 1000 metros.

Viendo el problema en el caso cóncavo, el límite lo marcaría la distancia entre ejes. Este caso se puede resolver de forma gráfica, de donde se ha obtenido que, con una pendiente máxima admisible del 2% (tomando como mayor posible la de la recta de salida), y una distancia entre ejes de 5.1 metros (que es un valor medio de la longitud los monoplazas de Fórmula 1 de 2015, lo cual hace que sea un valor mayorado, pues es mayor que la distancia entre ejes), una circunferencia de radio 133 metros permitiría el tránsito del vehículo.



Por lo tanto, aunque sean cálculos muy someros, los resultados ponen de manifiesto que los radios comentados en el Anejo 03 CRITERIOS DE DISEÑO de 2000 ó 3000 metros son válidos. Consecuentemente, se ha elegido opción del lado de la seguridad y decidir que los acuerdos verticales se realizarán con un radio de curvatura mínimo de 3000 metros. La curva elegida es, al igual que para el diseño en planta, la curva circular.

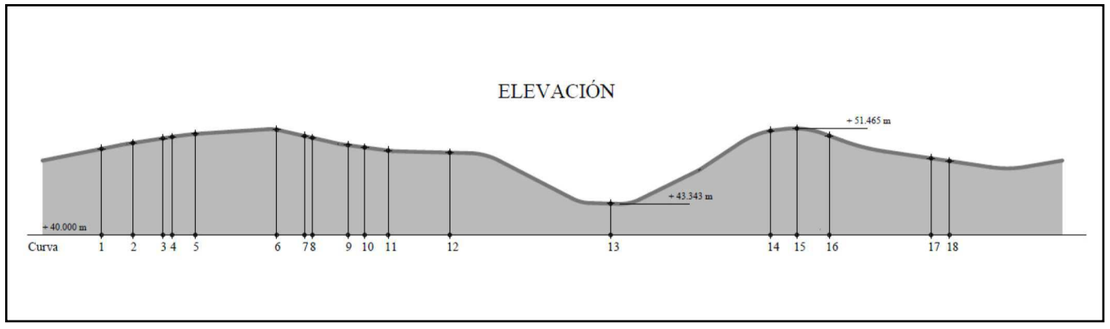
Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, se procede a dibujar el perfil de la pista sobre el perfil del terreno, de forma provisional, ya que habrá que ir modificándola, al igual que se hizo en planta. Estos cambios vienen motivados especialmente por el balance de terreno excavado o de formación de terraplenes, lo que se lleva a cabo más adelante en el proceso de diseño. Por lo tanto, a partir de este punto se asume que el diseño de la obra civil ya se ha concluido, y se pasa a presentar los datos finales.

Los datos referentes a los acuerdos verticales quedan reflejados en la siguiente tabla:

Acuerdos verticales							
No.	PK vértice	Elevación vértice	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de acuerdo	Longitud acuerdo	Radio curvatura
1	0+00.00m	48.000m	-	0.40%	-	-	-
2	0+439.62m	49.738m	0.40%	0.31%	Cresta	33.133m	38390.218m
3	0+789.29m	50.819m	0.31%	0.13%	Cresta	146.777m	81522.012m
4	1+245.93m	51.408m	0.13%	-0.45%	Cresta	63.867m	10953.485m
5	1+606.77m	49.770m	-0.45%	-0.27%	Valle	21.259m	11443.875m
6	1+891.23m	49.007m	-0.27%	-0.05%	Valle	6.546m	3000.000m
7	2+391.72m	48.756m	-0.05%	-1.03%	Cresta	164.997m	16866.952m
8	2+906.20m	43.465m	-1.03%	-0.06%	Valle	89.440m	9198.892m
9	3+173.93m	43.315m	-0.06%	0.98%	Valle	106.474m	10258.617m
10	3+549.22m	47.000m	0.98%	1.32%	Valle	10.256m	3000.000m
11	3+852.42m	51.014m	1.32%	0.24%	Cresta	180.222m	16690.765m
12	4+114.91m	51.654m	0.24%	-0.73%	Cresta	206.957m	21184.155m
13	4+431.33m	49.335m	-0.73%	-0.30%	Valle	232.898m	53290.918m
14	5+216.73m	47.010m	-0.30%	0.34%	Valle	190.990m	30083.135m
15	5+508.79m	48.000m	0.40%	-	-	-	-

*Los vértices 1 y 15 tienen características especiales por ser los puntos límite del circuito, tanto al inicio como al final del recorrido, por lo que realmente se encuentran en el mismo P.K.

Para concluir este apartado se muestra el esquema de perfil longitudinal visible en el Anejo 18 INFORMACIÓN DEPORTIVA, aunque para mayor detalle, se aconseja ver también el Plano 07 PERFIL LONGITUDINAL.



2.3 Peralte

El peralte es la inclinación transversal de la pista en las curvas para compensar la fuerza centrífuga y contribuir a la estabilidad del vehículo. La inclinación se dispone hacia dentro de la curva, es decir, en una curva a izquierdas, el margen izquierdo de la pista debe estar por debajo del derecho.

El peralte en los circuitos es un elemento importante debido a las altas velocidades que se alcanzan, pero también desde el punto de vista del piloto, ya que si en algún elemento del circuito no existe el peralte y el agarre del coche es suficiente para no ser vencido por la fuerza centrífuga, esa fuerza se transmite al piloto. Esto se manifiesta en forma de "fuerzas G", que ponen en riesgo al piloto, pudiendo ocasionar lesiones cervicales, que es la zona más expuesta de un piloto en estos casos.

Históricamente el peralte se ha visto siempre como otra fuente para hacer atractiva alguna zona del circuito. La perspectiva de un vehículo recorriendo un terreno inclinado aumentaba el espectáculo, por lo que en algunos casos, el peralte se llevaba a cotas muy elevadas, haciendo casi vertical la pista. En el antiguo óvalo de Monza (Milán, Italia), el peralte se llegó a situar en el 80%, como se ve en la imagen inferior.

En la actualidad, este tipo de prácticas está mucho más controlado y restringido. Para ello, se recurre de nuevo a las indicaciones del Apéndice O, en el que se puede comprobar que en términos de peralte se establece un máximo del 10%, debiendo justificar y explicar exhaustivamente un caso en el que este valor se supere. Además, el contraperalte está desaconsejado, salvo en circunstancia especiales, y si los vehículos no lo recorren a más de 125 km/h.

Por lo tanto, es este circuito se asumirán dichas indicaciones y se limitará el peralte a un máximo del 10 %, nunca disponiéndolo en el sentido contrario al giro de la curva.

Su introducción en el modelo se realiza con el comando correspondiente en AutoCAD Civil 3D, aplicado sobre la entidad de Alineación o Línea Central. Más adelante, el programa reconocerá el peralte introducido y lo tendrá en cuenta para mostrarlo en los perfiles transversales y considerarlo para el movimiento de tierras. Para indicar el peralte con la herramienta informática, se puede recurrir a alguna normativa civil, pero en este caso, debido a la particularidad del trazado, se introducirá manualmente en las curvas que lo requieran. El programa también considera las transiciones de manera automática, teniendo que indicar únicamente el peralte máximo de la curva en cada caso.

Para calcularlo, aunque no se haya tenido en cuenta el cumplimiento de las normas que se aplican a las construcciones de carreteras para uso público y no deportivo, sí se ha utilizado la fórmula que propone la "*Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras"*, aprobada en el BOE del 4 de marzo de 2016, ya que ofrece resultados adecuados al problema físico que se desea resolver.

La fórmula, que considera el vehículo como sólido rígido, despreciando efectos como la suspensión del vehículo, es la siguiente:

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{p}{100}\right)$$

Siendo V la velocidad en kilómetros por hora; R el radio en planta, en metros, f_t el coeficiente de rozamiento transversal movilizado (ver tabla inferior), y p el peralte en tanto por ciento.

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL MÁXIMO MOVILIZADO (f_{tMAX}).

V_e (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f_{tMAX}	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

El coeficiente de rozamiento transversal se elige según la velocidad específica de paso por cada curva. Como se puede ver, la velocidad máxima considerada es de 140 km/h, ya que la Norma 3.1 está dirigida a diseño de carreteras públicas. Para estar del lado de la seguridad, como en el circuito se alcanzarán velocidades mayor, se tomará para los cálculos siempre el coeficiente de rozamiento transversal mayor, igual a 0.069.

Con esta fórmula, se ha elaborado una tabla que incluye todas las alineaciones curvas del circuito, de acuerdo con la que se dispone el el Plano 03 ALINEACIONES. Para la velocidad, se ha realizado una estimación de la velocidad de paso del vehículo por esa curva. Posteriormente, como no todas las alineaciones curvas constituyen una unidad de curva en el plano del circuito, sino que algunas están formadas por más de una alineación curva, se ha dispuesto en la tabla la numeración de las curvas del circuito, acorde con lo indicado se vio en el Anejo 18 INFORMACIÓN DEPORTIVA.

Los resultados de peralte que ofrece la fórmula y se reflejan en la tabla, se han considerado como las indicaciones del mínimo peralte que hay que disponer en la curva. En algunos casos se ha dipuesto un peralte mayor, lo cual no supondría más que la posibilidad de aumentar la velocidad en el paso por dicha curva. En otros casos, un peralte menor, tras haber considerado la fisonomía de la pista y de los tramos de entrada y salida en la curva, pues la idoneidad de una zona peraltada depende de la inclinación longitudinal que haya antes o después, de la aceleración que se le vaya a exigir al cohce a la entrada o la salida de curva, etc.

Tras la tabla, se dispone una última tabla de peraltes, con el resumen de los peraltes escogidos finalmente en cada curva del circuito según la numeración mencionada anteriormente. Previamente, se comentarán algunas consideraciones con respecto a la tabla original.

Cálculo de peraltes							
Alineación	Inicio	Final	Longitud (m)	Radio (m)	Velocidad (km/h)	Peralte calculado (%)	Numeración Curva
2	T1	T2	83.909	96.493	280	6.32859189	1
4	T3	T4	50.084	194.56	200	1.54983547	-
6	T5	T6	41.534	21.887	60	1.22612755	2
8	T7	T8	43.974	31.238	80	1.5442179	3
9	T8	T9	34.793	28.935	80	1.67261745	4
11	T10	T11	35.263	26.486	90	2.3390468	5
13	T12	T13	379.518	596.003	200	0.45945477	-
14	T13	T14	61.62	34.854	60	0.74429135	6
16	T15	T16	40.843	32.236	80	1.494274	7
18	T17	T18	45.691	29.809	80	1.62155322	8
20	T19	T20	31.694	28.196	160	7.08005672	9
22	T21	T22	43.014	36.146	160	5.50768354	10
24	T23	T24	23.999	21.294	120	5.25577819	11
26	T25	T26	83.82	238.69	200	1.25053844	-
28	T27	T28	114.957	164.479	200	1.84589874	12
30	T29	T30	69.531	136.606	280	4.45000235	
32	T31	T32	106.89	214.95	280	2.80293689	
34	T33	T34	157.641	660.235	300	1.00434724	-
36	T35	T36	180.178	583.486	300	1.14553028	-
38	T37	T38	48.262	18.795	40	0.60130727	13
40	T39	T40	70.716	33.449	80	1.43758318	14
42	T41	T42	72.894	34.401	80	1.39589058	15
44	T43	T44	38.914	44.574	140	3.3933482	16
45	T44	T45	31.854	38.666	140	3.92238025	
46	T45	T46	47.873	61.809	140	2.42789703	
47	T46	T47	30.312	29.505	140	5.16166289	
49	T48	T49	56.018	29.547	90	2.08957879	17
51	T50	T51	108.917	179	90	0.28731021	18

Los valores de peralte obtenidos se han redondeado al entero mayor más cercano, para clarificarlas con vistas a la construcción. En los casos de las Curvas 1, 9 y 10 el peralte definitivo se ha disminuido con respecto al calculado por los mismos motivos. En primer lugar, la velocidad estimada es elevada dando valores altos de peralte. En segundo lugar, se trata del Sector 1, que es la zona que se desea hacer más uniforme en cuanto a elevaciones, para dar el aspecto de circuito urbano y curvas rápidas. Finalmente, el hecho de disminuir el peralte (pero no suprimirlo) aunque puede generar fuerzas horizontales en el vehículo que lo empujen hacia fuera, el ancho de la pista y la frenada próxima pueden aminorar los efectos desestabilizadores. Además la intención original del diseño en esos puntos es la de realizar curvas rápidas, que sean exigentes para el piloto, y por otra parte, fomenten un buen espectáculo.

En otros casos, debido a la pequeña velocidad estimada, por ser curvas cerradas, el peralte calculado se ha aumentado, como en las Curvas 2, 6, 13, 14 y 15. En la Curva 12, la principal del circuito y más característica, se ha aumentado el valor al 10 %, el máximo permitido, pues debido a los grandes radios que presenta, a la alta velocidad que se alcanza y a la intención de crear una curva única, se ha decidido aumentar el peralte hasta dicho valor.

Peraltes definitivos	
Numeración Curva	Peralte (%)
1	2.00
2	3.00
3	2.00
4	2.00
5	3.00
6	4.00
7	2.00
8	2.00
9	4.00
10	4.00
11	6.00
12	10.00
13	2.00
14	3.00
15	3.00
16	6.00
17	6.00
18	2.00

2.4 Secciones transversales

La sección transversal del circuito es el elemento que sirve de guía para la modelización de la obra civil. Se trata de un modelo construido a partir del dimensionamiento de los espesores y pendientes transversales de las capas de materiales que constituyen la pista. Como se explicará en el apartado de la obra civil, la sección transversal se irá manipulando para dar diferente forma a la planta para adecuarla al plano en planta, y ajustar el movimiento de tierras. Por lo tanto, los modelos realizados de sección transversal únicamente son provisionales y orientativos, a la espera del ajuste posterior.

Según la morfología del circuito, se han realizado 3 modelos de sección transversal, con los que cubrir todo el recorrido. Atendiendo las necesidades la zona, se irán disponiendo los diferentes tipos de sección para intentar modelar correctamente las escapatorias y los sobreanchos del circuito. Consecuentemente, estos modelos son iguales en cuanto a la forma de la pista, que es el elemento vertebrador del circuito, diferenciándose únicamente entre ellas en cuanto a la longitud de sus arcenes.

La sección diseñada cumple con los criterios del Apéndice O, en el que se especifica una pendiente transversal, con motivos de drenaje, debe estar comprendida entre el 1.5 y el 3%, por lo que se ha decidido tomar un valor del 2% de pendiente transversal, entre la Línea Central y el borde de la pista. Además, al carril de 13 metros, se añadirán unos bordes de 1.5 metros (de 1 metro en el caso de la recta principal). Por lo tanto, el carril central tendrá un ancho de 16 metros.

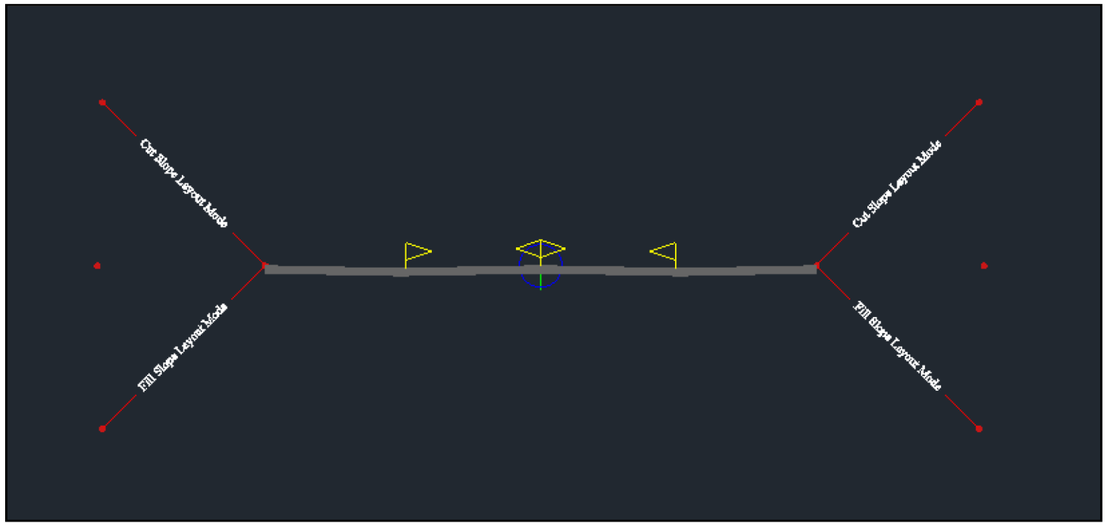
Los arcenes tendrán una longitud variable, con una pendiente del 2% también, siempre descendiente hacia la pista. Entre el borde y el arcén, en ambos lados, se dispone una pequeña cuenta para drenaje longitudinal, con un ancho de 40 centímetros, que irá protegida con rejilla de plástico para permitir el paso del neumático. Para más detalles de la misma, ver el Anejo 11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES.

Para el diseño de las capas del firme, se ha recurrido a la Norma 6.1 de la Instrucción de Carreteras. Aunque este documento está destinado principalmente a vías públicas por las que discurra tráfico pesado, se utilizará su clasificación de secciones de firme asumiendo que la categoría de tráfico pesado del caso del circuito es la menor. Realmente, este factor no es el más determinante para el diseño del firme del circuito. La solicitación más condicionante en el diseño es lal fuerza tangencial que transmite el vehículo a la capa de rodadura en las frenadas o derrapes. Esto se solucionará mediante la aplicación de una mayor capa de mezcla bituminosa de características especiales, como se detalla en el Anejo 12 PAVIMENTOS Y FIRMES.

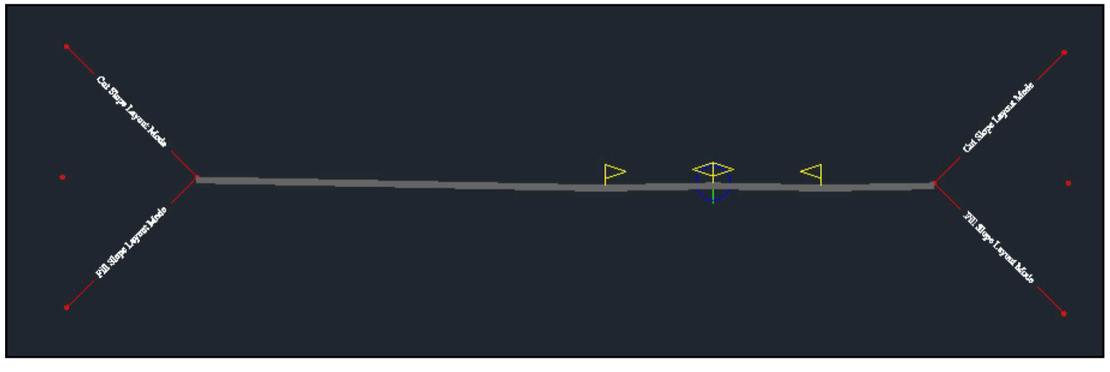
En lo referente al modelo informático y las secciones transversales, hay que describir una sección que permita construir dicho modelo. Dicha sección representa la línea de la explanada tras el movimiento de tierras, de manera que la línea superior de la sección modelada en el programa marcará la línea de rasante de la explanada.

Los modelos de las secciones quedan reflejados en los siguientes esquemas directores de AutoCAD Civil 3D:

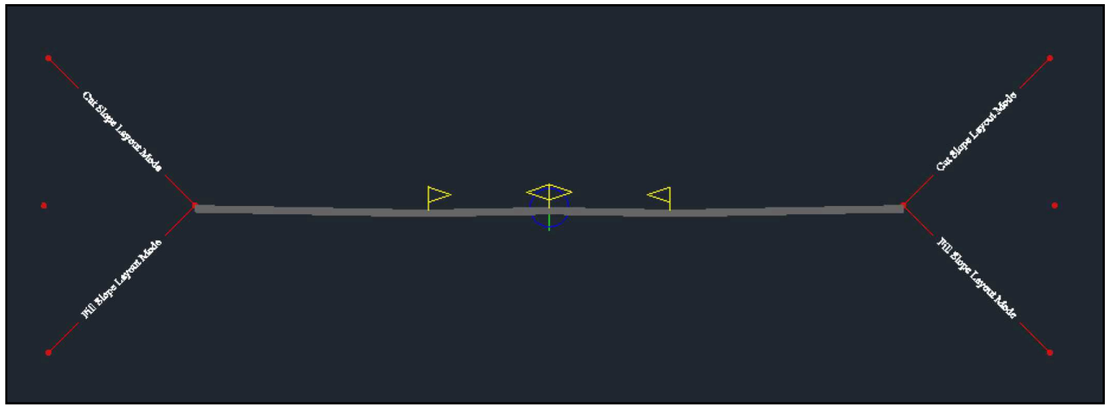
Sección 1 (arcenes de 8 metros):



Sección 2 (arcén izquierdo de 30 metros, arcén derecho de 8 metros):



Sección 3 (arcenes de 15 metros):



Los taludes que se muestran en estas secciones directoras propias del programa con una simbología generalista que no particularizan a cada caso. Para la obra se han usado inclinaciones de 2H:1V en desmonte y 4H:1V en terraplén.

Las distintas secciones se han dispuesto de la siguiente forma a lo largo del recorrido:

Secciones en el modelo		
Tipo de sección	P.K. inicio	P.K. final
Sección 1	0 + 000.00 m	0 + 350.00 m
Sección 2	0 + 350.00 m	0 + 487.12 m
Sección 1	0 + 487.12 m	0 + 597.44 m
Sección 3	0 + 597.44 m	1 + 268.33 m
Sección 1	1 + 268.33 m	1 + 879.72 m
Sección 2	1 + 879.72 m	3 + 977.21 m
Sección 1	3 + 977.21 m	5 + 409.01 m

* Como se verá en el apartado de Obra Civil, el P.K. de final del modelo informático en 3D no coincide con el del diseño en planta, por motivos que se explicarán en dicho apartado.

3 DISEÑO DEL CARRIL DE BOXES

El carril de Boxes es una parte de todo circuito de velocidad conectado con la pista, usualmente en dos puntos cercanos a la meta, que da acceso a los talleres, donde se encuentran los vehículos entre eventos, o a los que tienen que acceder los mismos durante la celebración de la carrera para realizar reparaciones u otro tipo de intervenciones técnicas. Debido a la finalidad de este circuito, es necesario añadir igualmente un carril de boxes.

Este tramo de vía también debe ir anexo al edificio principal, pues es donde se localizan los talleres/garajes de los equipos. Su ubicación, siguiendo la tónica habitual, se dispone paralela a la recta principal, con una entrada previa a la línea de salida, y una incorporación al trazado después de la misma. Es este elemento el que ha condicionado la localización y orientación del edificio principal, tras haber definido la orientación del circuito.

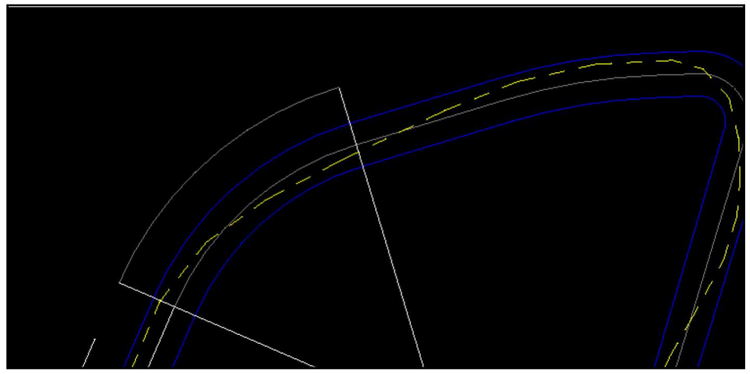
Su integración en el modelo informático sigue el mismo procedimiento que el resto de la pista. Aunque, por tratarse de una entidad diferente de alineación y obra lineal, se explica en este Anejo por separado. Al tratarse de los mismos pasos, se indicarán en este punto de forma más resumida. La peculiaridad de este modelo es que la referencia de terreno que se tomará no será el terreno natural, sino la explanación resultante tras haber modelado la pista.

3.1 Diseño en Planta del Carril de Boxes

El diseño original del carril de boxes se incorporó directamente en el primer boceto. El Carril de Boxes, debido a la cercanía de la Curva 12, debe situarse al lado izquierdo de la recta principal. Como puede verse en la primera imagen del apartado Diseño Primario de este Anejo, la idea original del circuito contaba con un paso inferior a la pista en el entorno de la última curva. Con esta forma, el piloto sólo debería mantener la trazada recta en la curva, para girar en un descenso, pasar bajo la pista y aparecer en el lado izquierdo.

Esta idea se desdeña por la escasez de espacio en la zona interior del circuito, lo que complicaría las obras, y porque, como se pudo comprobar después, la entrada a Boxes en paso inferior no es realmente necesaria, gracias a la longitud de la recta principal. La entrada al Carril de Boxes se realizará por el punto donde se esperaba situar el paso inferior, pero con una intersección al mismo nivel.

El punto más conflictivo del diseño de este carril es la salida del mismo y su incorporación a la pista. Se trata de un circuito con el Carril de Boxes a la izquierda de la recta principal (necesariamente) y con primera curva a la derecha. Esto significa que los vehículos, para tomar correctamente la Curva 1, se situarán en el margen izquierdo de la pista, pudiendo interferir con la posible salida de otros vehículos en condiciones de seguridad.



En la imagen superior, en la esquina inferior izquierda, puede verse el eje central del Carril de Boxes, que se sitúa aprximadamente a 20 metros de la Línea Central de la pista, para conseguir mantener unos 5 metros aproximadamente entre los extremos de ambos carriles (Boxes y pista principal) y el muro. La línea amarilla marca la trazada esperable del vehículo en su trayecto por las Curvas 1 y 2. Realizar una incorporación antes de la Curva 1 no garantiza la seguridad, ya que ambas trayectorias se cruzarían, pudiendo producirse una colisión entre el vehículo que se incorpora y el que recorre la Curva 1 a alta velocidad.

Continuando por la pista, no se produce tampoco un lugar seguro para volver a pista hasta la Curva 2, pues también hay que tener en cuenta la posibilidad de que el vehículo en la pista se salga, siguiendo una trayectoria recta hacua fuera de la pista por el lado izquierdo, Por lo que no sería seguro incorporar el vehículo ni en el exterior de la Curva 1, ni en el lado izquierdo de la Curva 2, ni su exterior, por las mismas razones.

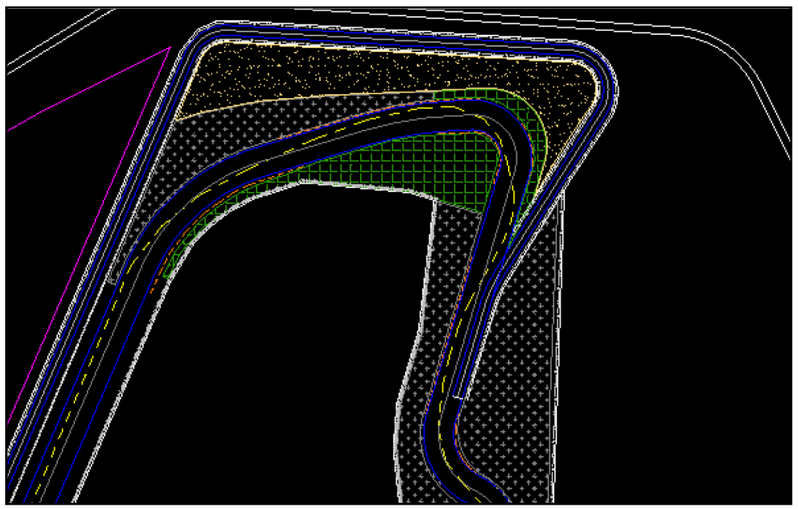
Ante esta situación, es conveniente buscar casos similares en ejemplos reales. Circuitos con estas características de Carril de Boxes, son Jerez (Cádiz, España) y Gilles Villeneuve (Montreal, Canadá). Ambos tienen el carril en el lado izquierdo y el circuito se dirige a la derecha tras él.

La resolución del problema en Jerez se reduce a un aumento del ancho del circuito combinado con una subida de la pendiente de la pista, lo cual permite al piloto alejarse del exterior de la Curva 1 y aminorar la velocidad. Esta solución no se puede aplicar en este caso porque la Curva 1 de este circuito es abierta y no cerrada, y se recorre a alta velocidad,

sin necesidad de pisar el freno, previsiblemente, como sí hace en el circuito andaluz. Por otra parte, la subida diseñada no es lo suficientemente marcada como para producir un descenso importante de velocidad.

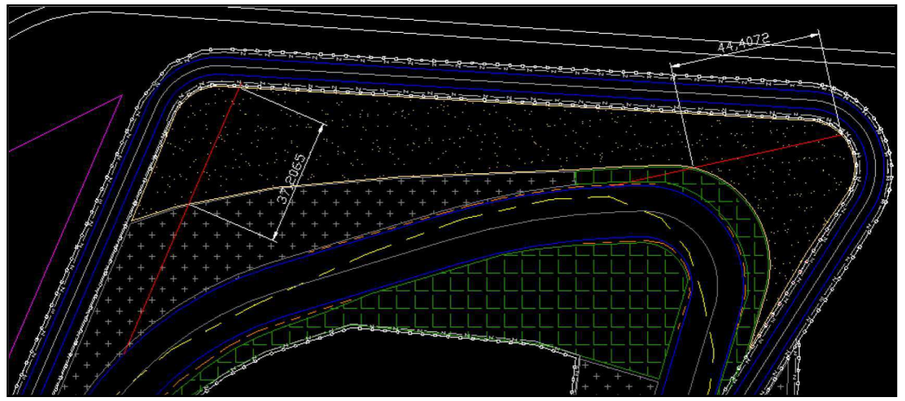
En el circuito de Canadá, se resuelve con un requiebro del circuito antes de la curva a derechas, de manera que la Curva 1 es a la izquierda, y la 2, a derechas, es una horquilla. En este punto, la velocidad es menor, y los vehículos que se incorporen no tienen problemas al hacerlo por el exterior de la pista. Vuelve a ocurrir lo mismo que en el caso anterior si se compara con el circuito propuesto. La velocidad ideada no permite adoptar esta solución. Tampoco llevando la incorporación a la Curva 2, donde los vehículos en pista llegarán con una fuerte frenada, que puede ser peligrosa si el piloto pierde el control.

Por lo tanto, se ha decidido llevar la incorporación al siguiente punto posible, que es tras la Curva 2. La Curva 3 es hacia la izquierda, de manera que a la salida de la Curva 2, el vehículo tenderá a alinearse al lado derecho del carril, dejando un espacio libre en el izquierdo. La velocidad tampoco será muy alta, ya que se llega desde la Curva 2, que se inicia con una fuerte frenada.



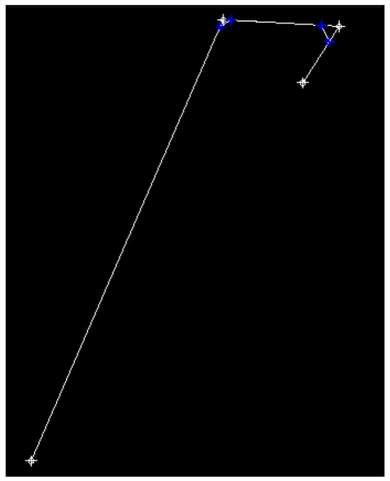
La solución, que se puede ver en la imagen anterior, produce un Carril más largo de lo normal, de 1238.64 metros. El Carril de Boxes más largo del mundial de Fórmula 1 en 2017 es el de Interlagos (Sao Paulo, Brasil), con 1140 metros aproximadamente, lo que supone casi un tercio de la longitud del circuito. En este caso, el carril es smás largo, pero supone algo menos de un cuarto de la longitud de la pista. Aunque la longitud del Carril de Boxes exceda la media, sobre el aspecto deportivo no tiene reprecusión, pues todos los pilotos ante esto están en igualdad de condiciones. En el aspecto de la seguridad, otra solución más reducida no podría garantizar una reducción del riesgo semejante, o no permitir la disposición correcta de los garajes.

Para concretar geométricamente la solución, el contacto con la pista se produce aprovechando la forma de la trazada para evitar el cruce de trayectorias en la incorporación. Para la parte del Carril de Boxes que rodea las Curvas 1 y 2, se han tomado de nuevo medidas basadas en la seguridad. Tomando la forma de la trazada, se han dibujado líneas rectas que representen la trayectoria de un vehículo que se sale de la pista, y se ha dispuesto el carril de forma que haya al menos 30 metros de grava en dichas trayectorias. La posición de la segunda curva del cerril de Boxes es la condicionante de la zona del carril, siendo la otra la parte situada en la prolongación de la recta principal, que son los puntos de colisión más probables. Los puntos tomados como límites son aquellos donde se dispondrá el muro de seguridad como elemento de defensa, y tras él el Carril de Boxes.



Con este proceso se llega a un diseño de la planta del Carril de Boxes. El resto del carril, transcurre en paralelo a la recta principal. Se han tomado valores redondos para los radios de curvatura en planta de las curvas del carril diseñado, de 20 metros, ya que son valores válidos para acoger la bancada de grava, y no se tiene que forzar al carril a encajar con otras curvas, como ocurría en la pista.

Habiendo resuelto el diseño en planta, se pasa a concretar su alineación mediante los vértices y los puntos de tangencia:



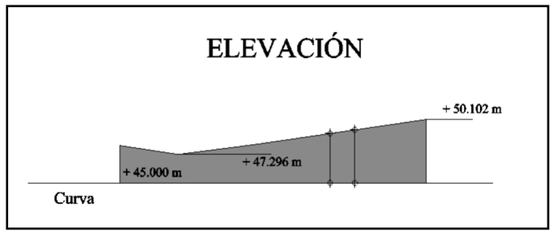
Vértices			
	X	Y	θ
V30	248981.63	4147730.89	0.00
V31	249346.67	4148575.24	69.94
V32	249566.88	4148562.46	119.09
V33	249498.15	4148454.23	0.00

Puntos de Tangencia		
	X	Y
T52	249341.11	4148562.40
T53	249360.63	4148574.43
T54	249532.92	4148564.43
T55	249548.64	4148533.74

3.2 Diseño en Alzado del Carril de Boxes

El diseño en lo que respecta al eje vertical ha seguido los mismos pasos que en el caso de la pista. El punto característico de este diseño es el hecho de que los puntos inicial y final deben tener la misma cota que ttienen los puntos del circuito en los que se vayan a incorporar la salida y la entrada a Boxes. Para ello, se toman las cotas de los puntos de la Línea Central de la pista, y también la pendiente longitudinal que lleven sus tramos.

Posteriormente, se dibuja un eje longitudinal y se colocan en las cotas adecuadas los puntos inicial y final. Como se tienen las pendientes también (descendiente y ascendente de 0.30% respectivamente), se dibujan los tramos desde los puntos inicial y final, y en la intersección, se realiza un enlace con las mismas características que los acuerdos de la pista, resultando un perfil del Carril de Boxes como se muestra en la imagen siguiente:

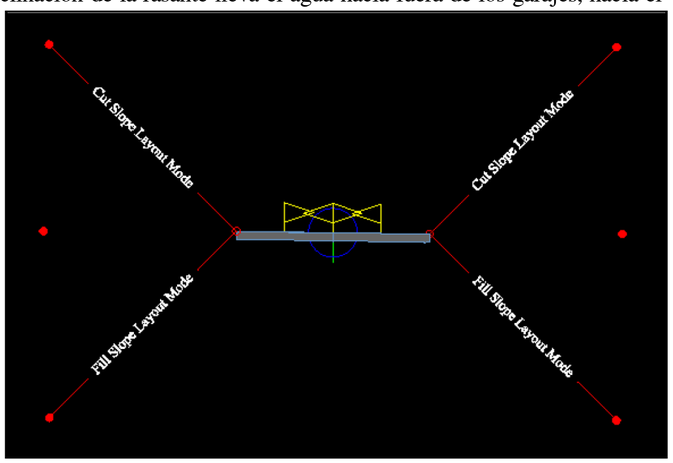


La tabla que define las características geométricas de este perfil es la siguiente:

Acuerdos verticales							
No.	PK vértice	Elevación vértice	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de acuerdo	Longitud acuerdo	Radio curvatura
1	0+000.00m	48.000m	-	0.30%	-	-	-
2	0+236.84m	47.287m	0.30%	0.26%	Valle	16.747m	3000.000m
3	0+539.25m	48.063m	0.26%	0.29%	Valle	51.307m	3000.000m
4	1+238.64m	50.102m	0.29%	-	-	-	-

En cuanto al peralte, debido a la menor velocidad a la que se va por el carril por la cercanía de los muros y la estrechez del carril no se considera necesaria la aplicación de peralte en las dos curvas del Carril de Boxes.

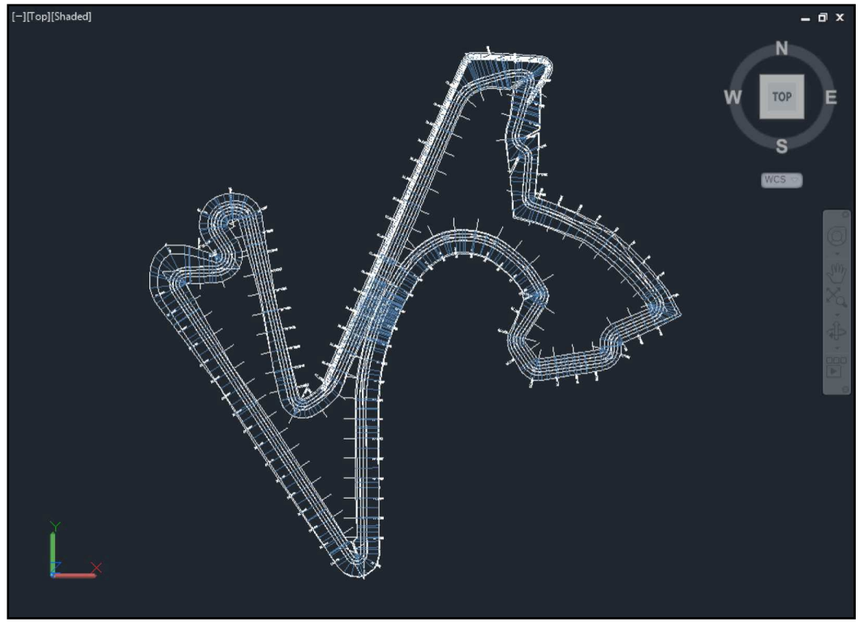
La sección tipo que se ha diseñado es algo más reducida que las usadas en la pista. El ancho del carril será de 5 metros. La inclinación transversal será del 1.5%, pero en este caso será entera hacia la derecha, desde un borde a otro del carril. Esto se debe a que en la zona de talleres, la inclinación de la rasante lleva el agua hacia fuera de los garajes, hacia el carril de boxes. Por lo tanto, en el margen derecho del Carril de Boxes, se dispondrá una canaleta para evacuación (el detalle de su cálculo, en el mismo Anejo que para el caso de las canaletas de la Pista). Se añaden bordes de 2.5 metros a ambos lados para finalizar la sección transversal.



4 OBRA CIVIL

Una vez determinadas las características geométricas más definitorias del circuito, hay que ponerlas todas en consonancia para elaborar un modelo 3D del circuito completo. Esto se lleva a cabo mediante una entidad de AutoCAD Civil 3D denominada *Obra Lineal*. El modelo construido permitirá obtener nuevas características del circuito, como los volúmenes del movimiento de tierras, los perfiles transversales, la explanada de la obra, etc.

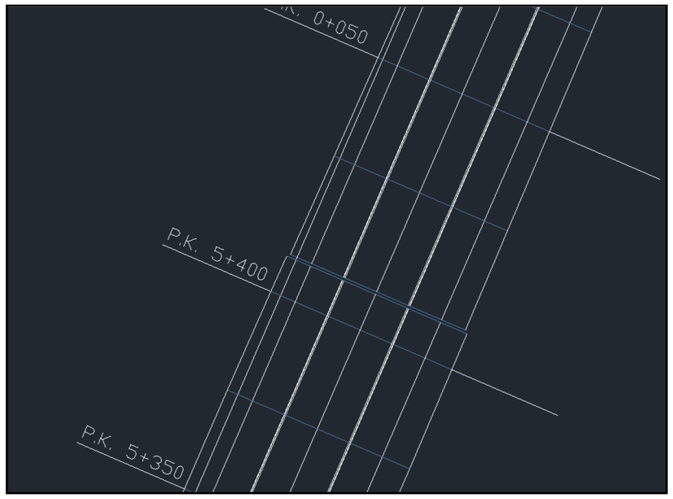
En este apartado se explicarán los procedimientos llevados a cabo para la creación de la *Obra Lineal* y los datos obtenidos tras su procesamiento. También se comentarán las simplificaciones y consideraciones tenidas en cuenta para la elaboración del modelo.



El procedimiento para crear la *Obra Lineal* es sencillo; basta con introducir el comando homónimo e indicar el eje (la Línea Central), el perfil longitudinal correspondiente y los tipos de sección repartidas según la zona. También habrá que indicar el terreno natural, que está representado por una entidad superficie. Pero con estas indicaciones, no es suficiente, puesto que la obra no tiene un trazado regular y homogéneo. Diversas circunstancias ponen en compromiso la validez del modelo, dando lugar a errores informáticos o fallos de representación. A continuación se comentan las consideraciones realizadas para solucionar los problemas que han aparecido durante la modelización.

En primer lugar, el circuito de velocidad es una obra que se puede identificar como obra lineal por tratarse de una sección definida que se repite a lo largo de una línea generatriz. En ese aspecto se trata de una obra que se puede asemejar con un tramo de carretera. Pero en este caso existe una diferencia importante: se trata de una vía cerrada, esto es, tienen el mismo inicio y final, con el objetivo de poder recorrerlo indefinidamente y contabilizando vueltas.

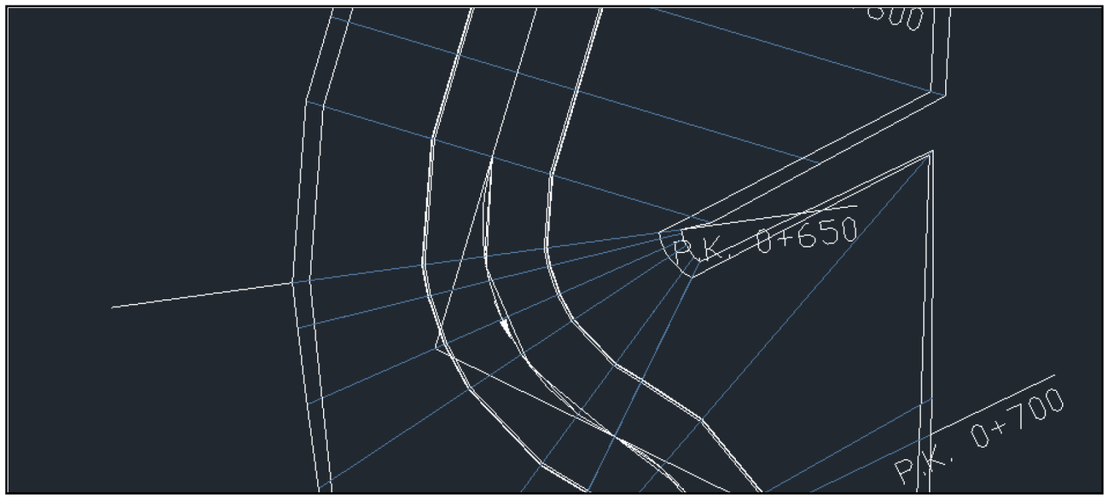
Esto se traduce en el modelo con el hecho de que el punto inicial y final son la misma entidad, y además, tienen la misma sección. Esta coincidencia no es capaz de reconocerla el programa, que da error al asociar las secciones transversales al eje, pues los puntos inicial y final sí son entidades separadas, y no pueden ocupar el mismo lugar geométrico. Se ha resuelto este problema separando ligeramente el punto final en sentido decreciente de los P.K., disminuyendo la longitud del modelo del circuito en una cantidad igual a 65 centímetros, pasando de 5409.66 metros a 5409.01 metros.



De esta manera se puede poner una sección transversal en cada extremo del circuito, y la variación del modelo con respecto a la realidad es prácticamente despreciable (una variación del 0.012 %).

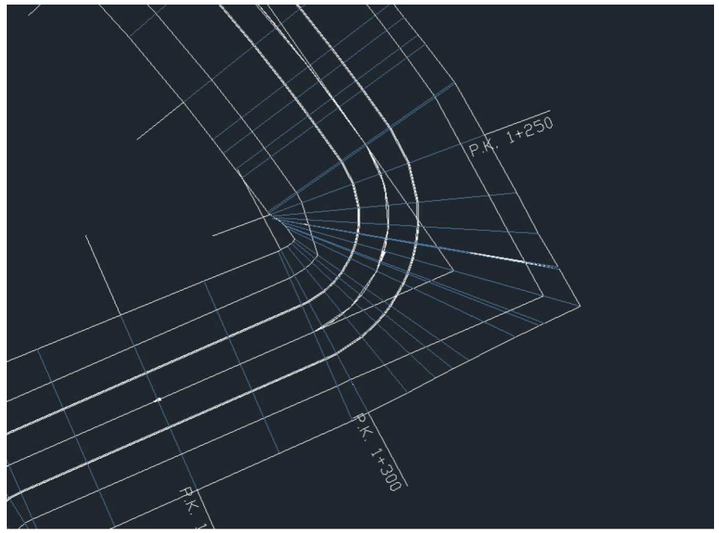
Otra diferencia con las obras de carretera son los radios de las curvas. En un circuito pueden existir curvas cerradas por motivos deportivos, con radios muy pequeños, mientras que las carreteras tienen radios mínimos y, por lo general, carecen de curvas cerradas. El programa informático genera la obra lineal a partir de la disposición de secciones transversales, de manera que en las curvas cerradas, pueden llegar a cruzarse elementos de dos secciones, imposibilitando la generación de un modelo fiable, o unos cálculos válidos.

La solución a este hecho consiste en la modificación de las curvas que presenten este problema en planta, a través del aumento de su radio, o la reubicación de sus puntos de tangencia. El modelo presentado en los apartados precedentes ya considera los cambios realizados por este motivo. Ninguna sección corta con otra en elementos de la pista o cunetas. En el caso de los arcenes, como en algunos casos su extensión es amplia, presentaban cortes con secciones anejas. En esos casos, se modificó cada sección problemática para crear una figura que permitiera la representación más aproximada posible del modelo pero evitando que se produjeran cortes. En la imagen inferior, se ve el ejemplo de la Curva 4, en la que el radio de curva generaba esta problemática:



Otra particularidad del circuito son las espacatorias. Estos espacios adicionales o ensanchamientos de la sección son necesarios por razones de seguridad. En las carreteras convencionales, se disponen salidas, arcenes, zonas de frenado de emergencia, etc. para garantizar la seguridad, pero las escapatorias son elementos que requieren mayor espacio y alteran la forma lineal del circuito en mayor medida, por lo que hay que tenerlo en cuenta para realizar el modelo.

En este sentido, se ha realizado el mismo proceso que en el caso anterior, pero aumentando los arcenes de las secciones en vez de disminuirlos, para dar a la escapatoria de la curva la forma deseada.

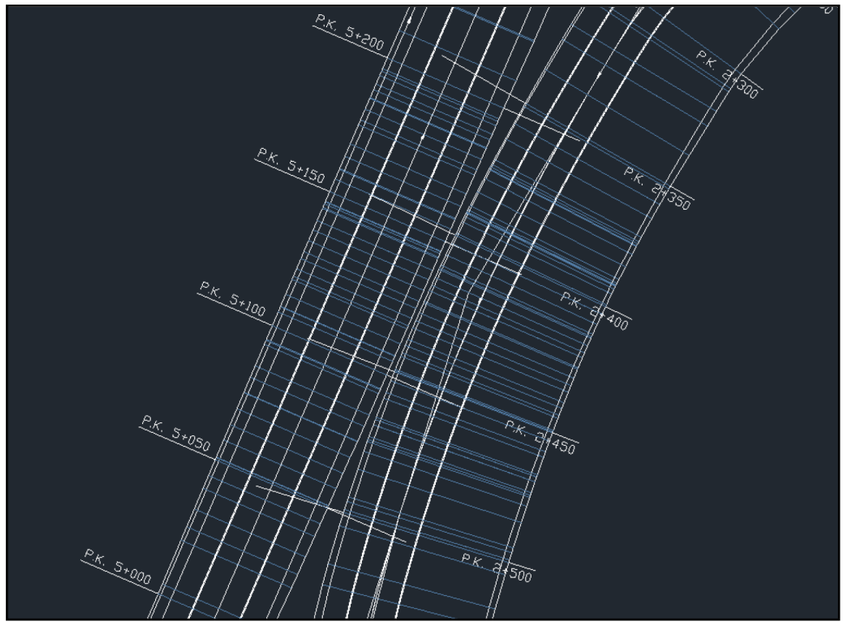


Estos dos procesos de ampliación y reducción de arcenes se han repetido también en aquellos P.K. de cambio de sección tipo, mostrados en la tabla del apartado 2.4 de este Anejo, para realizar entre ellas transiciones suaves en vez de cambios bruscos de una medida de arcén a otra.

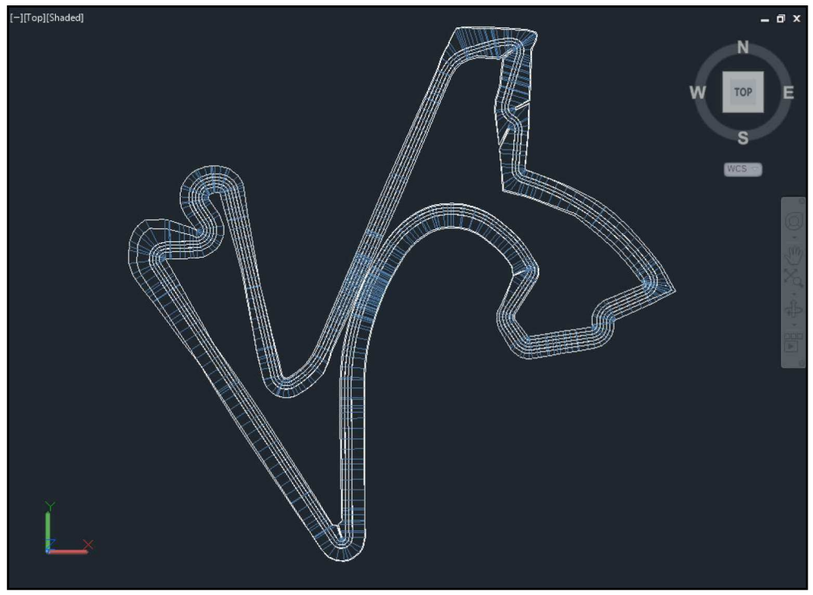
En otros puntos del circuito, el programa no es capaz de efectuar transiciones suaves entre dos secciones consecutivas. Esto ocurre en tramos con curvas cerradas, o tramos cercanos, dando un resultado del modelo poco definido y adecuado. En estos casos, las curvas se ven como líneas quebradas, y las superficies posteriores de la obra lineal presentan picos en forma de dientes de sierra.

Para paliar estos efectos, se procede con la adición de secciones transversales a la *Obra Lineal*, de Las secciones tipo, que tienen sus medidas bien indicadas, suponen un punto de control para la entidad tridimensional, de manera que reduce los intervalos de interpolación, y los tramos calculados por el programa reducen su magnitud, por lo que la probabilidad de cometer error en ella se reduce. Con esta acción ocurre el mismo efecto que al densificar una malla de elementos finitos en un modelo que los utilice, disminuyendo el error cometido.

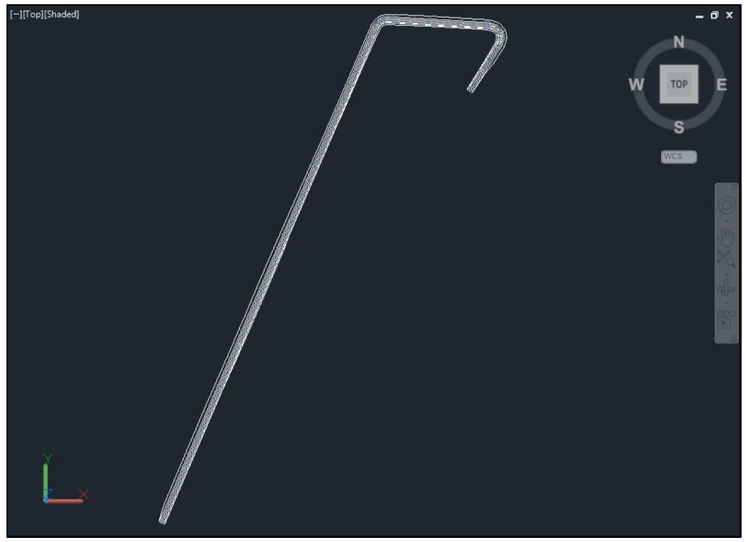
Por lo tanto, tanto en los tramos de curvas cerradas, como aquellos con otro tamo del circuito cercano, especialmente en el caso de la recta principal y la Curva 12, se ha realizado este "cosido" con secciones extra. En la imagen siguiente se puede observar el resultado tras aplicar este proceso en ese tramo del modelo.



Estas correcciones y consideraciones realizadas sobre el modelo informático no se aplican únicamente en puntos concretos, sino que se combinan para llegar a una representación completa del circuito. En especial, las zonas más sensibles del circuito son las curvas cerradas, donde hay que reducir los arcenes por un lado, aumentarlos para la escapatoria correspondiente, y aumentar el número de secciones para una definición suave de la curva.Analizando los puntos del pcircuito y combinando las soluciones, se llega a la definición completa de la *Obra Lineal* del circuito.



Para completar la obra, se hace lo mismo con el Carril de Boxes, que se muestra en la imagen siguiente. En este caso, no es necesaria la aplicación de tantas soluciones, pues se trata de una *Obra Lineal* de mucha menor entidad. El modelo del Carril de Boxes comienza y termina en los puntos de conexión del eje con el borde de la pista principal en ambos casos. A partir de ahí, se dan las indicaciones propias al programa para la elaboración de la entidad informática, teniendo en cuenta que para la unión de ambas Obras Lineales, la cuestión a tener en cuenta en este caso es la referencia al terreno natural para el cálculo del movimiento de tierras, como se explica a continuación.



En el caso de la obra principal, la referencia de terreno natural es la entidad de superficie que se introdujo en el modelo a través de los datos obtenidos para el Modelo Digital del Terreno tal como se explicó en el Anejo 04 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA. Dicha representación del terreno natural de la zona de localización de la obra será la base del cálculo del movimiento de tierras. Al indicar esto en la introducción de la *Obra Lineal*, el programa calculará los taludes y los desmontes con respecto a esa referencia, y dibujará la línea de contacto entre éstos y el terreno como límite de la misma.

Con la obra principal modelada, se crea una nueva fisonomía del terreno, con taludes y desmontes que no se encontraban antes. Es por ello que hay que tener esto en cuenta para que al calcular la obra del Carril de Boxes, no se cuenten volúmenes dos veces, o simplemente volúmenes irreales. Por lo tanto, se creará una nueva superficie de terreno que se denominará superficie de Explanada de la Pista, que la componen el terreno natural y la *Obra Lineal* de la pista.

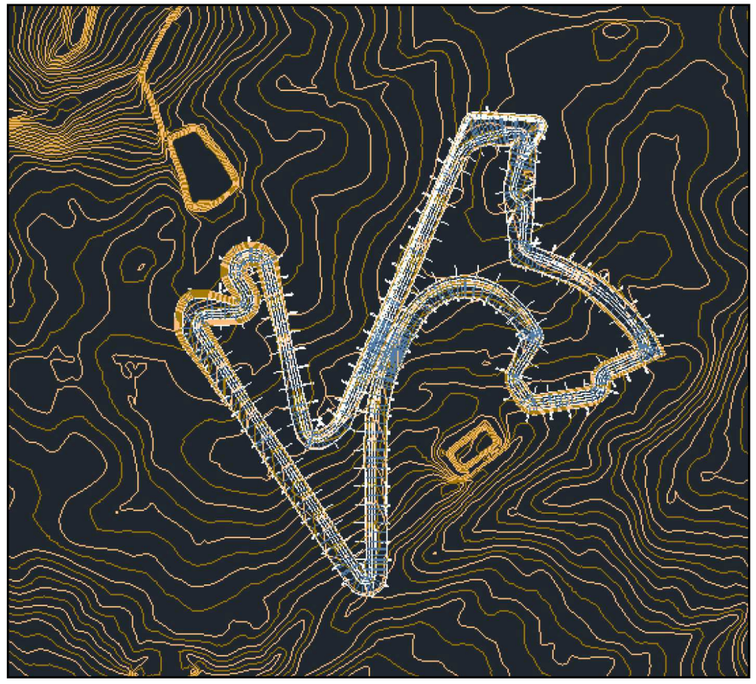
Sobre esta nueva superficie, se referenciará la *Obra Lineal* del Carril de Boxes, para que se dibujen los límites correctos de taludes y desmontes, y se complete el modelo informático. La imagen que encabeza este apartado ilustra la planta de este resultado.

Finalmente, se crea una nueva superficie, que será la que modele definitivamente la obra completa del ámbito de este proyecto, que se nombrará como superficie de Explanada de Obra.

La creación de estas superficies se lleva a cabo de forma sencilla gracias al programa utilizado. Únicamente consiste en la creación de una nueva entidad para ir añadiendo superficies en el orden en el que se desee. La adición de las superficies las interpreta el programa como sumas en el caso de taludes y restas en el de desmontes.

Para ello, tras definir una *Obra Lineal*, se generan superficies propias que le confieren las propiedades bidimensionales que, al procesar el análisis de movimiento de tierras, permitirá obtener volúmenes. Las superficies las crea el programa uniendo las partes equivalentes de una sección transversal con las adyacentes.

Por consiguiente, la superficie de Explanada de Obra se genera con la superficie de terreno natural como base, añadiendo la superficie de la *Obra Lineal* de la pista (Explanada de Pista), y a continuación se añade la superficie de la *Obra Lineal* del Carril de Boxes. Con este proceso se llega al modelo final, visible en las imágenes siguientes, mostrándose la primera desde un ángulo arbitrario en óribita libre para notar la tridimensionalidad, y la segunda en planta:



Con esta nueva superficie se pueden obtener nuevas características que permiten el procesamiento de nuevos datos para el proyecto. Mediante nuevas herramientas del programa, se pueden obtener los perfiles transversales, que se han llevado al Plano 08, con su nombre correspondiente. Además, como se mostrará en el Anejo 10 MOVIMIENTO DE TIERRAS, se puede obtener un cálculo de los volúmenes de material que implica la obra del circuito.

5 DATOS FINALES DEL CIRCUITO

Como apartado final en este Anejo, se adjunta una tabla a modo de resumen con los valores más característicos de ciertas magnitudes que definen geométricamente el circuito diseñado.

CIRCUITO DE SEVILLA	
Diseño en Planta - Pista	
Longitud total	5409.66 m
Número de Curvas	18
Longitud en Recta	3275.52 m
Proporción en Recta	60.55 %
Longitud en Curva	2134.14 m
Proporción en Curva	39.45 %
Curvas a Izquierda	8
Curvas a Derecha	10
Recta más larga	804.92 m
Radio de curva mínimo	18.80 m
Diseño en Planta – Carril de Boxes	
Longitud total	1238.64 m
Número de Curvas	2
Longitud en Recta	1172.66 m
Longitud en Curva	65.99 m
Diseño en Alzado - Pista	
Desnivel	8.122 m
Cota mínima	43.343 m
Cota máxima	51.465 m
Diseño en Alzado – Carril de Boxes	
Desnivel	2.806 m
Cota mínima	47.296 m
Cota máxima	50.102 m
Obra Civil	
Volumen Excavación	403268.88 m^3
Volumen Terraplén	254425.90 m^3
Balance volumen	18987.40 m^3 (Desmonte)
Longitud en Desmonte	65 **%**
Longitud en Terraplén	35 **%**

ANEJO 08
ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

1 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

La seguridad es una parte fundamental del deporte de motor, y un criterio de aceptación importante para el circuito. Es importante garantizar todo lo posible que los eventos que vayan a tener lugar en el circuito se puedan desarrollar en unas condiciones de protección adecuada de pilotos, personal de equipos y espectadores. Para ello, hay que disponer en la pista elementos suficientes que impidan que el vehículo se salga del carril de la pista o de la zona de los arcenes, y, en caso de salida descontrolada, disminuir en todo lo posible los efectos de un posible accidente sobre el piloto y el vehículo.

A continuación se presentarán los elementos considerados para tal fin que se van a disponer en el circuito. Hay que especificar que estas defensas se limitan a la Pista, pues es la zona donde los pilotos se emplearán más a fondo, exponiendo sus vehículos a mayores situaciones límite. En el Carril de Boxes, el límite de velocidad y la zona de garajes hacen que se trate de una zona con menor defensa del tipo que se va a explicar seguidamente. Las defensas en los stands de control de carrera de cada equipo forman parte del equipamiento deportivo propio de los equipos, y no se incluye en los sistemas mostrados en este Anejo, que se enfoca en los sistemas de protección propios del circuito.

Dichos sistemas son instalaciones compuestas por diversos componentes, que forman estructuras lineales para ser dispuestas en los márgenes del carril o de los arcenes por lo general para detener el vehículo en caso de salida y disminuir la energía del mismo para reducir los efectos de una colisión. En cada uno de los siguientes apartados se explicará la composición y función de los elementos de seguridad. Pero antes, se realizarán algunos comentarios sobre la estimación de la seguridad en el diseño de la Pista.

Por último, se recomienda la visualización del Plano 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN para comprobar los detalles de cada elemento incluido y su ubicación en el circuito.

1.1 Consideraciones sobre la Pista

Desde el Anejo 03 CRITERIOS DE DISEÑO se ha insistido en la seguridad como base de otros criterios usados para el diseño del circuito. No sólo para concretar la forma del trazado, sino también para establecer la dimensión de las escapatorias, o dimensionar el ancho de la vía. En este aspecto, hay que decir que las dimensiones de la Pista y los arcenes se han diseñado acorde con el Apéndice O del Código Deportivo Internacional de la FIA, que basa sus indicaciones en conseguir un entorno seguro para la conducción.

Por ello, se podrían considerar ciertos elementos de seguridad incluidos en el diseño de la Pista, antes de disponer sobre el circuito instalación adicional alguna. En primer lugar, el ancho del carril del circuito. Mientras que en otros circuitos que acogen pruebas de las máximas categorías del automovilismo se pueden llegar a encontrar tramos de muy poca anchura (7-8 metros en el Circuito Urbano de Baku, Azerbaiyán), en este circuito se ha diseñado un ancho de 13 metros, y 15 metros en la recta principal. Esto complementa a los demás sistemas de protección, puesto que un carril más ancho permite adelantamientos más seguros, más espacio para realizar correcciones de conducción y un mayor margen para evitar salidas. En este aspecto, el circuito presentará un carril seguro, en todo el trazado, y no únicamente en las rectas largas. Esta solución se puede ver en circuitos de diseño moderno, como el ya inactivo Circuito Urbano de Valencia, (España), o el Circuito de Yas Marina (Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos).

Las escapatorias son otros elementos propios de la Pista diseñada que colaboran con la seguridad que ofrecen los elementos de los que se hablará a continuación. Las escapatorias dispuestas junto a las Curvas más peligrosas constituyen una vía de defensa para prevenir colisiones, o en caso contrario, disminuir la energía del vehículo antes de ella y alejarlo de la pista para garantizar la seguridad del piloto accidentado, y la de los que continúan por ella. Las escapatorias mayores del circuito se han dispuesto en las Curvas 1, 2, 6, 13, 14 y 17.

Además otro factor importante de seguridad en la Pista son las coberturas de dichas escapatorias y de los arcenes junto a zonas donde la salida sea más probable. En estos casos encontramos las zonas de grava, asfalto o césped artificial, que son zonas para paliar los efectos de las salidas. En el caso de las gravas, frenando el vehículo para impedir la colisión o disminuir su energía antes de la misma. Las zonas recubiertas con una capa de asfalto permiten recuperar el control del vehículo para volver a la pista comprometiendo lo menos posible el desempeño deportivo del vehículo. Las zonas cubiertas por tramos de césped artificial suponen un cambio de la rugosidad de la vía para que los pilotos eviten el contacto con ellas, colaborando con la precaución en ciertas zonas del circuito, si bien permiten la vuelta a la pista sin problemas en caso de pasar por ellas.

Estas medidas son elementos de seguridad considerados de forma previa al diseño de la Pista, y que colaboran con el resto de elementos que se explican a partir del siguiente apartado. Para su visualización se recomienda ver el Plano 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO.

1.2 Muro con verja

El muro de hormigón con verja es el sistema de defensa más habitual en circuitos de automovilismo. Están formados por bloques de hormigón prefabricado de 1 m de altura por 4 m de largo, y sección trapezoidal, quedando la parte lisa hacia dentro del circuito. Sobre la franja superior del bloque, de 20 cm de anchura, se coloca la verja y presentan huecos en la zona inferior para el drenaje del agua en caso de ser necesario.

La verja tiene una altura de 2.5 m, con un remate final hacia el interior del circuito. Se dispone en planchas de 2 m de ancho, de manera que se corresponden dos con cada bloque de hormigón. Para su sujeción se disponen perfiles metálicos en I, a razón de 3 cada dos secciones de verja, o lo que es lo mismo, 3 por bloque de hormigón.

Su función es doble. Por un lado, sirve de límite del circuito, pues se sitúan en los límites exteriores del arcén, como se puede ver en el Plano 05 SECCIONES TIPO.

En aquellos tramos en los que se encuentre relativamente cerca de la pista, es posible que haya una colisión. En situaciones normales, en ese caso se espera que se trate de una colisión tangencial, por el lateral del coche, y no una frontal, en cuyo caso habría que disponer otro tipo de sistemas de defensa. La verja además, serviría de contención si salieran despedidas algunas piezas de los vehículos, protegiendo a los espectadores, pero a la vez, sin comprometer la visibilidad.

Por otra parte, el muro con verja sirve para restringir el acceso de personas no autorizadas a la Pista, por lo que cumple funciones de limitación y cierre de la zona del Circuito.

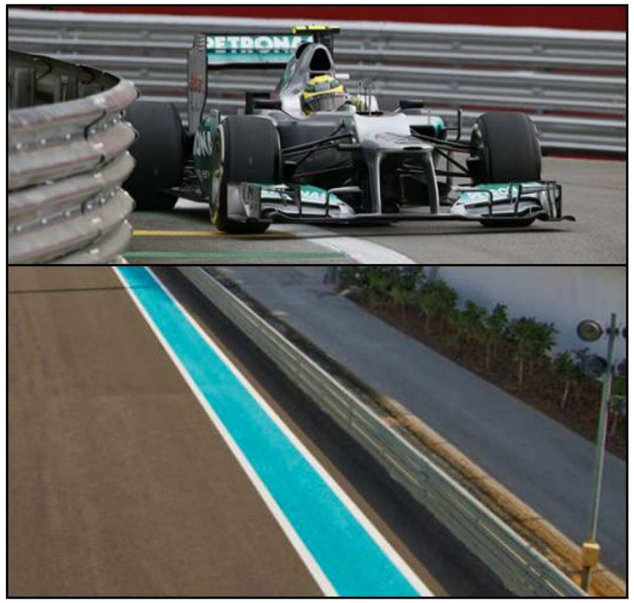
Además es habitual en muchos circuitos, según acuerdos entre responsables del circuito, patrocinadores y medios de comunicación disponer en la cara del muro que da a la Pista contenido publicitario, ya sea mediante lonas o coberturas plásticas o mediante pintura. Por lo tanto, se podría considerar esta tercera función para este tipo de sistema defensivo.

La ubicación de estos elementos se extiende por todo el contorno del área del circuito, incluso en el principio del Carril de Boxes. En el resto del Carril de Boxes, hay que especificar que el muro se sitúa entre éste y la Pista, dejándolo en el exterior, y constituyendo la defensa de la recta principal. El único tramo en el que el muro no se dispone es en la Curva 12, donde se sustituye por el muro SAFER, como se verá más adelante.

1.3 Barrera metálica

La barrera metálica en forma de "cola de pez" es un elemento muy recurrente en vías convencionales para proteger a los vehículos de salidas de la plataforma, minimizando los efectos de un posible accidente. La forma que tienen y el material del que están hechas (acero galvanizado) facilitan una gran deformación en caso de colisión de los vehículos, reduciendo la energía que afecta a éstos en dicha situación. Por lo tanto, son un elemento que también se ha llevado a los circuitos de automovilismo para cumplir esa función.

En este caso, se han dispuesto junto a la zona de la Curva 12 y el tramo hasta la Curva 13, pues se trata de una zona de especial riesgo en el circuito, pues la velocidad estimada y el peralte pueden hacer que los vehículos salgan por el margen izquierdo del carril. Las barreras metálicas protegerán a los vehículos de colisionar directamente con el muro de hormigón en esta zona particular.



Las franjas bionda que sufrirán el posible impacto tienen una altura de 30 cm. Se disponen en triple banda para una protección completa del vehículo, y van atornilladas a postes metálicos de 1.20 m de altura. Los tramos de barrera metálica se dividen en piezas de 5 m de largo.

A la izquierda se pueden ver en circuitos reales (Interlagos, Sao Paulo, Brasil arriba, y Yas Marina, Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos abajo), si bien su posición en este caso no es tan cercana al carril como se aprecia en las imágenes.

En el circuito proyectado, se situarán a 15 m del borde del carril. Además, se dispondrán 5 aberturas de la barrera, una cada 100 m desde el inicio, para que vehículos averiados puedan situarse en una posición segura en caso de abandono y no poder regresar al Carril de Boxes, una práctica muy extendida en circuitos de todo el mundo. Estas mismas aberturas permitirán la cobertura de otros vehículos que puedan tener que entrar a pista en algún momento, como equipos de emergencias limpieza, etc.

1.4 Bordes piano

Los bordes tipo piano no son un elemento de seguridad que proteja directamente de una colisión, detenga el vehículo o disminuya la energía de impacto. Su función consiste en marcar el límite del carril en el entorno de curvas de tránsito rápido, en el que la trazada puede implicar ajustar tanto el paso al límite del circuito que una rueda salga de los márgenes marcados. En estos puntos, el borde piano supone una vibración en el vehículo que el conductor reconoce como límite de paso, e intenta devolver el vehículo al interior del carril. De esta manera, avisa de posibles salidas al piloto y ayuda a prevenirlas.

Este elemento goza de gran aceptación en el mundo del motor, usándose en prácticamente la totalidad de los circuitos permanentes no ovalados del mundo. Además, se suelen disponer con colores visibles para que la llamada al piloto también sea visual y no únicamente por la vibración del vehículo, por lo que se suelen poner con un esquema de colores que también otorga cierta singularidad al circuito. El color más habitual es el esquema rojo y blanco, si bien en algunos circuitos se suelen pintar con los colores de la bandera del país o la región, u otras composiciones.

Los bordes piano tienen una anchura de 1 metro, y se disponen en la parte del carril exterior a la línea blanca que marca los límites de la pista desde el punto de vista deportivo, como se ve en la imagen inferior. En ese caso, se sustituye el paquete de firme bajo el piano por el hormigón que lleva el propio borde, con una altura de 15 cm.

La situación de los bordes piano se indica en el Plano 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN, rodeando los límites del carril de todas las curvas del circuito y la entrada y salida del Carril de Boxes.

1.5 Muro SAFER

El Muro SAFER es un elemento de seguridad introducido en los circuitos de automovilismo en 2002, con su instalación en el circuito de Indianápolis (IN, Estados Unidos), y su éxito hizo que ya en 2006, todos los circuitos de las categorías IndyCar y NASCAR lo instalaran. Posteriormente, su uso se extendió de los circuitos ovales a circuitos de trazado no oval, para la protección de puntos de especial riesgo. Recientemente en julio de 2017, se han instalado en el circuito Gilles Villeneuve (Montreal, Canadá), por lo que se extiende su uso también a circuitos clásicos usados en las mayores categorías del automovilismo.

El muro SAFER recibe su nombre de las siglas en Inglés para *SAFER Barrier*: *Steel And Foam Energy Reduction Barrier*, lo que es bastante ilustrativo de su composición. Este sistema de defensa consite en un muro de hormigón de sección rectangular, sobre el que se apoyan unas planchas de poliestireno que forman cuñas, y una barrera exterior formada por perfiles cuadrados metálicos de sección hueca. Una verja se dispone sobre el muro de hormigón para

completar el sistema de protección. La barrera metálica se une al muro de hormigón por medio de correas de sujeción, y éstas se fijan a dicho muro mediante pletinas atornilladas. La altura es la misma que en el caso del muro con verja, 1 m las líneas de defensa inferiores, y la verja, 2.5 m, con remate final hacia el interior de la pista.

El conjunto constituye la defensa más completa ante colisiones de vehículos por varias razones. En primer lugar, la capacidad de absorción de energía en el impacto es muy alta, pues la energía de deformación de los perfiles metálicos se transmite a las planchas de poliestireno, y posteriormente al hormigón, se manera que se disipa mucha energía en el proceso. Por otra parte, la deformación de las dos líneas de defensa exteriores hace que el vehículo no salga despedido de nuevo hacia la pista, disminuyendo la probabilidad de nueva colisión, o al menos, reduciendo la velocidad con la que lo hace. El muro de hormigón, además de absorber energía, mantiene firme la estructura, y sujeta la verja. Ésta, finalmente, protege la zona exterior del muro, donde es previsible que se pueda poner público, o haya otra parte del circuito.

Como se ha dicho, este sistema fue concebido inicialmente para circuitos ovales, pues las curvas largas y rápidas pueden provocar salidas con colisiones muy enérgicas. En este circuito, se usarán para el margen exterior de la Curva 12, desde la Curva 11 hasta el inicio del tramo recto que lleva a la Curva 13. La Curva 12 se asemeja a las de circuitos ovales, y además se sitúa cerca de la recta principal, lo que supone un aumento del riesgo.

Con este método novedoso y de amplia aceptación se pretende minimizar ese riesgo y garantizar la seguridad en la zona más icónica de este diseño, y situándose en el plano más actual en cuanto a sistemas de seguridad.

1.6 Barrera de neumáticos

La barrera de neumáticos ha sido históricamente un elemento muy utilizado en los circuitos de automovilismo, si bien su desempeño ha ido mejorando con los años, tras numerosas fórmulas de composición de la barrera. En la actualidad, los neumáticos se disponen en columnas de 6, y en tres filas. Para una buena conexión entre ellos, que evite que salga despedidos y desparramados por el circuito en caso de colisión, los neumáticos contiguos se atornillan entre ellos. Para mejorar la absorción de energía e impedir una deformación excesiva e ineficaz de los neumáticos, la columna de 6 neumáticos se fija con la inclusión de un tubo de polipropileno. Finalmente, una banda de poliestireno fijada en la cara exterior del muro protege al vehículo del contacto directo con los neumáticos, además de permitir una franja para su pintura con colores señalizadores o mensajes publicitarios.

La disposición de estas defensas se realiza contigua a los muros con verja, pues la columna de neumáticos alcanza igualmente el metro de altura, y la verja posterior complementa la protección en caso de accidente. Por ello, en el Plano 17 se puede ver su situación en el circuito junto al primer sistema de defensa, en los puntos más probables de colisión en las Curvas 1, 2, 5, 6, 13 y 14. En la imagen inferior, puede verse un muro de este tipo en el famoso *Muro de los Campeones*, en el circuito Gilles Villeneuve (Montreal, Canadá).

ANEJO 09
CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

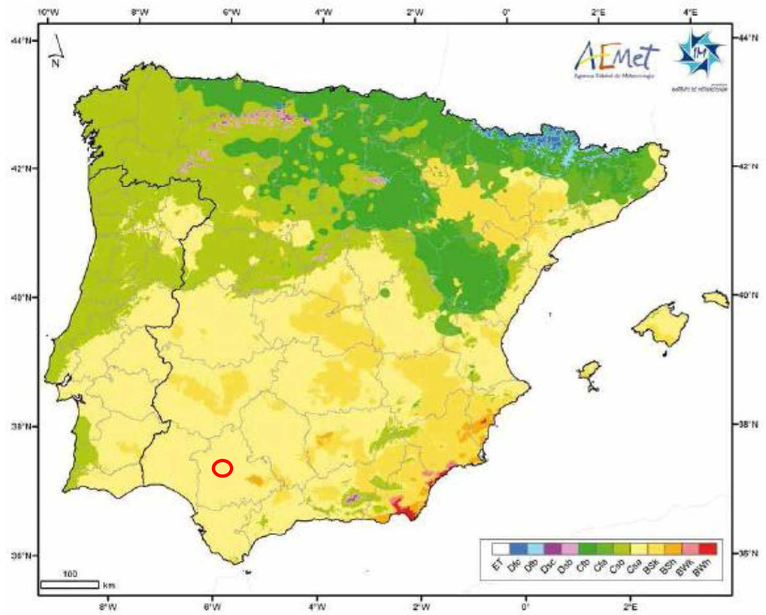
1 CLIMATOLOGÍA

1.1. Introducción

La Climatología es un factor muy importante en la caracterización de las condiciones medioambientales por su influencia sobre el medio físico. Se pueden extraer muchas conclusiones a partir de los datos climatológicos de una zona, con los que poder adecuar la obra y los procesos de construcción al medio en el que se encuentre.

Esta sección del Anejo pretende caracterizar desde el punto de vista climatológico el entorno del circuito proyectado. Para ello, se recurre a los datos de ciertas magnitudes registradas en la estación meteorológica más cercana a la zona, que se muestran a lo largo de este desarrollo tras ser tratados para su exposición. Asimismo, se muestran datos extraídos de la publicación "Atlas Climático Ibérico", producto del trabajo coordinado entre la Agencia Estatal de Meteorología de España y el Instituto de Meteorologia de Portugal.

En primer lugar, la clasificación climática de la ubicación por parte de dicha publicación se muestra en la imagen inferior, dato fundamental que englobará los datos posteriores:



El circuito se ubica donde marca el círculo rojo de la imagen. Se encuentra en una zona marcada en la leyenda por las siglas *Csa*, lo que marca una zona de clima *templado con verano seco y caluroso*. Es la variedad de clima que abarca una mayor extensión de la Península Ibérica y Baleares, ocupando aproximadamente el 40% de su superficie. Se extiende por la mayor parte de la mitad sur y de las regiones costeras mediterráneas, a excepción de las zonas áridas del sureste.

Para conocer las principales características climáticas de la zona más detalladamente, se han tomado datos de una estación meteorológica del Subsistema de Información Climatológica Ambiental (CLIMA) de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, de la Junta de Andalucía. Se trata de la estación meteorológica de La Rinconada, en Sevilla. Dicha estación se encuentra situada apenas a 9 km de la ubicación del circuito. Se encuentra en activo desde noviembre de 2000. Sus datos identificativos se pueden ver en la siguiente imagen, extraída del portal web del Subsistema CLIMA:

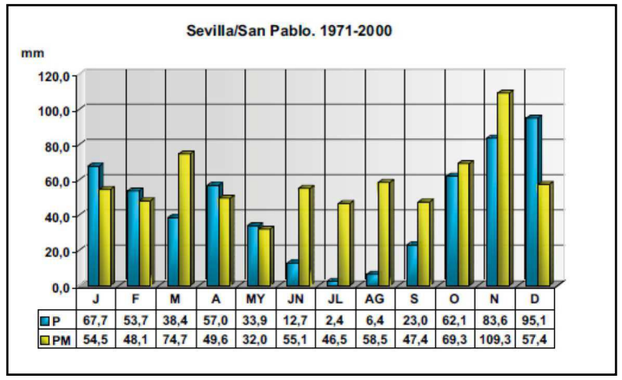
RIA4112 - La Rinconada

Red	Red de Información AgroClimática (IFAPA)
Código Estación	RIA4112
Denominación	La Rinconada
Provincia	SEVILLA
Municipio	LA RINCONADA
Área Climática	Bajo Guadalquivir
Coordenada X(m)	241408.68
Coordenada Y(m)	4149784.36
Coordenada Z(m)	25
Tipo	A
Observaciones	

A partir de los datos de la estación, se procede a presentar las diferentes características climáticas de la zona. Para ello, se han tomado los datos relativos a todos los días del año hidrológico, comenzando el 1 de octubre y concluyendo el 30 de septiembre. Los años hidrológicos completos que se han registrado en la estación meteorológica son 16 (desde el 2001-2002 hasta el 2016-2017), que son los datos que se han usado para el análisis que se mostrará a continuación.

1.2. Pluviometría

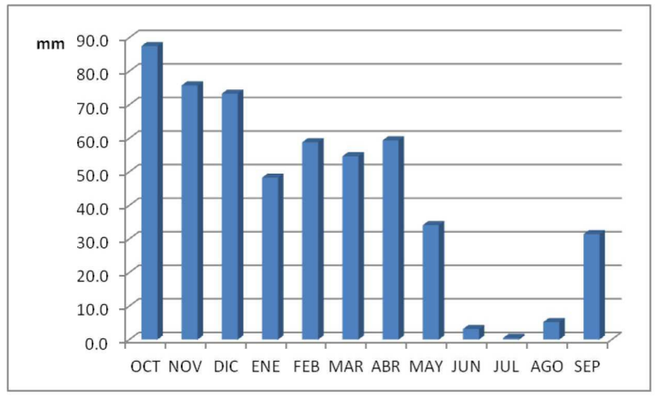
La lluvia es un dato muy importante tanto para la caracterización climática como para la planificación de las obras. Mediante el procesamiento de los datos facilitados por la estación meteorológica se pueden conocer las características de las precipitaciones desde el año 2001, aunque para conocer datos precedentes y poder visualizar los cambios en lo últimos años, también se incluye un gráfico histórico del "Atlas Climático Ibérico":



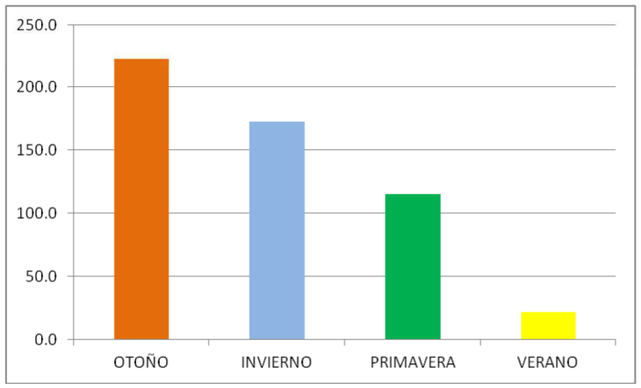
Tomados en la estación del Aeropuerto de San Pablo, el gráfico muestra datos de la serie 1971-2000, complementando a la serie tomada de la estación de La Rinconada. Las barras azules constituyen la precipitación total media mensual del período, mientras que las amarillas muestran la precipitación máxima diaria. Se puede apreciar la baja media de precipitaciones en el período estival. El valor de precipitación anual en esta serie de datos es de 536 mm.

En el siguiente gráfico, elaborado a partir de los datos de la estación consultada, puede comprobarse el comportamiento de las precipitaciones de los últimos 16 años, que es similar al de la serie anterior. Se puede visualizar una disminución en los meses de invierno y otoño, mientras que se aprecia una ligera subida en los de primavera y verano, excepto en julio y agosto, siendo el valor del primero prácticamente nulo. Aún así, el valor de la precipitación anual es de 532 mm, muy similar al anterior.

Tras haber visto la notable variación estacional en los datos de precipitación, bajo la gráfica siguiente se encuentra el dato de precipitación media por estaciones, elaborada igualmente con los datos disponibles.



	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
P (mm)	87.5	75.7	73.3	48.2	58.8	54.6	59.4	34.1	3.1	0.5	5.2	31.4



	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
P (mm)	223.4	172.4	114.8	21.4

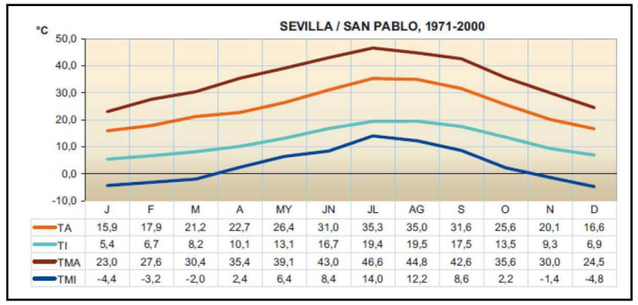
Otro dato importante es el número de días de lluvia al año. Por el análisis realizado con los datos de la estación meteorológica consultada, y redondeando al primer entero mayor, este dato es de 89 días de lluvia al año. El reparto estacional se puede ver en la siguiente tabla:

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
P (mm)	31	35	19	4

El número de días de lluvia al año es reducido, pues en el norte de la Península se alcanzan los 150 días al año. No obstante, esto se trata de un valor medio, pues en el año hidrológico 2012-2013 se llegó a alcanzar la cifra de 113 días de lluvia.

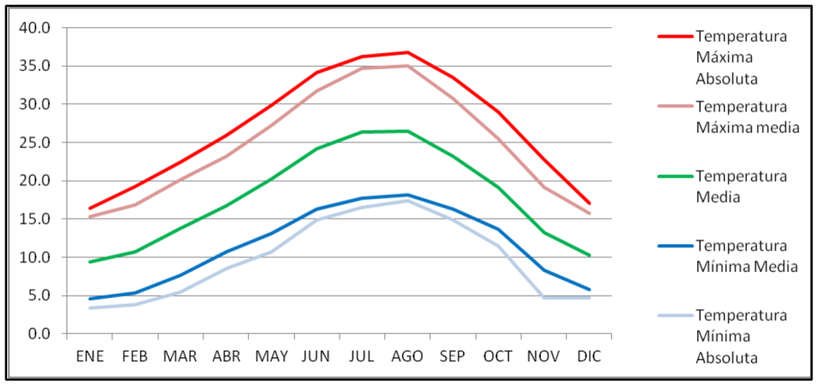
1.3. Temperatura

La temperatura es junto con la precipitación la segunda característica más definitoria de la climatología de una zona. Al igual que en el caso anterior, los datos se han tomado principalmente de la estación meteorológica de La Rinconada, pero para conocer los datos de la serie 1971-2000, se adjunta nuevamente un gráfico del "Atlas Climiático Ibérico":



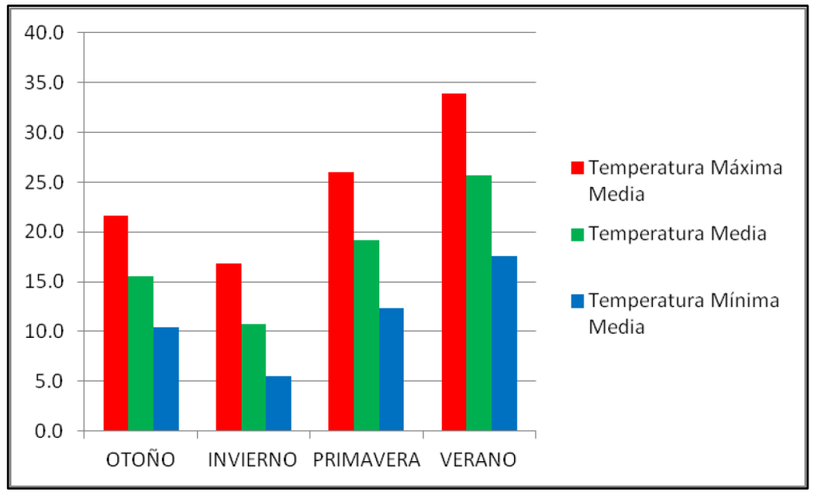
Los datos tanto que se presentan son temperatura máxima absoluta y media y mínimas absoluta y media. Destacan los valores de las temperaturas estivales, en los que la media se encuentra entre 20 y 35ºC, lo que, junto con los datos de pluviometría, confirman un verano seco y caluroso, como ya indicaba el propio Atlas.

Utilizando un formato similar, en el siguiente gráfico, se pueden ver los datos de temperatura que ofrece la estación de La Rinconada. Se ha añadido la temperatura media total. Los datos se pueden ver en la tabla inferior.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T max abs (ºC)	16.4	19.3	22.4	26.0	29.9	34.1	36.2	36.8	33.5	29.0	22.7	17.0
T max med (ºC)	15.3	16.8	20.2	23.2	27.3	31.8	34.7	35.0	30.7	25.5	19.1	15.8
T med (ºC)	9.4	10.8	13.7	16.7	20.3	24.2	26.3	26.5	23.2	19.1	13.2	10.2
T min med (ºC)	4.6	5.4	7.7	10.7	13.2	16.3	17.7	18.2	16.2	13.7	8.3	5.7
T min abs (ºC)	3.4	3.9	5.5	8.5	10.7	14.8	16.5	17.4	14.9	11.5	4.7	4.7

Atendiendo a la variación estacional de la temperatura, se ha generado el siguiente gráfico de barras, al igual que se hizo con los datos de lluvia:



	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
T max med (ºC)	21.7	16.8	26.0	33.9
T med (ºC)	15.5	10.7	19.2	25.7
T min med (ºC)	10.4	5.5	12.4	17.5

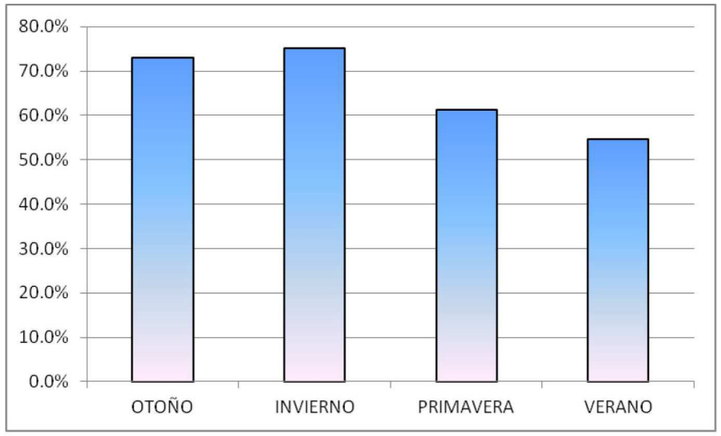
Es interesante comprobar con los valores de esta tabla la oscilación térmica estacioanal, existiendo una diferencia media de 15 ºC entre el invierno y el verano. En cuanto a la oscilación térmica diaria, tomando la diferencia entre la media de las temperaturas máximas diarias y las mínimas, se obtiene un valor en el período 2001-2017 de 13.1 ºC, lo que se puede identificar como la oscilación térmica entre el día y la noche.

1.4. Humedad relativa

Este valor es indicativo de la cantidad de agua en el aire. En la gráfica siguiente se puede ver el valor de la humedad relativa del aire por estaciones.

En dicha gráfica puede verse la correspondencia de comportamiento con el gráfico de precipitaciones en las estaciones de primavera y verano. Sin embargo, en invierno se aprecia mayor humedad del aire que en el otoño aún con menores precipitaciones, lo que es indicativo de que aunque sean dos características relacionadas, existen otros factores de los que depende la humedad del aire.

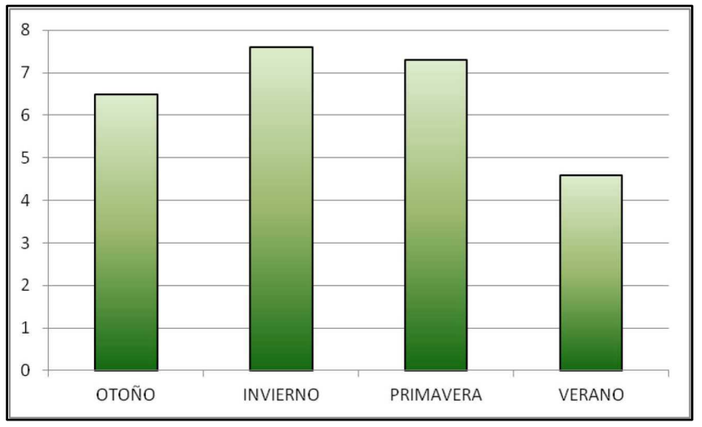
Haciendo un cálculo medio, se puede obtener el valor de la humedad media anual para el período 2001-2017, que se sitúa en el 65.9%.



	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
Humedad relativa (%)	73.0 %	75.1 %	61.3 %	54.6 %

1.5. Velocidad del viento

A continuación el dato de la velocidad del viento según la estación:

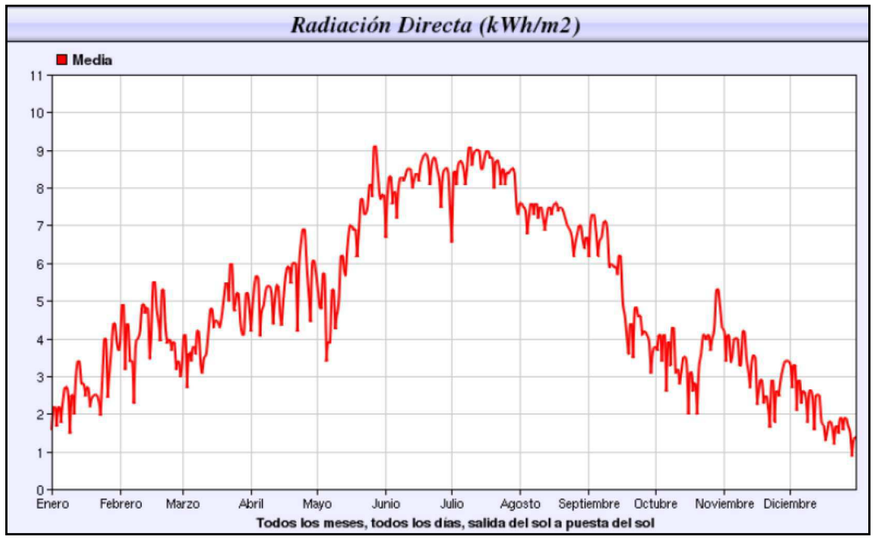


	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
Velocidad del Viento (km/h)	6.5	7.6	7.3	4.6

En esta característica, no se encuentran valores muy elevados, ya que en la zona no se dan grandes rachas de viento. El valor anual es de 6.7 km/h, un valor pequeño, pues la zona no siente el efecto de la costa, y la relativa baja altitud también es un factor limitante para el desarrollo de altas velocidades del viento. Esto puede traducirse como una buena característica para el circuito una vez se encuentre en servicio, pues el viento es un factor de riesgo en la conducción de vehículos de competición.

1.6. Radiación solar

Por su parte, la estación meteorológica de La Rinconada también recoge datos relativos a la radiación solar, aunque éstos quedan reflejados en la Agencia Andaluza de la Energía, en vez del mismo portal que los datos climáticos. En el siguiente gráfico, emitido en la página web de la propia Agencia, muestra la variación en el año de la radiación solar directa, y en la tabla inferior, se pueden ver los datos numéricos.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Radiación Directa (kWh/m^2)	2.7	4.0	4.3	5.3	6.3	8.2	8.4	7.1	5.3	3.6	3.1	2.0

Los valores mostrados en la tabla muestran una radiación elevada, pues el sur de la Península es la zona con mayor radiación solar, con una media anual, como en este caso, mayor a 5 kWh/m^2. En los meses estivales, que tienen un mayor número de horas de sol, se llegan a superar los 8 kWh/m^2 de media.

1.7. Cálculo de Días Aprovechables

De los datos climátológicos anteriores, se puede extraer información importante para la programación de la obra, y es el número de días aprovechables de ejecución de las mismas, que se define como el día en el que las precipitaciones y la temperatura ambiente cumplen con los siguientes criterios:

- Temperatura mayor a 0ºC en caso general.
- Temperatura mayor a 5ºC para la puesta en obra de mezclas bituminosas.
- Temperatura mayor a 10 ºC para la puesta en obra de riegos y tratamientos superficiales.
- Precipitación menor a 1 mm/día para la puesta en obra de mexclas bituminosas y riegos.
- Precipitación menos a 10 mm/día para las unidades de obra relativas a la formación de la explanación, hormigones y áridos.

Haciendo uso de los datos medios mensuales disponibles de la estación meteorológica consultada, es posible hacer un estudio de los días aprovechables mediante la aplicación del método en la publicación "Datos climáticos para carreteras. Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo", de la Dirección General de Carreteras, y editada por el Ministerio de Fomento. Se basa en la aplicación de coeficientes reductores según los días del mes que se cumplen los criterios anteriores. Para el cálculo de días festivos, se usará un calendario del año 2018.

En la siguiente table se resume la aplicación del método. En las últimas filas se pueden ver los días aprovechables del año en cada tipo de trabajo.

DÍAS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
TEMPERATURA > 0ºC (dt0)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
TEMPERATURA > 5ºC (dt5)	29	27	31	29	31	29	30	31	30	31	29	30	357
TEMPERATURA > 10ºC (dt10)	12	17	28	29	31	29	30	31	31	31	25	16	310
PRECIPITACIÓN < 1 mm (dp1)	25	21	24	23	27	29	30	30	26	24	23	24	306
PRECIPITACIÓN < 10 mm (dp10)	29	21	29	27	30	29	30	30	28	28	26	28	335
FESTIVOS Y NO LABORABLES (F)	9	9	11	10	10	9	9	9	10	9	9	12	116
LABORABLES (L)	22	19	20	20	21	21	22	22	20	22	21	19	249
TOTAL (T)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
COEFICIENTES REDUCTORES	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
η_m = dt0 / T	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
τ_m = dt5 / T	0.935	0.964	1.000	0.967	1.000	0.967	0.968	1.000	1.000	1.000	0.967	0.968	0.978
τ'_m = dt10 / T	0.387	0.607	0.903	0.967	1.000	0.967	0.968	1.000	1.033	1.000	0.833	0.516	0.848
λ_m = dp1 / T	0.806	0.750	0.774	0.767	0.871	0.967	0.968	0.968	0.867	0.774	0.767	0.774	0.838
λ'_m = dp10 / T	0.935	0.750	0.935	0.900	0.968	0.967	0.968	0.968	0.933	0.903	0.867	0.903	0.916
COEFICIENTES POR TRABAJOS	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
HORMIGONES $Cm=\eta_m \cdot \lambda_m$	0.806	0.750	0.774	0.767	0.871	0.967	0.968	0.968	0.867	0.774	0.767	0.774	0.838
EXPLANACIONES $Cm=\eta_m \cdot 0.5 \cdot (\lambda_m + \lambda'_m)$	0.871	0.750	0.855	0.833	0.919	0.967	0.968	0.968	0.900	0.839	0.817	0.839	0.877
ÁRIDOS $Cm=\lambda_m$	0.806	0.750	0.774	0.767	0.871	0.967	0.968	0.968	0.867	0.774	0.767	0.774	0.838
RIEGOS Y TRATAMIENTOS $Cm= \tau_m \cdot \lambda'_m$	0.875	0.723	0.935	0.870	0.968	0.934	0.937	0.968	0.933	0.903	0.838	0.874	0.896
MEZCLAS BITUMINOSAS $Cm=\tau'_m \cdot \lambda'_m$	0.362	0.455	0.845	0.870	0.968	0.934	0.937	0.968	0.964	0.903	0.722	0.466	0.778
COEFICIENTE POR DÍAS LABORABLES	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
Cf = L / T = (T-F) / T	0.710	0.679	0.645	0.667	0.677	0.700	0.710	0.710	0.667	0.710	0.700	0.613	0.682
COEFICIENTE INTEGRADOR $Ct=1-(1-Cm)\cdot Cf$	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
HORMIGONES	0.863	0.830	0.854	0.844	0.913	0.977	0.977	0.977	0.911	0.840	0.837	0.862	0.889
EXPLANACIONES	0.908	0.830	0.906	0.889	0.945	0.977	0.977	0.977	0.933	0.886	0.872	0.901	0.916
ÁRIDOS	0.863	0.830	0.854	0.844	0.913	0.977	0.977	0.977	0.911	0.840	0.837	0.862	0.889
RIEGOS Y TRATAMIENTOS	0.911	0.812	0.958	0.913	0.978	0.954	0.955	0.977	0.956	0.931	0.886	0.923	0.929
MEZCLAS BITUMINOSAS	0.547	0.630	0.900	0.913	0.978	0.954	0.955	0.977	0.976	0.931	0.806	0.673	0.848
DÍAS TRABAJABLES D=(L·Ct)	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
HORMIGONES	19	16	17	17	19	21	21	21	18	18	18	16	221
EXPLANACIONES	20	16	18	18	20	21	21	21	19	19	18	17	228
ÁRIDOS	19	16	17	17	19	21	21	21	18	18	18	16	221
RIEGOS Y TRATAMIENTOS	20	15	19	18	21	20	21	21	19	20	19	18	231
MEZCLAS BITUMINOSAS	12	12	18	18	21	20	21	21	20	20	17	13	213

2 HIDROLOGÍA

En esta sección del Anejo se va a presenter el proceso de cálculo por el que se ha obtenido el caudal de agua de lluvia sobre el circuito, según las diferentes áreas en las que se ha dividido el drenaje del circuito de aguas pluviales en base a la zona por la que discurre el agua.

En primer lugar se presentará brevemente el Método Racional, que es el conjunto de cálculos por el cual, a través de datos propios de la zona y valores tabulados en diversas publicaciones, se puede obtener en forma de caudal de escorrentía el efecto de la precipitación. Posteriormente, se presentarán los datos de la precipitación de cálculo de la zona del circuito, y se procederá a aplicar el Método Racional para contabilizar el caudal. Para ello, se ha dividido la escorrentía que hay que evacuar según la zona del circuito donde precipite el agua, como se explicará más adelante.

Tras obtener el dato del caudal al final del proceso que se muestra a continuación, se recomienda la lectura del Anejo 11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES para conocer el diseño del drenaje del circuito para evacuar dicho caudal.

2.1. El Método Racional

El Método Racional es un método hidrometeorológico, que simula el proceso de lluvia-escorrentía mediante modelos determinísticos. Los datos requeridos son fundamentalmente pluviométricos, al resultar más abundantes y precisos que los datos fronómicos. La simulación hidrológica se realiza mediante modelos "de sucesos", que sólo consideran la parte de precipitación que provoca escorrentía superficial.

En la determinación de los caudales máximos de avenida se ha aplicado el método propuesto por JR. Témez y recogido en el volumen "Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas" editado por la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T. Este método es el adoptado por la Instrucción 5.2.- I.C. "Drenaje Superficial".

Por tanto, para el desarrollo del método de cálculo que se muestra a continuación, se ha partido de lo propuesto en la Instrucción 5.2 – I.C., adaptándolo con las pequeñas matizaciones y precisiones que han ido imponiendo tras la publicación de la referida Norma. La mayor parte de estas modificaciones han sido desarrolladas por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

El estudio hidráulico se desarrolla en las siguientes etapas:

Delimitación de las cuencas interceptadas por la obra lineal.

Determinación de las características físicas de la cuenca (área, longitud, desnivel).

Evaluación de las características morfológicas de las cuencas (tipo de terreno y uso del suelo).

Selección del período de retorno.

Estimación del umbral de escorrentía y factores de corrección.

Determinación de la máxima precipitación diaria.

Obtención del coeficiente de escorrentía.

Leyes de intensidad – duración

Caudales de cálculo de cada cuenca.

Este método obtiene como caudal máximo el valor:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

En la anterior fórmula el caudal es función de la intensidad del aguacero y del área de la cuenca, siendo:

Q = Caudal máximo, en m^3/s; C = Coeficiente de escorrentía de la cuenca; I = Intensidad del aguacero, en mm/h, para un período de retorno (T) y un tiempo de concentración (t_c) dados; A = Superficie de la cuenca, en Km^2; K = Coeficiente de uniformidad.

En el Método Racional se contemplan también las siguientes consideraciones:

La intensidad de precipitación se supone constante durante el tiempo de lluvia.

Se generaliza el método a los aguaceros reales incorporando un coeficiente que refleja la influencia de las distribuciones habituales de lluvia.

Se limita la aplicación del método a cuencas menores de 3.000 Km^2. La aplicación del coeficiente de uniformidad permite aumentar el límite de 75 km contenido en la Norma.

Sólo se consideran las aguas de escorrentía superficial.

El tiempo de concentración estará comprendido entre 0,25 y 24 horas. El límite mínimo de 0,25 h excluye aquellas cuencas minúsculas donde el tiempo de recorrido del flujo difuso (land flow) tiene relevancia frente al recorrido por la red de drenaje (channel flow). En tales casos el tiempo de concentración sólo puede estimarse de una forma aproximada por la fórmula propuesta.

2.2. Precipitación diaria

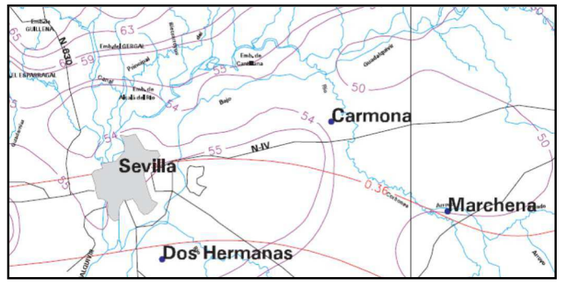
El cálculo de la precipitación supone el dato inicial del proceso para obtener el caudal, pues es un fenómeno que viene dado de forma natural. Además, este dato representa el punto común entre los dos tipos de aporte entre los que se ha diferenciado el cálculo, ya que se trata de la precipitación que cae sobre el circuito, y en este punto no interviene material o superficie alguna, y por tanto no hay que considerar valores de área o tiempo de concentración. Por lo tanto, este punto constituye la sexta etapa de la relación anterior. Para su desarrollo, los valores que hay que tener en cuenta se obtienen en base a la localización geográfica, en valores tabulados.

En primer lugar, hay que establecer el Período de Retorno (punto 4 del desarrollo del método). El valor a considerar en los casos de "drenajes superficiales de carril y márgenes" según la Norma 5.2 IC es de T=25 años según el punto 1.3.2 de la misma.

La precipitación diaria *Pd* correspondiente al período de retorno de 25 años se puede encontrar en la recurrente publicación "Mapa de Máximas lluvias diarias en la España Peninsular", de 1999. Siguiendo el proceso propuesto en dicho documento, y usando sus planos guía, se llega al siguiente cálculo para obtener *Pd*:

$$P_d = \bar{P} \cdot K_T = 55 \frac{mm}{dia} \cdot 1.747 = 96.085 \frac{mm}{dia}$$

Habiendo obtenido *Pd* y *Cv* por el plano guía y el tercero, K_T, por la tabla homónima del propio documento, de donde se han extraído las imágenes siguientes:



	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
C_v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892

2.3. Parámetros de las cuencas

Siguiendo con el desarrollo de las etapas del método, y habiendo resuleto los puntos comunes 4 y 6, que no dependen de la zona donde caiga la precipitación, en este punto se pretenden obtener precisamente los datos referentes al área que recibe la lluvia y sus parámetros necesarios para el cálculo. Esto comprende las etapas 1, 2, 3, 5 y 7 del Método Racional, tal como se presentó anteriormente.

Para ello, es conveniente limitar adecuadamente las zonas del circuito en las que cae la precipitación. En este proyecto se estudian las precipitaciones que afectan a la obra, ya sea la que cae directamente sobre la pista o la que es vertida sobre ella desde áreas exteriores que por su fisonomía dirigen el agua a la obra. Por lo tanto, se ha dividido el cálculo en Aportación Interior y Aportación Exterior.

El primer caso comprenderá las lluvias que caen sobre el circuito, entendiendo como tal la Pista, el Carril de Boxes, y el área de los arcenes, lo que es lo mismo, el área del proyecto indicada en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES, y visible en el Plano 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO. Esta zona se caracteriza por el uso de hormigón, asfalto y otros materiales considerados de baja permeabilidad, por lo que, para realizar un cálculo del lado de la seguridad en este aspecto, se considerará el área entera como área vinculada a obra de carretera, a efectos del cálculo de la escorrentía.

En el otro caso, se tratarán las áreas de terreno natural que circundan a la obra, que por sus características morfológicas vierten sus aguas hacia el circuito, o que el agua en su recorrido intercepta con el mismo. Para estas áreas se considerará como material el propio de las mismas, de manera que se considerará la obra como el circuito aislado, sin tener en cuenta las obras de urbanización del resto del equipamiento deportivo, tal como se explicó en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES.

A continuación se procederá con el análisis de cada tipo de aportación.

2.1.1 Aportación Interior

Para este cálculo, habría que dividir el circuito en aquellos tramos que tienen una pendiente longitudinal constante. Para ello, se recomienda ver el Anejo 07 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO, así como el Plano 07 PERFIL LONGITUDINAL. En ellos, se pueden identificar los tramos de pendiente longitudinal constante, que evacuarían las aguas pluviales hacia el mismo punto. Cada uno de esos tramos, tiene unas características geométricas diferentes, pues tanto el firme de la pista como los arcenes vierten agua a las cunetas del circuito, generando un gran número de casuísticas.

Para elegir dicho tramo, tanto para la Pista como para el Carril de Boxes, se ha realizado una tabla que muestre las características geométricas de todos los tramos del circuito de igual pendiente longitudinal. Con esto se consigue resolver los dos primeros puntos del proceso mostrado en el punto anterior. La delimitación del área de los tramos se ha efectuado según el ancho de los arcenes de las secciones previstas para el circuito mayoritarias en cada tramo, sumando el ancho de pista y teniendo en cuenta la longitud.

A la vista de la tabla, se harán los cálculos con el tramo nº 7 de la Pista y el nº 3 del Carril de Boxes, pues son los que aún no teniendo la mayor pendiente, sí la mayor longitud y áreas dependientes. El ancho del carril se considera entero, y no medio, debido a que en los tramos con peralte, una sola cuneta recibiría el aporte del carril completo.

Para dichas zonas, se calcula el coeficiente de escorrentía, que representa la proporción de escorrentía producida en caso de precipitación. Su fórmula es la siguiente:

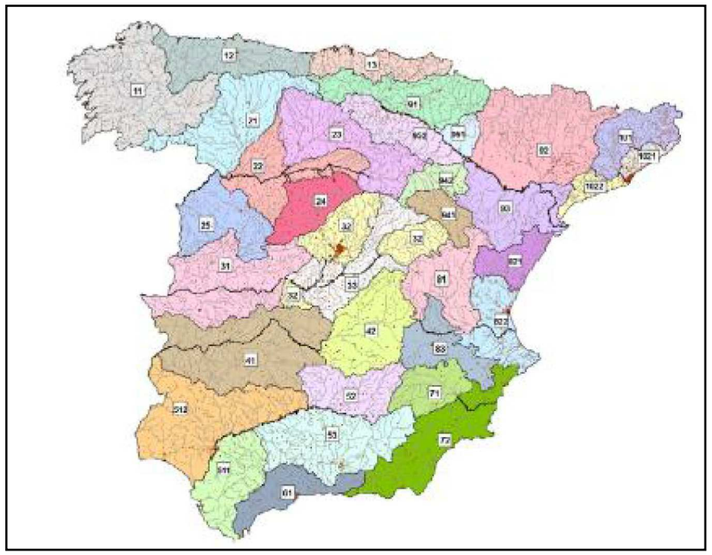
$$C = \frac{\left(\frac{K_a P_d}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{K_a P_d}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{K_a P_d}{P_0} + 11\right)^2}$$

P.K.	Long. Total (m)	Long. Tramos (m)	Pendientes (%)	Ancho carril (m)	Ancho total arcenes (m)	Área (m^2)	Área (km^2)
PISTA							
0+00.00m							
1	439.62	439.62	0.40	16	16	14067.84	0.01406784
0+439.62m							
2	789.29	349.67	0.31	16	38	18882.18	0.01888218
0+789.29m							
3	1245.93	456.64	0.13	16	30	21005.44	0.02100544
1+245.93m							
4	1606.77	360.84	-0.45	16	16	11546.88	0.01154688
1+606.77m							
5	1891.23	284.46	-0.27	16	16	9102.72	0.00910272
1+891.23m							
6	2391.72	500.49	-0.05	16	38	27026.46	0.02702646
2+391.72m							
7	2906.2	514.48	-1.03	16	38	27781.92	0.02778192
2+906.20m							
8	3173.93	267.73	-0.06	16	38	14457.42	0.01445742
3+173.93m							
9	3549.22	375.29	0.98	16	38	20265.66	0.02026566
3+549.22m							
10	3852.42	303.2	1.32	16	38	16372.8	0.0163728
3+852.42m							
11	4114.91	262.49	0.24	16	38	14174.46	0.01417446
4+114.91m							
12	4431.33	316.42	-0.73	16	38	17086.68	0.01708668
4+431.33m							
13	5216.73	785.4	-0.30	16	16	25132.8	0.0251328
5+216.73m							
14	5509.66	292.93	0.34	16	16	9373.76	0.00937376
5+509.66m							
CARRIL DE BOXES							
0+00.00m							
1	236.84	236.84	0.30%	5	5	2368.4	0.0023684
0+236.84m							
2	539.25	302.41	0.26%	5	5	3024.1	0.0030241
0+539.25m							
3	1238.64	699.39	0.29%	5	5	6993.9	0.0069939
1+238.64m							

El tipo de terreno se considerará como autopista, autovía y terrenos asociados (categoría 12210 en la tabla 2.3 de la Norma) a efectos de obtener el umbral de escorrentía inicial P_0'. Independientemente del grupo de suelo, el valor de este parámentro en esta categoría es 1 mm. Este valor se afecta por el coeficiente β:

$$\beta = \beta_m \cdot F_T$$

A la vista del mapa 2.9 y la tabla 2.5 de la Norma, se obtienen unos valores de 2.15 y 1.12 para β_m y F_T respectivamente.



Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50

Con esto, se obtiene un umbral de escorrentía de P_0 igual a 2.408 mm.

El factor K_A toma el valor 1 porque el área de la cuenca es menor a 1 km^2.

Lo cual, atendiendo a la fórmula del coeficiente de escorrentía C, produce un valor de dicho parámetro igual a 0.944, es decir, una escorrentía casi total.

El Tiempo de Concentración se obtiene mediante la fórmula presentada en el punto 2.2.2.5 de la Norma:

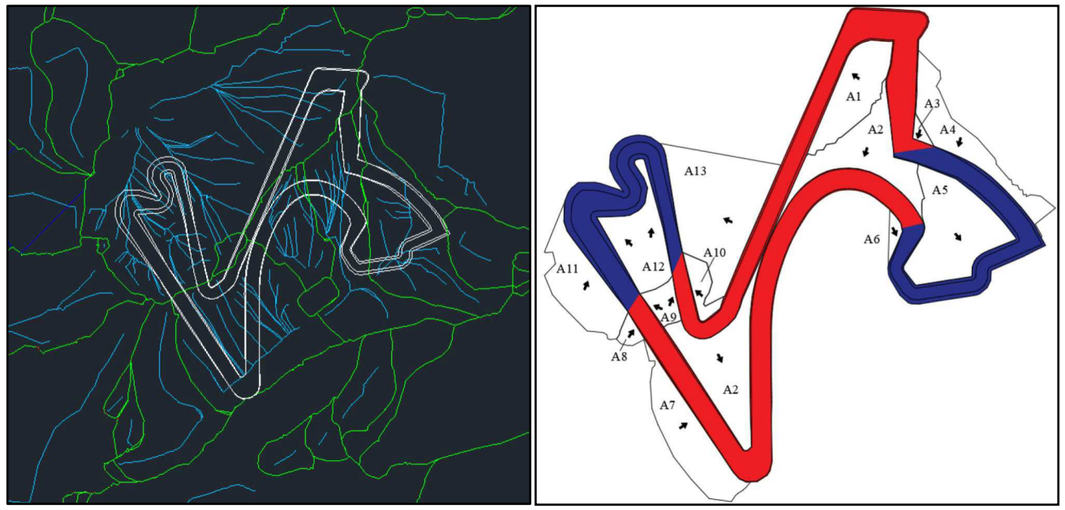
$$t_C = 0.3 \cdot {L_C}^{0.76} \cdot {J_C}^{-0.19}$$

Con *tc* (horas) siendo el Tiempo de Concentración, *Lc* (km) la Longitud del cauce y *Jc* (adimensional) la Pendiente media del cauce. Con la longitud de 0.51448 km del tramo y una pendiente de 0.0103, el tiempo de concentración para la Pista será de 0.43 horas. En el Carril de Boxes, la longitud de 0.69939 km y la pendiente de 0.0029 hacen un Tiempo de Concentración de 0.69 horas.

2.1.2 Aportación Exterior

Para delimitar adecuadamente las áreas que vierten sus aguas hacia el circuito, hay que conocer las cuencas que presenta la parcela del proyecto. Para ello, se ha realizado una identificación de las mismas mediante el dibujo de las líneas divisorias de las cuencas, lo que es visible en el Plano 13 DRENAJE - CUENCAS HIDROGRÁFICAS. Se han dibujado con una funcionalidad concreta del programa de diseño del modelo de la obra, el Autocad Civil 3D. Con el mismo, se puede realizar un análisis del recorrido de una gota de agua, para conocer cuáles de las cuencas anexas al circuito o que éste intercepte vierten sus aguas a él. O, por el contrario, qué cuencas presentan una pendiente hacia el exterior del circuito, y por lo tanto, no tiene que ser tenida en cuenta en este cálculo.

En la imagen inferior izquierda se puede ver a modo de esquema, el resultado del análisis del recorrido de las gotas de agua. Como se trata de un análisis que debe hacerse progresivamente al conocer cada una de las trayectorias, ver únicamente el resultado final no es positivo para la comprensión de la imagen. Por ello se ha realizado un resumen del análisis en la imagen inferior derecha. En ella se pueden ver las 13 áreas que afectan a la obra de alguna manera, mientras que en color rojo se marcan las zonas del circuito en desmonte, y en azul, los terraplenes.

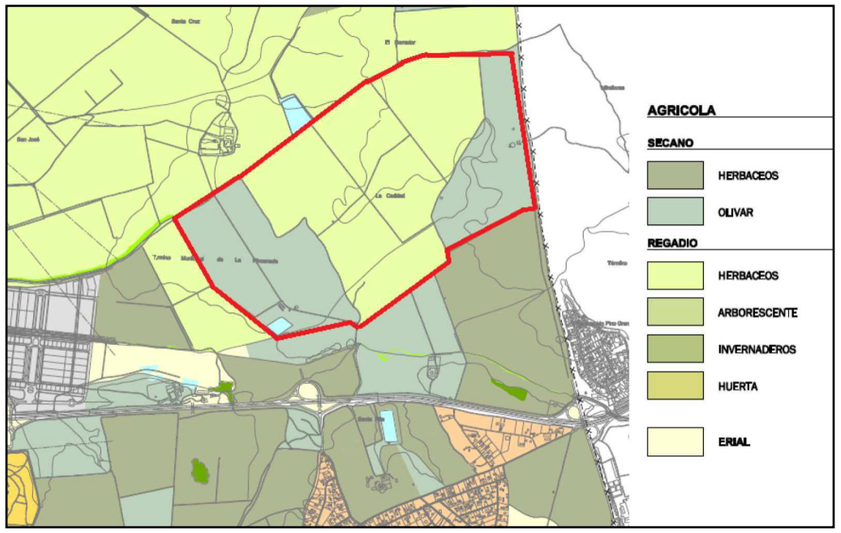


La solución de drenaje, una vez visto este análisis, corresponde al Anejo 11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES, donde se explicará la forma en la que se ha considerado cada área para tal fin. El objetivo de este documento, es obtener el cuadal de escorrentía de dichas áreas, para lo cual se presenta la siguiente tabla, con sus parámetros necesarios para aplicar el Método Racional:

Nombre	Área (m^2)	Área (km^2)	C	Longitud (km)	Pendiente	Tc (h)
A1	34145.39	0.034	0.183	0.125	0.020	0.130
A2	88726.95	0.089	0.183	0.507	0.013	0.410
A3	2176.74	0.002	0.183	0.091	0.006	0.131
A4	35143.38	0.035	0.183	0.367	0.012	0.323
A5	57052.62	0.057	0.183	0.270	0.007	0.281
A6	3143.38	0.003	0.183	0.135	0.007	0.166
A7	41147.29	0.041	0.183	0.421	0.019	0.330
A8	3783.77	0.004	0.183	0.087	0.011	0.111
A9	8259.01	0.008	0.183	0.103	0.010	0.129
A10	9089.62	0.009	0.183	0.061	0.016	0.078
A11	37502.73	0.038	0.183	0.137	0.007	0.169
A12	32685.66	0.033	0.183	0.352	0.006	0.362
A13	78266.59	0.078	0.183	0.405	0.010	0.363

Los valores de Área, Longitud y Pendiente son propios de cada área identificada. Para calcular los datos C y Tiempo de Concentración se han usado las mismas fórmulas y procesos que para el Aporte Interior, para lo que hay que tener en cuenta algunas consideraciones particulares.

Para obtener el umbral de escorrentía inicial P_0', el tipo de terreno se ha obtenido a través del PGOU de La Rinconada. A través del plano de usos del suelo, como se puede ver en la imagen inferior, se puede comprobar que la zona del circuito se trata de áreas de Olivares en secano y Herbáceos en regadío, lo cual se identifica con las categorías 22310 y 21210, respectivamente, en la tabla 2.3 de la Norma. Lo cual, suponiendo un 50% del área para cada categoría, y considerando el grupo C para el terreno (Infiltración lenta, textura arcillo-arenosa) de la Tabla 2.4 de la Norma 5.2 (visible bajo la primera imagen), constituye un valor inicial del umbral de escorrentía de 17.5.



Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Teniendo en cuenta las fórmulas del apartado anterior, el valor de P_0' genera un umbral de escorrentía P_0 de 42.140 mm, lo cual es, naturalmente, un valor mucho mayor que para el caso del asfalto de la pista y sus alrededores, ya que el terreno natural absorbe más agua antes de comenzar la escorrentía que un material tan impermeable como los usados para el circuito.

Usando el mismo factor por el tamaño del área K_A, ya que ninguna de la áreas identificadas superan 1km^2, y, evidentemente, de precipitación diaria, se obtiene un coeficiente de escorrentía C de 0.183, lo que indica que es relativamente bajo el porcentaje de precipitación que llega a transformarse en escorrentía en el terreno natural.

2.4. Intensidad de Lluvia

Habiendo obtenido los datos morfológicos de las cuencas, y más concretamente, con el Tiempo de Concentración, se prosigue el desarrollo hacia octavo punto del mismo, el cálculo de la Intensidad de lluvia:

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{int}$$

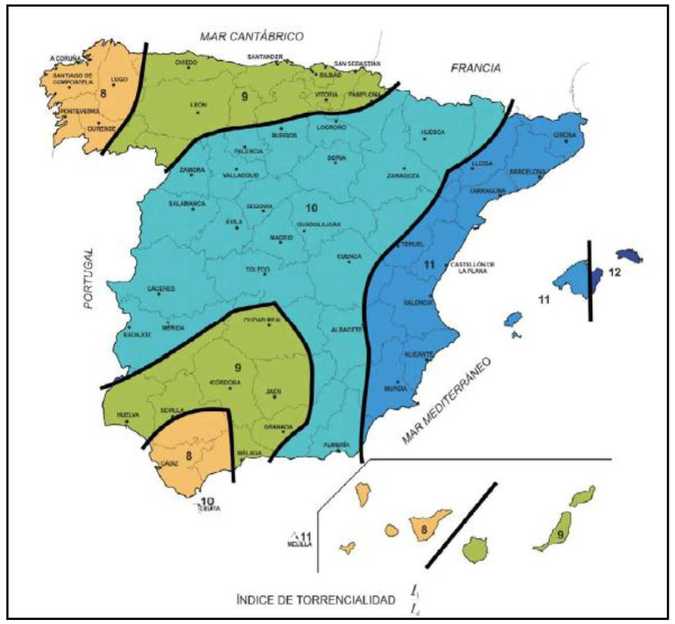
La intensidad media diaria *Id* se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Por otra parte, el factor *Fint* se obtiene del punto 2.2.2.4 de la Norma, y se identifica en este caso con el factor *Fa* cuya fórmula es la siguiente:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3.5287-2.5287\cdot t^{0.1}}$$

El valor del cociente, que es el índice de torrencialidad se determina según la geografía, usando el mapa de la figura 2.4 de la Norma:



A la vista del mapa, se tomará para este caso el valor de 9.

Aunando todos los parámetros y cálculos anteriores, se llega al valor de la intensidad de lluvia que se usará en el cálculo del caudal:

Para la Pista: $I(25\ años, 0.43\ h) = \frac{96.085\cdot 1}{24} \cdot 9^{3.5287-2.5287\cdot 0.43^{0.1}} = 56.368\ \frac{mm}{h}$

Para la el Carril de Boxes: $I(25\ años, 0.69\ h) = \frac{96.085\cdot 1}{24} \cdot 9^{3.5287-2.5287\cdot 0.69^{0.1}} = 43.994\ \frac{mm}{h}$

El proceso análogo se lleva a cabo con las áreas de Aportación Exterior, lo que permite extender la tabla mostrada anteriormente:

Nombre	Área (m^2)	Área (km^2)	C	Longitud (km)	Pendiente	Tc (h)	Intensidad (mm/h)
A1	34145.39	0.034	0.183	0.125	0.020	0.130	100.555
A2	88726.95	0.089	0.183	0.507	0.013	0.410	57.880
A3	2176.74	0.002	0.183	0.091	0.006	0.131	100.160
A4	35143.38	0.035	0.183	0.367	0.012	0.323	65.214
A5	57052.62	0.057	0.183	0.270	0.007	0.281	69.820
A6	3143.38	0.003	0.183	0.135	0.007	0.166	89.762
A7	41147.29	0.041	0.183	0.421	0.019	0.330	64.546
A8	3783.77	0.004	0.183	0.087	0.011	0.111	107.936
A9	8259.01	0.008	0.183	0.103	0.010	0.129	100.989
A10	9089.62	0.009	0.183	0.061	0.016	0.078	125.566
A11	37502.73	0.038	0.183	0.137	0.007	0.169	89.129
A12	32685.66	0.033	0.183	0.352	0.006	0.362	61.613
A13	78266.59	0.078	0.183	0.405	0.010	0.363	61.587

2.5. Caudales

Llegado el proceso a este punto, únicamente resta la última etapa del desarrollo. Como se conocen todos los datos necesarios, se puede aplicar directamente la fórmula del caudal, que ya se indicó al inicio de esta sección del Anejo:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

El valor de K_T vuelve a ser 1 porque ninguna de las zonas consideradas excede 1 km^2. El valor de la Intensidad de lluvia, el Coeficiente de escorrentía y el Área es propio de cada zona, por lo que el caudal de cada una debe ser aplicado por separado. Es conveniente recordar la importancia del tratamiento correcto de las unidades, pues el factor 3.6 está dispuesto en la fórmula para que introduciendo los datos en mm/h y km^2 se obtenga el valor del caudal en m^3/s.

Los resultados se muestran en la última columna de la tabla de la derecha, que auna la tabla anterior con los resultados de la Pista y el Carril de Boxes y la completa, sirviendo además de resumen del cálculo realizado.

Finalmente, se vuelve a indicar que las soluciones que se han adoptado para evacuar los caudales presentados en dicha tabla, quedan referidos en el Anejo 11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES.

Nombre	Área (km^2)	C	Longitud (km)	Pendiente	Tc (h)	Intensidad (mm/h)	Q (m^3/s)
APORTACIÓN INTERIOR							
Pista	0.028	0.944	0.514	0.0103	0.43	56.368	0.414
Boxes	0.007	0.944	0.699	0.0029	0.69	43.994	0.081
APORTACIÓN EXTERIOR							
A1	0.034	0.183	0.125	0.020	0.13	100.555	0.175
A2	0.089	0.183	0.507	0.013	0.41	57.880	0.262
A3	0.002	0.183	0.091	0.006	0.13	100.160	0.011
A4	0.035	0.183	0.367	0.012	0.32	65.214	0.117
A5	0.057	0.183	0.270	0.007	0.28	69.820	0.203
A6	0.003	0.183	0.135	0.007	0.17	89.762	0.014
A7	0.041	0.183	0.421	0.019	0.33	64.546	0.135
A8	0.004	0.183	0.087	0.011	0.11	107.936	0.021
A9	0.008	0.183	0.103	0.010	0.13	100.989	0.043
A10	0.009	0.183	0.061	0.016	0.08	125.566	0.058
A11	0.038	0.183	0.137	0.007	0.17	89.129	0.170
A12	0.033	0.183	0.352	0.006	0.36	61.613	0.103
A13	0.078	0.183	0.405	0.010	0.36	61.587	0.246

ANEJO 10
MOVIMIENTO DE TIERRAS

1 INTRODUCCIÓN

El Movimiento de Tierras es la actuación central y más determinante de las que comprende la obra, pues consiste en preparar el terreno y disponerlo para conferirle la forma y las propiedades necesarias para acoger el circuito proyectado, lo que se puede tratar como la construcción misma del circuito, ya que las actuaciones posteriores se centrarán en dar la funcionalidad y el aspecto definitivos al circuito.

El objeto de este Anejo es describir y cuantificar el movimiento de tierras necesario en la construcción del circuito, así como explicar el proceso llevado a cabo para ello. Se comenzará por resumir las conclusiones del Anejo 06 ESTUDIO GEOTÉCNICO sobre los materiales del terreno donde se ubicará el circuito y posteriormente, se explicarán las consideraciones tenidas para ellos con respecto a su utilización o no en la obra. A continuación, se explicará el balance de tierras realizado y las consideraciones tenidas en cuenta, lo que quedará reflejado en el Diagrama de Masas que se adjuntará en el Apéndice que acompaña a este documento. Finalmente, se expondrán las decisiones tomadas con el material que no sea reutilizado en la obra.

Antes de continuar, es importante tener en cuenta en este Anejo la utilización del modelo digital realizado con la herramienta informática Autocad Civil 3D. Con ella se han realizado gran parte de las medidas para el cálculo del Diagrama de Masas, lo cual supone un inestimable apoyo para el proceso de contabilización de material, aunque por otro lado, debe ser tenido en cuenta para comprender la forma en la que se han obtenido los datos y su precisión, en relación con otras medidas realizadas a posteriori. Sobre este asunto se reincidirá en los puntos del proceso en los que sea precisa alguna consideración en este sentido, a medida que aparezcan en el desarrollo de este documento.

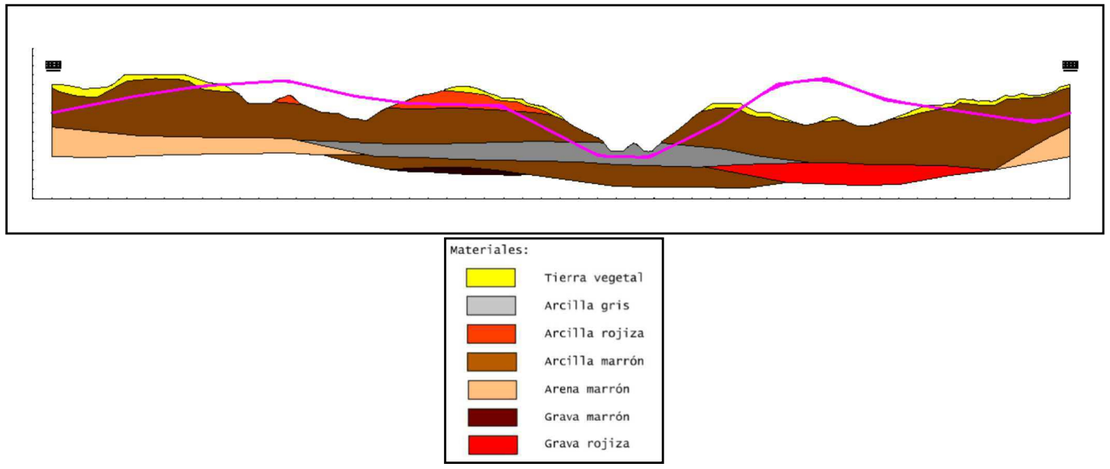
2 MATERIALES DE LA TRAZA

Como se ha dicho, en este apartado se resumirán las conclusiones del Anejo 06 ESTUDIO GEOTÉCNICO, para la identificación de materiales disponibles desde el punto de vista de sus características para su movimiento y disposición en la obra. Se presentan dichos materiales en la siguiente tabla:

Nivel	Nombre del material	Profundidad (m)	Índice de Plasticidad	Ángulo de rozamiento interno ϕ(º)	Peso específico aparente γ (kN/m^3)
1	Tierra vegetal	0.00 - 0.45	-	-	-
2	Arcilla marrón con carbonatos	0.75 - 5.40	21	20	19.8
3a	Arena marrón	4.60 - indefinido	8	32 (*)	18 (*)
3b	Grava con Arena marrón	6.00 - indefinido	-	36 (*)	20 (*)
4	Arcilla margosa gris	6.00 – 8.00	-	25 (*)	19.5 (*)

Estos datos están basados en los sondeos realizados en el Estudio Geotécnico. Por ello, la Profundidad se da en valores aproximados, pues depende de la ubicación de los sondeos, pues, por ejemplo, en el Apéndice 1 del Anejo 06, puede verse como el estrato de arcilla margosa gris se encuentra en la superficie del terreno entre los P.K. 2+900 y 3+200 aproximadamente, mientras que aparece con elevada profundidad en el sondeo S-3.

Por lo tanto, para comprender en mejor grado qué interacciones se dan con qué materiales y dónde, se ha decidido formar un esquema en el que se pueda ver la rasante del circuito y la ubicación de los diferentes materiales, usando para ello elementos del nombrado Apéndice 1 del Anejo 06 y del Plano 07 PERFIL LONGITUDINAL. Dicho esquema no muestra medidas ni indicaciones alguna, pues se trata únicamente de estudiar estas interacciones desde un punto de vista cualitativo, ya que su desarrollo de cuantificará posteriormente.



De la vista este esquema se pueden extraer varias conclusiones, en base a los materiales presentados anteriormente, y a las indicaciones el estudio Geotécnico:

- Tierra vegetal: Este material, identificado con el Nivel 1 en la tabla anterior aparece en ciertas longitudes de la traza, con una potencia pequeña, tal como mostraban los sondeos realizados. Se presenta tanto en puntos de desmonte como de terraplén.

- Arcilla marrón con carbonatos: en el Nivel 2, tal como se indicó en el punto 2.2.2 del Anjeo 06, se engloban diferentes materiales reconocidos en el sondeo, pues se unificaron debido a su homogeneidad de caracterización y similar comportamiento geotécnico. En este sentido hay que apuntar que la Arcilla marrón y la Arcilla rojiza que aparecen en el esquema forman, a efectos de la identificación geotécnica, y por tanto, el movimiento de tierras, un único material.

  Puede observarse en el esquema que se trata del Nivel de material con mayor presencia en el entorno del perfil del circuito, en zonas de secciones en desmonte y terraplén. Su potencia es suficiente para que no sea sobrepasado por ninguna excavación en zonas de desmonte, exceptuando entre los P.K. 2+900 a 3+200, donde aparece la Arcilla gris, que constituye el Nivel 4.

- Arena marrón y Grava con Arena marrón: estos materiales se identifican en el esquema con 3 categorías en el esquema: Arena marrón, Grava marrón y Grava rojiza, por lo que se puede comprobar que el perfil del circuito no corta en ningún momento ninguna capa de dicho material. El Nivel 3, por lo tanto, queda en cualquier caso como terreno subyacente, aproximadamente a 1.5 metros de la rasante del terreno en el caso más próximo, que se da en la recta de salida/meta.

- Arcilla margosa gris: el Nivel 4 se identifica claramente en el esquema, y se presenta como una capa más fina de terreno que el Nivel 2. El terreno corta a este material en aproximadamente 300 metros de longitud, dejando una capa de entre 1 y 2.5 metros de espesor bajo la rasante. No se dispone de muestras de este material para su estudio en laboratorio en el Estudio Geotécnico; únicamente se conoce en base a golpeos SPT que presenta una consistencia muy firme.

Conociendo los materiales presentes y sus interacciones con el perfil del circuito, sólo quedan por mencionar algunas consideraciones realizadas en el Estudio Geotécnico antes de tomar decisiones sobre la utilización de los materiales.

En primer lugar, como se indica en el punto 2.8 del Anejo 06, con respecto a la excavabilidad del terreno, hay que concluir que los materiales reconocidos son fácilmente excavables con medios mecánicos.

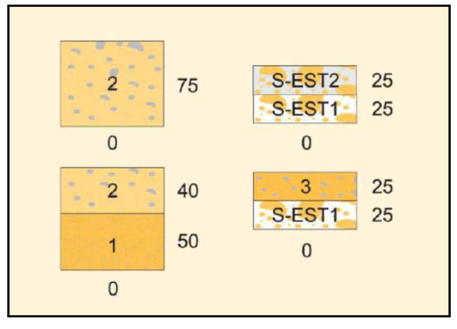
También es preciso indicar que el nivel freático se encuentra por debajo del terreno en las excavaciones realizadas, como se muestra en el punto 2.3 del mencionado Anejo, por lo que sus efectos no tendrán que ser tenidos en cuenta en este Anejo.

Finalmente, con referencia al punto 4 del Estudio Geotécnico, se establece que el terreno relativo al Nivel 2 tiene las características adecuadas para identificarlo como Suelo Tolerable, según el PG-3 y la Instrucción Andaluza ICAFIR. Además, en el punto 4.1.4 se explica que se puede deducir que los sustratos de terreno inferiores a los considerados del Nivel 2, tiene una capacidad portante no inferior a la de los materiales analizados.

En base a estos comentarios, se considera que no hay que tener en cuenta en el Movimiento de Tierras que se desarrolla a continuación ni equipos especiales de excavación, ni la presencia del Nivel Freático, ni los materiales que se encuentren bajo los identificados mediante los ensayos de reconocimiento.

3 UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Para tomar una decisión sobre la forma en la que tratar los materiales presentados en el apartado anterior, es preciso conocer las características de la explanada que se desea formar. Tal como se indicó en el punto 4 del Anejo 06, se considerará en este sentido una explanada de tipo E2. Como se puede ver en la tabla de la Figura 1 de la Norma 6.1 IC, de la Instrucción de Carreteras, en el caso de explanada E2 y suelos tolerables, las opciones de formación de la explanada son las siguientes:



La estabilización de suelos, que ya se trató en el Anejo 06, aparece como un recurso en dos de las opciones presentadas. En las otras dos, sólo aparecen suelos adecuados o seleccionados. En la opción inferior derecha, la estabilización se combina con suelo seleccionado para formar la explanada. Como únicamente se dispone de suelo tolerable en el terreno disponible, no sería posible formar las tres opciones de explanada mencionadas con materiales propios de la excavación; mientras que la opción de la estabilización en dos capas no requiere la aportación exterior de suelos. Formar dicha sección para la explanada es posible utilizando únicamente suelos disponibles por la obra (a falta de comrpobarlo cuantitativamente), si se realiza una estabilización en dos fases.

Por lo tanto, se estabilizarán los 50 cm subyacentes a la rasante para formar la explanada.

Conociendo este dato, y volviendo sobre los materiales disponibles, se pueden realizar una serie de consideraciones para determinar las características principales del Movimiento de Tierras que hay que realizar:

- Tierra vegetal: la tierra vegetal supone un material no apto para la construcción sobre ella, por lo que deberá ser eliminada de la traza del circuito mediante desbroce.

- Arcilla marrón con carbonatos: consitutye el material principal del Movimiento de Tierras. El material excavado será reutilizado para la formación de terraplenes. Tanto en secciones de desmonte como de terraplén, se estabilizará el material con cal para la formación de suelos estabilizados; S-EST 1 en profundidades 0.25 – 0.5 metros bajo la rasante del circuito, y S-EST 2 en el rango 0.00 – 0.25 m. Para ello, se excavará hasta la cota -0.25 con respecto a la rasante del circuito, para estabilizar in situ la capa S-EST 1, y posteriormente se verterán los 25 cm restante para ser estabilizados in situ y formar la capa de S-EST 2

- Arena marrón y Grava con Arena marrón: este material no es afectado por las excavaciones, ni la estabilización propuesta. Teniendo en cuenta también las consideraciones del punto anterior, se puede concluir que este material no formará parte del Movimiento de Tierras, por lo que ningún volumen tratado en este punto corresponderá a este material.

- Arcilla margosa gris: Este material aparece en la superficie del terreno en unos 300 metros aproximadamente, y como se ha visto, no hay datos geotécnicos disponibles de él, más que un ensayo de golpeos SPT que muestra una consistencia firme. Dado que se trata de un material arcilloso lo reducido de su potencia, y la poca longitud en la que aparece, se asume que el tratamiento de estabilización propuesto será suficiente para la el correcto desempeño de la explanada. Por lo tanto, se identificará como el mismo material que el del Nivel 2 a efectos de cálculo de los volúmenes del Movimiento de Tierras.

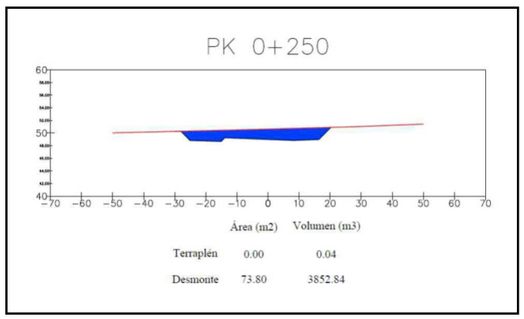
Teniendo en cuenta estas consideraciones, y en el marco del la caracterización del Movimiento de Tierras, se puede concluir que se disponen de dos materiales diferentes para el Movimiento de Tierras: tierra vegetal y arcilla marrón. Parte de la tierra vegetal se utilizará para la revegetación de taludes, y otra parte será eliminada y no se reutilizará en la construcción de terraplenes, mientras que la arcilla marrón sí se reutilizará, para lo cual será estabilizada en toda la traza del circuito.

La sección de explanada considerada es, por tanot del tipo E2, formada por dos capas de 25 cm de suelo tolerable estabilizado (S-EST 1 la inferior y S-EST 2 la superior). El criterio que justifica la decisión proceder con la estabilización del suelo es la plasticidad del mismo. Ya que, asumiento las características del material del Nivel 2 para toda la traza del circuito, el Índice plasticidad que presenta el terreno es muy elevado, con una media de 21, por lo que la estabilización es necesaria para poder usar en la explanada los materiales disponibles del terreno.

4 CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

Una vez identificados los materiales y el uso que se le va a dar a cada uno de ellos, hay que contabilizar los volúmenes para comprobar el balance de tierras. Para ello, se ha construido una tabla que se puede ver en el Apéndice 1 de este documento, a la que acompaña el Diagrama de Masas de la obra y otras mediciones de interés. Aunque, antes de analizar las conclusiones que se pueden extraer de él, es necesario explicar algunas consideraciones tenidas en cuenta para una mejor comprensión de los cálculos reflejados en el Apéndice 1.

Los datos de volúmenes de tierra se han obtenido mediante las funciones de Autocad Civil 3D. Se ha discretizado la obra en tramos de 50 metros de longitud, y se ha realizado un perfil transversal en cada P.K. múltiplo de 50. Dichos perfiles se pueden ver en el Plano 08 PERFILES TRANSVERSALES. Es importante comentar que, debido a las simplificaciones tenidas en cuenta para la realización del modelo, que se explicaron en el Anejo 07 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CIRCUITO, la herramienta no genera un perfil para la sección del punto inicial/final del circuito (P.K. 0+000/P.K. 5+409.66).



No obstante, la tiene en cuenta en la medición del volumen, pues el cálculo del mismo se lleva a cabo teniendo en cuenta las áreas y la distancia intermedia. Pero no realiza el cálculo simplemente calculando el volumen de un prisma formado por las dos secciones, sino que tiene en cuenta las variaciones intermedias. Por este motivo, en algunos perfiles en los que el área de desmonte o terraplén queda redondeada a 0 m^2 es posible que el volumen no sea 0 m^3. Es una de las características de la medición que realiza el programa que hay que tener en cuenta.

Las áreas y volúmenes generados por el programa se han llevado a la tabla, a 4 columnas nombradas *Área/Volumen Desmonte/Terraplén*, y las filas de la tabla corresponden a los *P.K.* en intervalo de 50 metros. Para completar la tabla se ha paliado la falta de perfil en el P.K. 0+000 mediante la inclusión de la fila correspondiente, con un tramo de distancia 9.66 metros, que separan el P.K. 5+400 del P.K. 0+000. Se han completado sus huecos en las columnas correspondientes de área y volumen (para el caso, de desmonte), por cálculo como prisma de sección trapezoidal. Con ello, se tienen medidos los volúmenes completos de desmonte y terraplén. La *Distancia* entre secciones (con la sección anterior), la *Diferencia de Cota* entre la rasante y el terreno natural y la *Anchura de la plataforma* (distancia entre los dos extremos opuestos de los arcenes) para cada sección también se han llevado a la tabla, para completar los datos geométricos descriptivos de cada una.

No obstante, el área medida en el modelo realizado en Autocad Civil 3D no distingue entre materiales del terreno natural, por lo que no puede identificar la tierra vegetal. Esto quiere decir que, aunque se conozcan los volúmenes totales de desmonte y terraplén, no se puede establecer aún el balance, ya que dichos volúmenes contienen material que debe ser eliminado. Por lo tanto, al volumen de desmonte hay que restarle el volumen de tierra vegetal para obtener el volumen de material disponible para la formación de terraplenes, lo que se ha denominado en la tabla como *Volumen Efectivo de Desmonte*.

Por otra parte, el volumen de terraplenes obtenido por la aplicación no reflejan las tierras vegetales desbrozadas, lo que quiere decir que el terreno natural sobre el que se empieza a contruir el terraplén, en las secciones con tierra vegetal, está por debajo de lo indicado en el perfil transversal correspondiente. Consecuentemente, a esas secciones habrá que sumar el volumen de tierra vegetal, para obtener el *Volumen Efectivo de Terraplén*.

El cálculo de la tierra vegetal se ha obtenido midiendo en cada sección la potencia de la capa de dicho material, y asimilando el volumen a un prisma rectangular, de largo la *Distancia* entre secciones y ancho la *Anchura de la plataforma*.

Adicionalmente, es posible hacer un cálculo teniendo en cuenta que la inclinación de los taludes es 4H: 1V, para, con la *Diferencia de Cota*, obtener el volumen de tierra vegetal reutilizable para revegetación de taludes. Usando la *Distancia* entre secciones, y sabiendo que la capa de revegetación será de 30 cm, como se explica en el Anejo13 INTEGRACIÓN AMBIENTAL, se obtiene un volumen de 18249.69 m^3. El resto, será eliminado.

Con las columnas de volumen efectivo, se puede llevar a cabo el balance de tierras. Para cada sección, y como las secciones a media ladera son pocas, se ha obtenido un *Volumen Neto*, es decir, una "resultante" de volumen en Desmonte o Terraplén, restando las tierras necesarias para el terraplén a las disponibles por la excavación del desmonte. Aunque por lo mencionado anteriormente, en la tabla se puedan ver secciones con volúmenes tanto en desmonte como en terraplén, en la mayoría de las secciones, predomina claramente uno de los dos. Por ello, se asume que en el caso de que haya desmonte y terraplén en una misma sección, el material excavado en la propia sección será reutilizado en el terraplén junto a él, compensándose la propia sección. Por la existencia de pocas secciones a media ladera, no se contemplará transporte transversal de tierras.

Finalmente, haciendo el cálculo acumulado de volúmenes netos de cada sección, se puede obtener el balance de tierras a lo largo de la obra, datos que se han colocado en la columna *Volumen Neto Acumulado*. Para ello, es importante tener en cuenta que el signo positivo se otorga a los volúmenes de tierra extraídos de la excavación de desmontes, ya que quedan disponibles para su movimiento; mientras que a los volúmenes para la formación de terraplenes llevarán el signo negativo, pues restan tierras de las disponibles. Conviene advertir que la *Diferencia de Cota* tomaba valores diferentes según la relación entre la rasante y el terreno natural, originando la diferencia de signos, con el mismo criterio (negativo indica terraplén, es decir, que la rasante del circuito está por encima del terreno natural).

Como se puede ver en el Apéndice 1, el balance final es de 18987.40 m^3 de tierra sobrante, lo cual quiere decir que los materiales excavados en el terreno son sficientes para formar los terraplenes de la obra, y que no es necesario adquirir materiales de suelo del exterior.

No obstante, hay que tener presente que el Diagrama de Masas no muestra el volumen completo de excavaciones. El proceso de estabilización que se va a llevar a cabo puede realizarse in situ. Esto quiere decir que no es necesario un movimiento de tierras para estabilizar una capa de suelo. Pero en este caso, se van a estabilizar dos capas con propiedades diferentes, por lo que hay que tener en cuenta que la estabilización no puede hacerse para los 50 cm de suelo de una vez, sino en dos tiempos por separado, de 25 cm de espesor cada vez. En las formaciones en terraplén esto se traduce como la extensión de una capa, su estabilización (S-EST 1), y a continuación la extensión de la siguiente seguida de su estabilización (S-EST 2).

Pero en las áreas en desmonte, esto quiere decir que la excavación no tiene que deterse en la rasante del circuito, sino 25 cm más abajo, para estabilizar los 25 cm inferiores (S-EST 1), y luego extender sobre ésta esa misma tierra excavada para formar la capa de S-EST 2. Por lo tanto, se ha añadidon más columnas a la tabla de balance de tierras, *Altura S-EST 2, Área S-EST 2* y *Volumen S-EST 2*, sólo para contabilizar esta excavación adicional, que únicamente debe ser tenida en cuenta en las secciones de desmonte.

También hay que comentar que este hecho no es necesario contemplarlo en el Diagrama de Masas, pues se considera que es tierra que se vuelve a depositar en el sitio del que se extrae, por lo que es un cálculo en el que la sección se compensa a sí misma; el *Volumen Neto* sería el mismo en cualquier caso.

Por último, es necesario conocer la composición de los suelos estabilizados, pues la estabilización se lleva a cabo con material que habrá que obtener del exterior. Según las características de la arcilla disponible, y de acuerdo con el artículo 512 del PG-3 y con lo dicho en el Anejo 06, se podrán formar suelos de tipo S-EST 1 con una dosificación del 2% en masa de cal de tipo CL-90 Q, siendo del 3% para el caso del suelo S-EST 2. Con las últimas columnas insertadas en la tabla para la medida del suelo estabilizado, y los datos característicos del material, se puede clacular que son necesarios 2646.54 kg de cal para la estabilización S-EST 1 y 3969.81 kg para la S-EST 2.

5 TRATAMIENTO DE MATERIAL NO REUTILIZABLE

Como se ha podido ver en el desarrollo del apartado anterior, en el Movimiento de Tierras se genera un excedente de materiales que no serán aprovechables en la obra. En este aspecto ess necesario puntualizar que si se considerara la construcción del equipamiento deportivo accesorio al circuito, este Movimiento de Tierras tendría que ser reformulado, de manera que posiblemente este excedente pudiera ser utilizado en otras zonas de la parcela para el acondicionamiento del terreno. No obstante, de acuerdo con lo expuesto en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES, esta obra va a ser proyectada con la intención de que sea autónoma, es decir, que pueda completarse por sí misma independientemente del resto del equipamiento. Por lo tanto, el excedente de volumen generado en el Movimiento de Tierras, que no se podrá aprovechar en el circuito queda designado como material para eliminar.

Para ello, se van a trasladar los volúmenes sobrantes a un vertedero próximo. El material sobrante se divide en los dos mismos materiales considerados en el Movimiento de Tierras: la tierra vegetal y la arcilla marrón. A la vista del Apéndice 1, y procesando los datos correspondientes, se puede comprobar fácilmente que el volumen de tierra vegetal extraído de la traza del circuito es de 73942.53 m^3. Restando los 18249.69 m^3 de tierra reutilizada en revegetación de taludes, el volumen que hay que trasladar al vertedero es de 55692.84 m^3.

Por su parte, el excedente de arcilla marrón obtenida por la excavación de las secciones en desmonte, como se expuso en el apartado anterior, es de un total de 18987.40 m^3.

Dichos volúmenes se trasladarán al Vertedero La Cabaña, que se trata de un vertedero para RCD (Residuos procedentes de Construcción y Demolición) situado en La Rinconada, cerca del municipio de San José de La Rinconada, que se puede ver en la imagen abajo a la izquierda. Se encuentra situado apenas a 6 km del circuito, siendo 10.3 km de transporte por carretera.

APÉNDICES:

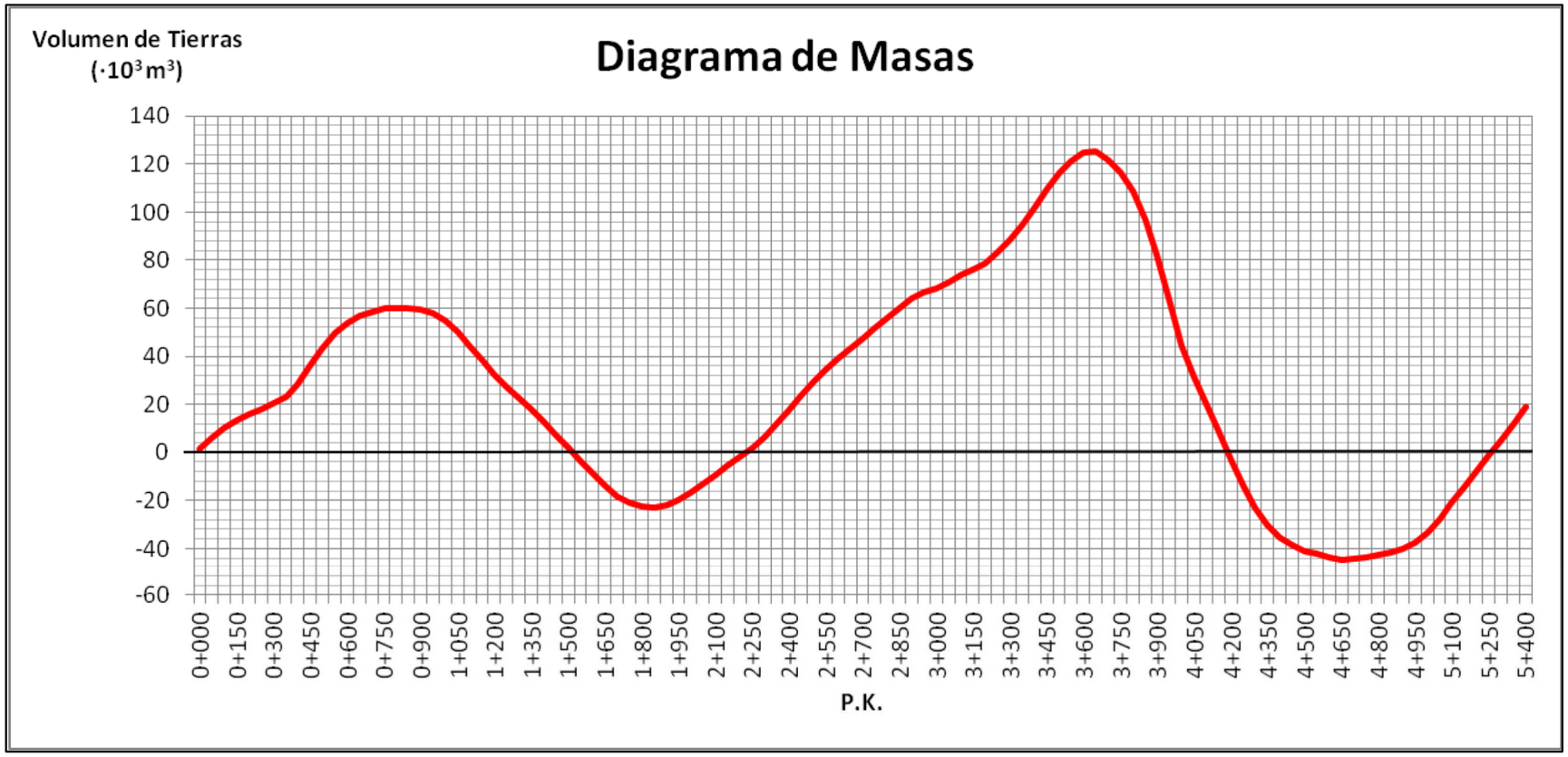
1: TABLA DE BALANCE DE TIERRAS Y DIAGRAMA DE MASAS

APÉNDICE 1:
TABLA DE BALANCE DE TIERRAS Y DIAGRAMA DE MASAS

P.K.	Distancia (m)	Ancho plataforma (m)	Diferencia de cota (m)	Potencia Tierra Vegetal (m)	Altura S-EST 2 (m)	Área Desmonte (m^2)	Área Tierra Vegetal en Desmonte (m^2)	Volumen Desmonte (m^3)	Volumen Tierra Vegetal en Desmonte (m^3)	Volumen Efectivo Desmonte (m^3)	Área Terraplén (m^2)	Área Tierra Vegetal en Terraplén (m^2)	Volumen Terraplén (m^3)	Volumen Tierra Vegetal en Terraplén (m^3)	Volumen Efectivo Terraplén (m^3)	Área S-EST 2 (m^2)	Volumen S-EST 2 (m^3)	Volumen Neto (m^3)	Volumen Neto Acumulado (m^3)
0+000	9.66	41.70	3.00	-0.33	0.25	141.63	13.65	1368.15	131.83	1236.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.42	100.69	1236.31	1236.31
0+050	50.00	41.70	2.80	-0.77	0.25	126.80	32.24	6340.00	1611.79	4728.21	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	10.42	521.19	4728.21	5964.52
0+100	50.00	41.70	2.44	-0.90	0.25	112.85	37.33	5991.28	1866.26	4125.02	0.02	0.00	1.03	0.00	1.03	10.42	521.19	4123.99	10088.51
0+150	50.00	41.70	1.90	-0.88	0.25	94.34	36.84	5179.69	1841.91	3337.78	0.00	0.00	0.71	0.00	0.71	10.42	521.19	3337.07	13425.58
0+200	50.00	41.70	1.76	-0.87	0.25	80.31	36.44	4366.30	1821.93	2544.37	0.00	0.00	0.15	0.00	0.15	10.42	521.19	2544.22	15969.80
0+250	50.00	41.70	1.67	-0.88	0.25	73.80	36.87	3852.84	1843.33	2009.51	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	10.42	521.19	2009.47	17979.28
0+300	50.00	46.42	1.58	-0.48	0.25	76.31	22.48	3752.77	1124.14	2628.63	0.16	0.00	4.04	0.00	4.04	11.60	580.19	2624.59	20603.86
0+350	50.00	88.83	2.03	-0.56	0.25	127.01	49.59	5082.99	2479.57	2603.42	0.00	0.00	4.17	0.00	4.17	22.21	1110.33	2599.25	23203.11
0+400	50.00	85.52	2.42	-0.65	0.25	198.25	55.55	8131.44	2777.74	5353.70	0.00	0.00	0.18	0.00	0.18	21.38	1069.00	5353.52	28556.63
0+450	50.00	72.83	2.24	-0.57	0.25	185.09	41.56	9583.31	2078.00	7505.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.21	910.39	7505.31	36061.94
0+500	50.00	56.84	2.09	-0.49	0.25	168.78	27.88	8846.52	1393.99	7452.53	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	14.21	710.44	7452.50	43514.44
0+550	50.00	69.15	1.97	-0.40	0.25	124.27	27.72	7326.09	1385.87	5940.22	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	17.29	864.38	5940.19	49454.63
0+600	50.00	73.89	1.77	-0.44	0.25	114.96	32.40	5980.68	1619.84	4360.84	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	18.47	923.66	4360.83	53815.46
0+650	50.00	83.01	1.55	-0.47	0.25	79.99	39.40	4873.81	1970.12	2903.69	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	20.75	1037.64	2903.68	56719.14
0+700	50.00	83.21	1.46	-0.58	0.25	92.29	48.15	4307.03	2407.25	1899.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.80	1040.14	1899.78	58618.92
0+750	50.00	68.94	0.90	-0.65	0.25	52.08	44.73	3609.28	2236.42	1372.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.23	861.71	1372.86	59991.78
0+800	50.00	59.25	0.59	-0.56	0.25	21.64	33.18	1843.20	1659.00	184.20	0.48	0.00	11.92	0.00	11.92	14.81	740.63	172.28	60164.06
0+850	50.00	60.00	0.18	-0.24	0.25	9.66	14.33	782.49	716.65	65.84	10.70	0.00	279.51	0.00	279.51	15.00	750.05	-213.67	59950.39
0+900	50.00	58.80	0.05	-0.05	0.25	2.52	2.84	304.43	141.86	162.58	9.30	0.00	500.13	0.00	500.13	14.70	735.00	-337.56	59612.84
0+950	50.00	55.00	-0.41	0.28	0.25	0.10	0.00	65.67	0.00	65.67	36.14	15.47	1136.00	773.29	1909.29	13.75	687.50	-1843.62	57769.21
1+000	50.00	47.00	-1.22	0.00	0.25	0.00	0.00	2.72	0.00	2.72	71.95	0.00	2702.18	0.00	2702.18	11.75	587.50	-2699.46	55069.75
1+050	50.00	47.00	-2.10	0.00	0.25	0.00	0.00	0.11	0.00	0.11	120.29	0.00	4805.86	0.00	4805.86	11.75	587.50	-4805.75	50264.00
1+100	50.00	47.00	-2.25	0.00	0.25	0.11	0.00	2.75	0.00	2.75	123.82	0.00	6102.70	0.00	6102.70	11.75	587.50	-6099.95	44164.05
1+150	50.00	47.00	-2.35	0.00	0.25	0.00	0.00	2.74	0.00	2.74	117.82	0.00	6041.00	0.00	6041.00	11.75	587.50	-6038.26	38125.79
1+200	50.00	47.00	-1.93	0.00	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	105.02	0.00	5570.94	0.00	5570.94	11.75	587.50	-5570.93	32554.86
1+250	50.00	47.20	-1.50	0.00	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	95.36	0.00	5009.52	0.00	5009.52	11.80	590.00	-5009.51	27545.35
1+300	50.00	33.29	-1.84	0.00	0.25	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	90.95	0.00	4657.87	0.00	4657.87	8.32	416.09	-4657.77	22887.58
1+350	50.00	33.00	-1.72	0.00	0.25	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	101.38	0.00	4808.25	0.00	4808.25	8.25	412.50	-4808.15	18079.43
1+400	50.00	33.00	-2.39	0.00	0.25	0.03	0.00	0.77	0.00	0.77	109.85	0.00	5280.75	0.00	5280.75	8.25	412.50	-5279.98	12799.45
1+450	50.00	33.00	-2.61	0.00	0.25	0.00	0.00	0.77	0.00	0.77	109.25	0.00	5477.69	0.00	5477.69	8.25	412.50	-5476.92	7322.53
1+500	50.00	33.00	-2.29	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.17	0.00	5285.54	0.00	5285.54	8.25	412.50	-5285.54	2036.99
1+550	50.00	33.00	-2.39	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.68	0.00	5246.14	0.00	5246.14	8.25	412.50	-5246.14	-3209.15
1+600	50.00	33.00	-2.41	0.00	0.25	0.02	0.00	0.59	0.00	0.59	102.41	0.00	5252.07	0.00	5252.07	8.25	412.50	-5251.48	-8460.63
1+650	50.00	33.00	-2.50	0.00	0.25	0.04	0.00	1.52	0.00	1.52	107.04	0.00	5236.20	0.00	5236.20	8.25	412.50	-5234.68	-13695.31
1+700	50.00	33.00	-1.97	0.00	0.25	0.03	0.00	1.58	0.00	1.58	71.67	0.00	4467.90	0.00	4467.90	8.25	412.50	-4466.32	-18161.63
1+750	50.00	33.00	-1.08	0.00	0.25	0.02	0.00	1.24	0.00	1.24	38.79	0.00	2761.53	0.00	2761.53	8.25	412.50	-2760.29	-20921.92
1+800	50.00	42.10	-0.58	0.00	0.25	0.00	0.00	0.62	0.00	0.62	21.01	0.00	1494.89	0.00	1494.89	10.53	526.25	-1494.27	-22416.19

P.K.	Distancia (m)	Ancho plataforma (m)	Diferencia de cota (m)	Potencia Tierra Vegetal (m)	Altura S-EST 2 (m)	Área Desmonte (m^2)	Área Tierra Vegetal en Desmonte (m^2)	Volumen Desmonte (m^3)	Volumen Tierra Vegetal en Desmonte (m^3)	Volumen Efectivo Desmonte (m^3)	Área Terraplén (m^2)	Área Tierra Vegetal en Terraplén (m^2)	Volumen Terraplén (m^3)	Volumen Tierra Vegetal en Terraplén (m^3)	Volumen Efectivo Terraplén (m^3)	Área S-EST 2 (m^2)	Volumen S-EST 2 (m^3)	Volumen Neto (m^3)	Volumen Neto Acumulado (m^3)
1+850	50.00	41.60	-0.05	0.00	0.25	12.63	0.00	315.78	0.00	315.78	4.51	0.00	637.90	0.00	637.90	10.40	520.00	-322.12	-22738.31
1+900	50.00	57.49	0.42	0.00	0.25	32.43	0.00	1126.61	0.00	1126.61	0.01	0.00	112.97	0.00	112.97	14.37	718.68	1013.64	-21724.67
1+950	50.00	54.99	0.76	0.00	0.25	51.16	0.00	2089.86	0.00	2089.86	0.00	0.00	0.26	0.00	0.26	13.75	687.39	2089.60	-19635.07
2+000	50.00	55.00	1.02	0.00	0.25	62.57	0.00	2843.12	0.00	2843.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	2843.12	-16791.95
2+050	50.00	55.00	1.11	0.00	0.25	79.62	0.00	3554.71	0.00	3554.71	0.03	0.00	0.74	0.00	0.74	13.75	687.50	3553.97	-13237.98
2+100	50.00	55.00	1.62	-0.22	0.25	98.82	11.94	4460.98	597.22	3863.76	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74	13.75	687.50	3863.02	-9374.96
2+150	50.00	55.00	1.80	-0.50	0.25	110.62	27.46	5235.91	1372.98	3862.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	3862.93	-5512.03
2+200	50.00	55.00	1.92	-0.61	0.25	111.27	33.60	5547.16	1680.00	3867.16	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08	13.75	687.50	3867.08	-1644.96
2+250	50.00	55.00	1.82	-0.60	0.25	99.18	32.84	5261.22	1642.23	3618.99	0.00	0.00	0.09	0.00	0.09	13.75	687.50	3618.90	1973.95
2+300	50.00	55.00	1.44	-0.36	0.25	129.23	19.58	5710.28	978.90	4731.38	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	13.75	687.50	4731.31	6705.25
2+350	50.00	55.01	1.16	-0.47	0.25	128.73	25.58	6449.06	1279.25	5169.81	0.03	0.00	0.85	0.00	0.85	13.75	687.64	5168.96	11874.22
2+400	50.00	55.03	1.04	-0.26	0.25	131.11	14.43	6496.05	721.41	5774.64	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	13.76	687.83	5773.84	17648.06
2+450	50.00	55.01	1.30	-0.32	0.25	143.48	17.42	6864.61	871.10	5993.51	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	13.75	687.66	5993.50	23641.56
2+500	50.00	55.00	1.79	-0.50	0.25	136.88	27.62	7009.00	1380.93	5628.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	5628.07	29269.63
2+550	50.00	55.00	1.82	-0.29	0.25	116.59	15.99	6336.95	799.70	5537.25	0.05	0.00	1.37	0.00	1.37	13.75	687.50	5535.88	34805.51
2+600	50.00	55.00	2.09	-0.38	0.25	104.12	20.91	5517.86	1045.59	4472.27	0.01	0.00	1.72	0.00	1.72	13.75	687.50	4470.55	39276.06
2+650	50.00	55.00	2.10	-0.40	0.25	101.53	22.22	5141.35	1111.08	4030.27	0.32	0.00	8.34	0.00	8.34	13.75	687.50	4021.93	43297.99
2+700	50.00	55.00	2.12	-0.26	0.25	94.62	14.39	4903.78	719.63	4184.15	0.01	0.00	8.31	0.00	8.31	13.75	687.50	4175.84	47473.83
2+750	50.00	55.00	1.91	0.00	0.25	81.17	0.00	4394.55	0.00	4394.55	0.00	0.00	0.32	0.00	0.32	13.75	687.50	4394.23	51868.06
2+800	50.00	55.00	1.79	0.00	0.25	79.09	0.00	4006.41	0.00	4006.41	0.09	0.00	2.25	0.00	2.25	13.75	687.50	4004.16	55872.22
2+850	50.00	55.00	1.75	0.00	0.25	84.45	0.00	4088.55	0.00	4088.55	0.00	0.00	2.25	0.00	2.25	13.75	687.50	4086.30	59958.52
2+900	50.00	55.00	1.75	0.00	0.25	76.40	0.00	4021.25	0.00	4021.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	4021.25	63979.77
2+950	50.00	55.00	0.90	0.00	0.25	30.14	0.00	2663.48	0.00	2663.48	0.15	0.00	3.81	0.00	3.81	13.75	687.50	2659.67	66639.44
3+000	50.00	55.00	0.54	0.00	0.25	29.07	0.00	1480.14	0.00	1480.14	0.87	0.00	25.52	0.00	25.52	13.75	687.50	1454.62	68094.06
3+050	50.00	57.10	0.68	0.00	0.25	83.45	0.00	2812.92	0.00	2812.92	0.00	0.00	21.79	0.00	21.79	14.28	713.75	2791.13	70885.19
3+100	50.00	60.07	1.39	0.00	0.25	42.63	0.00	3151.91	0.00	3151.91	0.37	0.00	9.23	0.00	9.23	15.02	750.83	3142.68	74027.87
3+150	50.00	55.00	0.62	0.00	0.25	34.58	0.00	1930.26	0.00	1930.26	0.68	0.00	26.03	0.00	26.03	13.75	687.50	1904.23	75932.10
3+200	50.00	55.00	0.57	0.00	0.25	82.43	0.00	2925.47	0.00	2925.47	0.00	0.00	16.89	0.00	16.89	13.75	687.50	2908.58	78840.68
3+250	50.00	55.00	-0.97	0.00	0.25	97.09	0.00	4488.07	0.00	4488.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	4488.07	83328.75
3+300	50.00	55.00	1.27	0.00	0.25	113.57	0.00	5266.38	0.00	5266.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	5266.38	88595.13
3+350	50.00	55.00	1.40	0.00	0.25	135.51	0.00	6226.97	0.00	6226.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	6226.97	94822.10
3+400	50.00	55.00	1.90	0.00	0.25	154.20	0.00	7242.81	0.00	7242.81	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	13.75	687.50	7242.79	102064.89
3+450	50.00	55.00	2.13	-0.02	0.25	165.64	1.21	7996.07	60.73	7935.34	0.01	0.00	0.28	0.00	0.28	13.75	687.50	7935.06	109999.95
3+500	50.00	55.00	2.34	-0.52	0.25	144.89	28.70	7763.31	1435.15	6328.16	0.00	0.00	0.26	0.00	0.26	13.75	687.50	6327.90	116327.85
3+550	50.00	55.00	2.00	-0.49	0.25	113.92	27.06	6470.30	1353.24	5117.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	5117.06	121444.91
3+600	50.00	55.00	1.34	-0.47	0.25	73.49	26.08	4685.24	1304.01	3381.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.75	687.50	3381.23	124826.14
3+650	50.00	55.00	0.53	-0.64	0.25	11.05	35.23	2113.50	1761.67	351.83	2.52	0.00	63.12	0.00	63.12	13.75	687.50	288.71	125114.85

P.K.	Distancia (m)	Ancho plataforma (m)	Diferencia de cota (m)	Potencia Tierra Vegetal (m)	Altura S-EST 2 (m)	Área Desmonte (m^2)	Área Tierra Vegetal en Desmonte (m^2)	Volumen Desmonte (m^3)	Volumen Tierra Vegetal en Desmonte (m^3)	Volumen Efectivo Desmonte (m^3)	Área Terraplén (m^2)	Área Tierra Vegetal en Terraplén (m^2)	Volumen Terraplén (m^3)	Volumen Tierra Vegetal en Terraplén (m^3)	Volumen Efectivo Terraplén (m^3)	Área S-EST 2 (m^2)	Volumen S-EST 2 (m^3)	Volumen Neto (m^3)	Volumen Neto Acumulado (m^3)
3+700	50.00	55.00	-0.46	0.68	0.25	0.00	0.00	276.34	0.00	276.34	60.72	37.45	1581.01	1872.67	3453.68	13.75	687.50	-3177.34	121937.51
3+750	50.00	55.00	-1.50	0.42	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	106.47	22.84	4179.76	1142.14	5321.90	13.75	687.50	-5321.90	116615.61
3+800	50.00	55.00	-2.27	0.44	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	167.00	24.35	6836.97	1217.39	8054.36	13.75	687.50	-8054.35	108561.26
3+850	50.00	55.00	-2.91	0.49	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	237.47	27.11	10111.73	1355.55	11467.28	13.75	687.50	-11467.27	97093.99
3+900	50.00	55.00	-3.72	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	316.44	13.60	13847.70	679.99	14527.69	13.75	687.50	-14527.69	82566.30
3+950	50.00	68.11	-4.22	0.02	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	445.58	1.49	19050.61	74.36	19124.97	17.03	851.36	-19124.97	63441.33
4+000	50.00	48.02	-4.66	0.00	0.25	0.02	0.00	0.43	0.00	0.43	308.16	0.00	18843.48	0.00	18843.48	12.00	600.19	-18843.05	44598.28
4+050	50.00	33.00	-4.57	0.00	0.25	0.00	0.00	0.46	0.00	0.46	216.02	0.00	13104.45	0.00	13104.45	8.25	412.50	-13103.99	31494.29
4+100	50.00	33.00	-4.21	0.11	0.25	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	230.48	3.71	11162.51	185.39	11347.90	8.25	412.50	-11347.80	20146.49
4+150	50.00	33.00	-3.53	0.04	0.25	0.01	0.00	0.32	0.00	0.32	229.40	1.44	11497.09	71.80	11568.89	8.25	412.50	-11568.57	8577.92
4+200	50.00	33.00	-3.73	0.12	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.25	232.09	3.92	11537.22	195.89	11733.11	8.25	412.50	-11732.86	-3154.95
4+250	50.00	33.00	-3.80	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	202.70	0.00	10869.63	0.00	10869.63	8.25	412.50	-10869.63	-14024.58
4+300	50.00	33.00	-3.70	0.00	0.25	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	161.67	0.00	9109.23	0.00	9109.23	8.25	412.50	-9109.21	-23133.79
4+350	50.00	33.00	-3.26	0.00	0.25	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	121.28	0.00	7073.72	0.00	7073.72	8.25	412.50	-7073.65	-30207.44
4+400	50.00	33.00	-2.69	0.00	0.25	0.02	0.00	0.47	0.00	0.47	85.73	0.00	5175.21	0.00	5175.21	8.25	412.50	-5174.74	-35382.18
4+450	50.00	33.00	-2.03	0.00	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	49.64	0.00	3384.16	0.00	3384.16	8.25	412.50	-3383.66	-38765.84
4+500	50.00	33.00	-1.49	0.23	0.25	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	23.39	7.49	1825.78	374.51	2200.29	8.25	412.50	-2200.22	-40966.05
4+550	50.00	36.00	-0.85	0.36	0.25	0.37	0.00	9.36	0.00	9.36	7.99	12.91	784.68	645.57	1430.25	9.00	450.00	-1420.89	-42386.94
4+600	50.00	39.00	-0.39	0.53	0.25	4.59	0.00	124.05	0.00	124.05	3.46	20.82	286.24	1040.87	1327.11	9.75	487.50	-1203.06	-43590.00
4+650	50.00	42.00	0.03	0.61	0.25	12.60	0.00	429.75	0.00	429.75	0.17	25.79	90.63	1289.43	1380.06	10.50	525.00	-950.31	-44540.31
4+700	50.00	45.00	0.27	-0.27	0.25	23.79	12.19	909.76	609.65	300.11	0.28	0.00	11.15	0.00	11.15	11.25	562.50	288.96	-44251.35
4+750	50.00	45.00	0.48	-0.44	0.25	38.39	19.77	1554.51	988.53	565.98	0.06	0.00	8.36	0.00	8.36	11.25	562.50	557.62	-43693.73
4+800	50.00	44.61	0.91	-0.38	0.25	40.02	16.78	1960.41	839.09	1121.32	0.02	0.00	1.87	0.00	1.87	11.15	557.65	1119.45	-42574.29
4+850	50.00	45.00	1.25	-0.43	0.25	44.86	19.22	2122.02	960.84	1161.18	0.01	0.00	0.72	0.00	0.72	11.25	562.50	1160.46	-41413.83
4+900	50.00	47.76	1.40	-0.46	0.25	53.09	21.93	2448.76	1096.60	1352.16	0.24	0.00	6.18	0.00	6.18	11.94	597.05	1345.98	-40067.86
4+950	50.00	41.70	1.49	-0.48	0.25	90.91	20.15	3600.12	1007.58	2592.54	0.00	0.00	5.89	0.00	5.89	10.42	521.19	2586.65	-37481.21
5+000	50.00	41.70	1.59	-0.41	0.25	119.00	17.05	5247.77	852.26	4395.51	0.00	0.00	0.11	0.00	0.11	10.42	521.19	4395.40	-33085.81
5+050	50.00	41.70	2.17	-0.50	0.25	141.76	20.90	6518.94	1045.05	5473.89	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	10.42	521.19	5473.79	-27612.02
5+100	50.00	41.70	2.40	-0.30	0.25	149.79	12.47	7288.64	623.44	6665.20	0.34	0.00	8.41	0.00	8.41	10.42	521.19	6656.79	-20955.22
5+150	50.00	41.70	2.75	-0.48	0.25	146.27	19.87	7401.55	993.25	6408.30	0.02	0.00	8.80	0.00	8.80	10.42	521.19	6399.50	-14555.73
5+200	50.00	41.70	2.68	-0.26	0.25	140.88	10.67	7178.81	533.48	6645.33	0.20	0.00	5.44	0.00	5.44	10.42	521.19	6639.89	-7915.84
5+250	50.00	41.70	2.73	-0.21	0.25	137.73	8.78	6965.20	438.90	6526.30	0.16	0.00	9.10	0.00	9.10	10.42	521.19	6517.20	-1398.63
5+300	50.00	41.70	2.63	-0.19	0.25	144.07	7.81	7045.02	390.31	6654.71	0.00	0.00	4.07	0.00	4.07	10.42	521.19	6650.64	5252.01
5+350	50.00	41.70	3.08	-0.35	0.25	154.91	14.72	7474.59	736.18	6738.41	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	10.42	521.19	6738.39	11990.39
5+400	50.00	41.70	2.80	-0.33	0.25	152.42	13.72	7683.20	686.18	6997.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	10.42	521.19	6997.01	18987.40



Mediciones auxiliares extraídas de la tabla:

- Volumen excedente de arcilla: 18987.40 m^3
- Volumen extraído de tierra vegetal: 73942.53 m^3
- Volumen reutilizable de tierra vegetal: 18249.69 m^3
- Volumen de excavación: 403268.88 m^3
- Volumen de terraplén: 254425.90 m^3
- Volumen de una capa de suelo estabilizado (S-EST 1 o S-EST 2): 66831.89 m^3
- Superficie fondo de desmonte: 187212.02 m^2
- Superficie cimientos de terraplenes: 117126.04 m^2

ANEJO 11
RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

1 INTRODUCCIÓN

Es de esperar que en ciertas ocasiones se celebren eventos deportivos en el circuito bajo condiciones de lluvia. En estas circunstancias, debido a la complejidad de la organización de este tipo de eventos y el tiempo con el que se proyectan, resulta poco menos que imposible aplazar dichos eventos, aunque sea mejor para los equipos y pilotos la conducción en condiciones de seco. Por ello, el circuito debe contar con el equipamiento necesario para que se puedan celebrar sobre él carreras en lluvia preservando la seguridad de los pilotos, los aficionados, y el espectáculo.

En este Anejo se va a presentar proceso de diseño y cálculo de los sistemas de drenaje de las actuaciones proyectadas, para garantizar la evacuación de aguas pluviales caídas sobre el circuito. Asimismo, se presentará el proceso de cálculo que tiene por objeto permitir la permeabilidad superficial entre ambos márgenes del terreno circundante, es decir, el sistema de drenaje transversal.

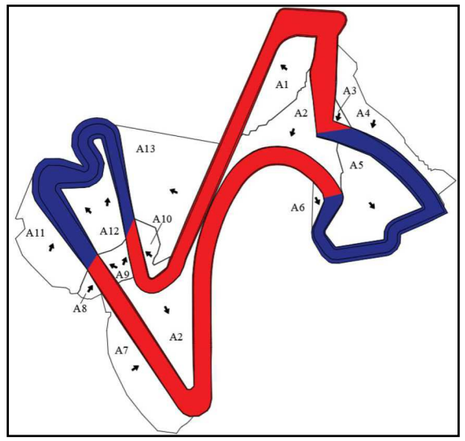
Antes de entrar en detalles de cálculo conviene recordar lo explicado en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES, pues se considera para este diseño la obra como un ente autónomo, es decir, sin relación con otras posibles obras de su entorno y capaz de evacuar las aguas de lluvia por sí misma. En este caso es importante recalcar este hecho porque la obra del circuito implicaría obras de urbanización e implementación de otros equipamientos deportivos que modificarían las condiciones del terreno circundante al circuito y presentarían redes de drenaje muy próximas a las del circuito. No obstante, como el proyecto contempla únicamente la construcción del circuito, el drenaje estará dimensionado para asistir la obra del mismo, sin tener en cuenta futuras obras accesorias, como el Edificio Principal, las Gradas o los Viales exteriores.

En lo referente a los datos iniciales hay que indicar que el diseño del drenaje del circuito se ha realizado siguiendo los valores de caudales de escorrentía obtenidos en el Anejo 09 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA, que aplica las directrices indicadas por la Instrucción 5.2 – IC "Drenaje Superficial", que desde su aprobación en mayo de 1990 ha servido para el cálculo de drenaje de carreteras en España, y en marzo de 2016 se aprobó su revisión con contenidos actualizados.

Para el desarrollo de este Anejo, se dividirá el diseño en drenaje longitudinal y transversal. El sistema de drenaje longitudinal se encargará de evacuar las aguas que caigan dentro de los límites del circuito, de acuerdo con las indicaciones del Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES, y como se puede ver en el Plano 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO. Esto comprendela Pista, el Carril de Boxes y los arcenes (aportación interior). Pero además, aquellas aguas de escorrentía que por la fisonomía del terreno exterior son vertidas hacia el área del circuito (pendientes hacia el circuito y secciones en desmonte) también serán evacuadas por este sistema, por lo que habrá que tener en cuenta esos caudales en el cálculo.

El drenaje transversal consistirá únicamente en la evacuación del agua relativa a aquellas áreas cuya pendiente se dirige hacia el circuito en una zona donde hay terraplén. En esos puntos, habrá que instalar conducciones que crucen el circuito, y que permitan al agua volver a discurrir por la zona posterior tal como lo harían sin la existencia de la obra.

Por lo tanto, es importante poder reconocer mediante qué sistema se evacuará el agua de cada zona de aportación exterior de agua al circuito. Para ello, se muestra en la imagen de la derecha el reparto de áreas que ya se realizó en el Anejo 09, que permitirá separarlas en los diferentes sistemas de drenaje.



Con esta división, y teniendo en cuenta el tipo de sección en cada parte del circuito (desmonte o terraplén) se puede llevar a cabo la clasificación de las aportaciones exteriores al circuito, para poder tenerlas en cuenta a la hora de diseñar la solución que permitirá el drenaje de esos caudales. Cada área tiene unos valores de caudal diferentes según sus área y las características geométricas, tal y como se mostró en el Anejo mencionado. A continuación se establece la relación de las situaciones de cada área:

- Área 1: Vierte al inicio del Sector 1, en desmonte, y con pendiente hacia el inicio del circuito.
- Área 2: Vierte a casi la totalidad del Sector 2, en desmonte. No se ha dividido porque el destino del aporte es el mismo a lo largo del Sector, dada la pendiente del circuito.
- Área 3: Vierte a la Curva 5, en desmonte; sus aguas llegarán al inicio del circuito, igual que en el Área 1.
- Área 4: Afecta al tramo cercano a la zona de Picnic, pero en terraplén y por el exterior.
- Área 5: Se encuentra con el terraplén del final del Sector 1 (Curvas 6, 7, 8, 9, 10 y 11) que circunda el área, quedando ésta en el interior del circuito.
- Área 6: Como el Área 4, afecta al terraplén por la zona exterior.
- Área 7: Vierte al principio de la "recta de atrás", en desmonte, y hacia la Curva 13.
- Área 8: Vierte en las mismas condiciones que el Área 7.
- Área 9: Por su situación, se considerará que la mitad del área vierte hacia la "recta de atrás" y la otra mitad hacia la Curva 17, ambas en desmonte.
- Área 10: Vierte hacia la zona anterior a la Curva 17, aunque, por la pendiente de la pista, el agua llegará a la misma curva, ya que la zona está en desmonte.
- Área 11: Vierte hacia el terraplén de la zona elevada del circuito (Curvas 14, 15 y 16), por la zona exterior.
- Área 12: Vierte hacia el interior de las Curvas 14 y 16, que se encuentran en terraplén.
- Área 13: Mismas condiciones que el Área 11, pero desde el otro margen.

A la vista de estas afecciones, se adoptarán diferentes soluciones para el drenaje según el caso. Aquellas aportaciones que vierten al circuito en zona de desmonte, serán conducidas por el sistema de drenaje longitudinal, mediante cunetas al pie de la estructura del firme. Son los casos de las Áreas 1, 2, 3, 7, 8, 9 y 10.

En los casos de agua que intercepte a zonas de terraplén por el exterior, el propio terraplén conducirá dichas aguas hacia fuera de la obra, evitando que entre en el circuito. Por lo tanto, los caudales de estas áreas no serán tenido en cuenta en el cálculo, pues no será precisa ninguna intervención adicional al propio talud del terraplén. Las Áreas 4, 6, 11 y 13 entran dentro de este caso.

Por último, las Áreas 5 y 12, cuyo drenaje natural queda aislado en el interior del circuito por terraplén, se resolverán con Obras de Drenaje Transversal, además del revestido del pie terraplén para la formación de cunetas que dirijan el agua a dichas Obras de paso. Por lo que constituirán el sistema de drenaje transversal.

Para concluir con los caudales que llegan al circuito, se muestra la tabla resumen de caudales calculados en el Anejo 09, de manera que constituyen el dato inicial para el diseño de los sistemas de drenaje. A la vista de la distribución realizada en este apartado, se marcan en azul los caudales correspondientes al drenaje longitudinal, en naranja los no tenidos en cuenta por afectar a terraplenes por el exterior del circuito, y en verde los evacuados por el sistema de drenaje transversal.

Nombre	Área (km^2)	C	Longitud (km)	Pendiente	Tc (h)	Intensidad (mm/h)	Q (m^3/s)
APORTACIÓN INTERIOR							
Pista	0.028	0.944	0.514	0.0103	0.43	56.368	0.414
Boxes	0.007	0.944	0.699	0.0029	0.69	43.994	0.081
APORTACIÓN EXTERIOR							
A1	0.034	0.183	0.125	0.020	0.13	100.555	0.175
A2	0.089	0.183	0.507	0.013	0.41	57.880	0.262
A3	0.002	0.183	0.091	0.006	0.13	100.160	0.011
A4	0.035	0.183	0.367	0.012	0.32	65.214	0.117
A5	0.057	0.183	0.270	0.007	0.28	69.820	0.203
A6	0.003	0.183	0.135	0.007	0.17	89.762	0.014
A7	0.041	0.183	0.421	0.019	0.33	64.546	0.135
A8	0.004	0.183	0.087	0.011	0.11	107.936	0.021
A9	0.008	0.183	0.103	0.010	0.13	100.989	0.043
A10	0.009	0.183	0.061	0.016	0.08	125.566	0.058
A11	0.038	0.183	0.137	0.007	0.17	89.129	0.170
A12	0.033	0.183	0.352	0.006	0.36	61.613	0.103
A13	0.078	0.183	0.405	0.010	0.36	61.587	0.246

Finalmente, unas nuevas conducciones enterradas serán las encargadas de conducir toda el agua evacuada por el drenaje longitudinal hacia puntos de vertido que devuelvan el agua a los cauces naturales. Al agua recogida por dicho sistema llega por gravedad a 3 puntos de cota mínima del circuito: uno en la Recta Principal, cerca de la salida; otro en el Carril de Boxes, junto al primero, y el último junto a la Curva 13. En dichos puntos se situarán arquetas que recojan el agua y la lleven por medio de tuberías al exterior. Los dos primeros puntos bajos unen sus tuberías en una arqueta común y llevan el agua a la balsa preexistente, donde se almacenará el agua para futuros usos de regadío o directamente para su evaporación. El tercer punto de cota mínima lleva sus aguas hasta el Arroyo Los Espartales, al sur de la obra. A esta parte del drenaje longitudinal se le denominará Drenaje Exterior.

2 DIMENSIONAMIENTO DE DRENAJE LONGITUDINAL

Con el fin de unificar el diseño de las cunetas de cada tipo en todo el recorrido, se tomarán los valores máximos de caudal calculado para cada zona, de modo que si las cunetas pueden evacuar el caudal del punto máximo del circuito, también podrá hacerlo para cualquier otro punto.

El cálculo realizado en el Anejo 09 ya comprendía el caudal del tramo mayor de la pista, y el Carril de Boxes, por lo que el caudal de diseño para las cunetas encargadas de evacuar el agua de aportación exterior, a la vista de la tabla de la izquierda, será 0.262 m^3/s, correspondientes al Área 2.

Por último el caudal para el Drenaje exterior será aquel que llegue a cada uno de los puntos bajos del circuito. A cada uno llegan dos tramos de carril del circuito, ya que un mínimo es un cruce de dos tramos en un cambio de rasante forma de valle. Por lo tanto, los puntos mínimos 1 y 3 recibirán el caudal relativo a la pista por cada lado, es decir, el doble del que aparece en la tabla, esto es, 0.828 m^3/s y el punto 2, el doble del asignado al Carril de Boxes, es decir, 0.162 m^3/s.

Además, hay que contar el agua que llega a dichos puntos procedente de las cunetas a pie de desmonte, es decir, las de aportación exterior. Viendo el esquema del apartado anterior, cada zona en desmonte vierte sus aguas a un punto bajo, de manera que el punto mínimo 1 recibe el aporte de las áreas 1, 3, la mitad de la 9 y 10, y el punto mínimo 3 lo recibe de las áreas 2, 7, 8 y la otra mitad de la 9. Sumando los caudales correspondientes, se obtienen los caudales de diseño para la red exterior: 1.094 m^3/s para el punto mínimo 1, 0.162 m^3/s para el punto mínimo 2, que no recibe aporte exterior, y 1.267 m^3/s para el punto mínimo 3.

Otra consideración que hay que tener en cuenta es el hecho de que el caudal no se divide para el cálculo de las cunetas. Es decir, en una sección en recta, el agua se divide a la mitad entre las dos cunetas, de manera que el valor del caudal diseño se dividiría entre dos. Sin embargo, en una curva, el peralte haría que el agua de todo el carril y un arcén la recibiera una sola cuneta. Con la intención de unificar el diseño, tal como se ha dicho antes, se considerará como caudal de diseño todo el caudal que se ve en la tabla, sin aminorar, para garantizar que el agua es evacuada de la pista sin ningún problema.

Teniendo esto en cuenta, y con los valores presentados se puede proceder al dimensionamiento de las cunetas de drenaje longitudinal. Para visualizar las cunetas integradas en las secciones tipo del circuito, se recomienda acudir al Plano 05 SECCIONES TIPO. Para visualizar las secciones constructivas de las mismas, el Plano 12 DRENAJE - SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES.

2.1. Cunetas Tipo 1: Pista

El drenaje longitudinal de la Pista se llevará a cabo mediante cunetas laterales, a ambos márgenes del carril, para lo cual la primera medida es realizar un bombeo del mismo, con una pendiente del 2% a dos aguas, para verter a ambos lados. Asimismo, los arcenes que sirven para la salida segura de los vehículos también tendrán dicho bombeo, pero únicamente con inclinación hacia el carril. De esta manera se consigue que el carril y el arcén viertan sus aguas a la misma cuneta, que se encontgrará en la intersección entre ambos.

Las cunetas de la Pista son las que se encuentran en una situación más desfavorable, ya que están expuestas al paso del vehículo por ellas. Esta circunstancia no se traduce en un problema de cargas elevadas, sino en un problema de seguridad debido a la forma que adopten. Por ello es importante decidir una tipología de cuneta adecuada a las circunstancias del circuito.

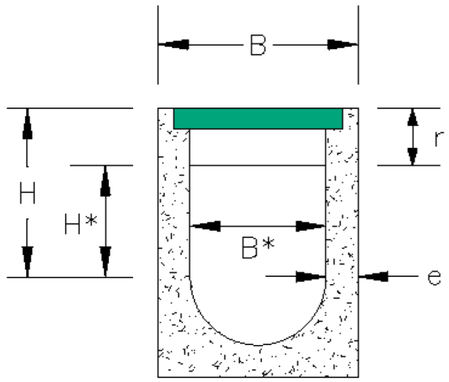
En este aspecto, hay que tener en cuenta que dada la velocidad a la que van los vehículos, realizar una cuneta triangular o trapezoidal descubierta entre el carril y los arcenes podría producir afecciones negativas al vehículo, debido al resalto que supondrían. Además, para que una cuneta triangular pueda evacuar un caudal considerable, habría que aumentar sus dimensiones mucho, se manera que una rueda de un vehículo cupiera dentro, pudiendo encarrilar la rueda en la cuneta y producir accidentes.

Por lo tanto, el objetivo es impedir que la rueda de los vehículos entre en las cuentas, independientemente de las dimensiones. Esto lleva a considerar la rejilla como elemento de transición entre el carril y el arcén en caso de salida del vehículo, y además a la separación del agua pluvial del firme, lo que ofrece mayor flexibilidad en la geometría de la misma.

Por esta razón, se ha decidido realizar la cuneta rectangular de hormigón cubierta con rejilla de plástico. De esta manera, en la pista se percibirá como un elemento liso, sin el desnivel que produciría una cuneta triangular. La forma de la sección se complementa con un semicírculo inferior que aumente el caudal de paso de la cuneta, para adecuarla al valor exigido sin aumentar el ancho.

El cálculo justificativo y las dimensiones de las cunetas se muestran en la siguiente tabla:

	PISTA
Ancho B (m)	0.50
Altura H (m)	0.50
Espesor e (m)	0.08
Resguardo r(m)	0.05
B* (m)	0.34
H* (m)	0.45
Sm (m^2)	0.244
Pm (m^2)	1.434
Rh (m)	0.17
vmax (m/s)	6.00
J (-)	0.0103
n Manning ($s/m^{1/3}$)	0.014
Qch (m^3/s)	0.542
C	0.944
I (mm/h)	56.368
A (km^2)	0.0278
Qcalc (m^3/s)	0.414
vmax calc (m/s)	1.689



Los valores de ancho, altura y espesor en la parte superior de la tabla son los de diseño de las cunetas. La rejilla se dispondrá en la parte superior de la misma, con su cota superior coincidiendo con la cota superior del hormigón, aunque no se han considerado a efectos de cálculo.

La justificación se lleva a cabo siguiendo los criterios de la fórmula de Manning para calcular el caudal que puede dejar pasar la cuneta y la velocidad, de acuerdo a las fórmulas inferiores. El valor de velocidad máxima se establece en un máximo de 6 m/s, de acuerdo con el punto 3.4.5 de la Norma 5.2. El coeficiente n de rozamiento es 0.014 ya que es el valor referente al hormigón.

$$Q_{ch} = \frac{J^{1/2} \cdot {R_H}^{2/3} \cdot S_m}{n} \geq Q_{calc}$$

$$v_{\max,calc} = \frac{Q_{calc}}{S_m} \leq v_{max}$$

Siendo Qch el caudal del cálculo hidráulico de la sección de la cuneta (aquel que puede discurrir como máximo por la cuneta diseñada), Qcalc el caudal proveniente del cálculo del Método Racional (el que debe permitir pasar la cuneta), Sm el área mojada, Pm el perímetro mojado, J la pendiente, y Rh el radio hidráulico.

2.2. Cunetas Tipo 2: Carril de Boxes

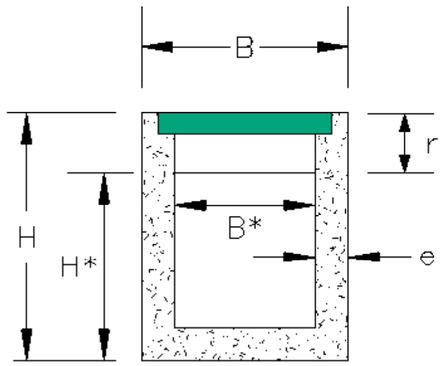
El drenaje longitudinal en el Carril de Boxes es similar al de la Pista, excepto por el hecho de que el bombeo del carril y los arcenes es el mismo, hacia el lado de la pista, por lo que la cuneta se dispondrá en ese lado, el derecho conforme al sentido del avance. La pendiente transversal es del 1.5%, algo menor debido a las labores que se deben realizar en la zona, y a la mayor seguridad que debe haber en dicho carril, por el tránsito de personas incluso durante los eventos deportivos.

Se dispondrá una sola cuneta longitudinal, en el lado derecho, que recoja las aguas que caen en esta particular parte del circuito. Como en dicho margen la cuneta se dispondrá tras el arcén, no se espera que transiten vehículos por la zona, ya que en este caso, no está permitido que los vehículos se salgan de dicho carril, y además se dispondrán equipamientos propios de la competición, como stands de control de carrera para los equipos, por lo que no es esperable que sobre la cuneta circulen vehículos.

Sin embargo, para proteger los equipamientos mencionados, y unificar los diseños lo mñas posible, la cuneta será similar a la usada en la Pista, aunque en este caso la sección será completamente rectangular, puesto que el caudal a evacuar es menor que en el caso anterior.

La justificación y el esquema se presentan a continuación:

	CARRIL DE BOXES
Ancho B (m)	0.50
Altura H (m)	0.60
Espesor e (m)	0.08
Resguardo r(m)	0.05
B* (m)	0.34
H* (m)	0.47
Sm (m^2)	0.160
Pm (m^2)	1.280
Rh (m)	0.13
vmax (m/s)	6.00
J (-)	0.0141
n Manning ($s/m^{1/3}$)	0.014
Qch (m^3/s)	0.339
C	0.944
I (mm/h)	43.994
A (km^2)	0.0070
Qcalc (m^3/s)	0.081
vmax calc (m/s)	0.881

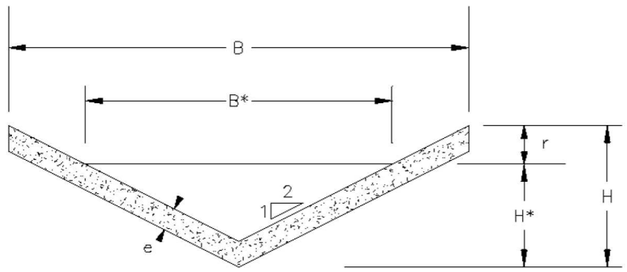


2.3. Cunetas Tipo 3: A pie de Desmonte

Debido a la morfología de la obra, en algunos casos se da la circunstancia de que coinciden zonas en desmonte con áreas que vierten sus aguas al interior del circuito, lo que resulta una situación peculiar, puesto que no es posible extraer el agua de la zona con pendientes transversales. Por ello, estas cunetas pretenden evacuar esa agua por drenaje longitudinal, llevándola a los puntos de cota mínima del circuito y de ahí mediante la red de Drenaje Exterior, fuera de la obra.

Estas cunetas, como están fuera del área trasitable por los vehículos de competición del circuito, sí pueden hacerse con sección triangular, aprovechando además el talud propio del paquete de firme. A continuación, la tabla justificativa y el esquema:

	PIE DESMONTE
Ancho B (m)	2.00
Altura H (m)	0.50
Espesor e (m)	0.10
Resguardo r(m)	0.05
B* (m)	1.80
H* (m)	0.45
Sm (m^2)	0.405
Pm (m^2)	1.800
Rh (m)	0.225
vmax (m/s)	6.00
J (-)	0.0130
n Manning ($s/m^{1/3}$)	0.014
Qch (m^3/s)	1.220
C	0.183
I (mm/h)	57.880
A (km^2)	0.089
Qcalc (m^3/s)	0.262
vmax calc (m/s)	0.647



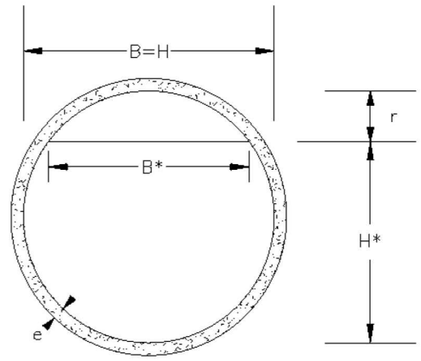
2.4. Drenaje Exterior

Como ya se ha explicado, esta red enterrada servirá como vía de evacuación a las aguas que el resto de la red longitudinal conduce a los puntos de cota mínima del circuito. De cada uno de los puntos bajos, surge una tubería que se ha denominado igual que el punto mínimo correspondiente. La tubería 1 une el punto mínimo 1 (que comienza en la Arqueta de Registro 01, ver tabla del apartado 2.5) con la balsa preexistente. La tubería 2 une el punto mínimo 2 (AR 30) con la AR33, donde se une a la tubería 1 camino de la balsa. La tubería 3 comunica el punto mínimo 3 (AR 19) con el punto de desagüe al Arroyo Los Espartales.

Todas las tuberías son de sección circular, de hormigón, y van en su totalidad enterradas, cruzando en sus tramos de inicio al circuito. La zanja donde se dispondrán las tuberías tiene una anchura en su punto más bajo de 1.20 metros. Una cama de arena de 10 cm, sobre la que va la tubería. El resto del relleno de la zanja consiste en 30 cm de suelo seleccionado y el material propio de la excavación hasta la cota del terreno natural nuevamente.

En cuanto al diseño de la tubería, debido al paso bajo el circuito, y el elevado valor del diámetro resultante, se usará como material el hormigón. Siguiendo el principio de unificación de diseños, se tomará el caudal mayor de los que llegan a los tres puntos mínimos, para las 3 tuberías de Drenaje Exterior, es decir, 1.267 m^3/s.

	LONG EXTERIOR
Ancho B (m)	1.00
Altura H (m)	1.00
Espesor e (m)	0.05
Resguardo r(m)	0.20
B* (m)	0.80
H* (m)	0.80
Sm (m^2)	0.674
Pm (m^2)	2.214
Rh (m)	0.30
vmax (m/s)	6.00
J (-)	0.0050
n Manning ($s/m^{1/3}$)	0.014
Qch (m^3/s)	1.541
C	-
I (mm/h)	-
A (km^2)	-
Qcalc (m^3/s)	1.267
vmax calc (m/s)	1.879



2.5. Localización de arquetas

Las arquetas de registro que se disponen a lo largo de los tramos de cuneta sirven para ejercer labores de mantenimiento y para flexibilizar los giros en alzado de la red de drenaje. Las arquetas de registro serán de hormigón, con una sección cuadrada de 1 metro de lado, y profundidad variable.

Las que se encuentran dentro del circuito son por defecto de 1.50 metros de profundidad, excepto las que forman parte de la red de drenaje exterior, en cuyo caso la profundidad viene determinada por el recorrido de la tubería. Se sitúan en los puntos de cambio de rasante de los tramos, excepto en los puntos máximos, donde el agua simplemente discurrirá hacia las cunetas de los tramos descendentes, tanto las cunetas de tipo 1, de la Pista, como las del tipo 2, del Carril de boxes. En el caso de las cunetas de tipo 3, a pie de desmonte, sólo se dispondrán cunetas en los puntos mínimos, para conectarlas a la red de drenaje exterior.

Las arquetas de la red de drenaje exterior que se disponen en las áreas exteriores a la obra, en dirección a la balsa o al arroyo, se sitúan separadas como máximo una distancia de 100 metros.

Las arquetas de la red de drenaje longitudinal se muestran en la siguiente tabla, junto a su ubicación y al tipo de cuneta a la que presta servicio. Para visualizar dicha ubicación ver el Plano 10 DRENAJE - PLANTA DE DRENAJE LONGITUDINAL.

	Coord. X	Coord. Y	Coord Z sup.	Prof. (m)	Red	Tipo conducción
AR01	249124	4148030	47.08	1.54	Pista/Exterior	1/Dren. Exterior
AR02	249139	4148023	47.08	1.62	Pista/Exterior	1/Dren. Exterior
AR03	249146	4148020	47.15	1.70	Desmonte/Exterior	3/Dren. Exterior
AR04	249201	4148224	48.07	1.50	Carril Boxes	2
AR05	249455	4148538	49.73	1.50	Pista	1
AR06	249458	4148522	49.73	1.50	Pista	1
AR07	249504	4148473	51.00	1.50	Pista/Carril Boxes	1/2
AR08	249486	4148242	50.81	1.50	Pista	1
AR09	249502	4148240	50.81	1.50	Pista	1
AR10	249560	4147798	49.77	1.50	Pista	1
AR11	249563	4147782	49.77	1.50	Pista	1
AR12	249517	4147986	49.00	1.50	Pista	1
AR13	249531	4147994	49.00	1.50	Pista	1
AR14	249187	4147964	48.60	3.52	Desmonte/Exterior	3/Dren. Exterior
AR15	249154	4147956	48.57	1.50	Pista	1
AR16	249139	4147962	48.57	1.50	Pista	1
AR17	249076	4147445	43.59	1.50	Pista	1
AR18	249092	4147445	43.59	1.50	Pista	1
AR19	249018	4147389	43.44	2.25	Desmonte/Exterior	3/Dren. Exterior
AR20	249011	4147384	43.28	2.11	Pista/Exterior	1/Dren. Exterior
AR21	248997	4147375	43.36	2.23	Pista/Exterior	1/Dren. Exterior
AR22	248975	4147361	43.96	2.91	Desmonte/Exterior	3/Dren. Exterior
AR23	248791	4147689	47.01	1.50	Pista	1
AR24	248804	4147698	47.01	1.50	Pista	1
AR25	248624	4147942	50.75	1.50	Pista	1
AR26	248638	4147951	50.75	1.50	Pista	1
AR27	248789	4148160	51.39	1.50	Pista	1
AR28	248805	4148163	51.39	1.50	Pista	1
AR29	248993	4147743	48.00	1.50	Pista/Carril Boxes	1/2
AR30	249071	4147950	47.30	1.29	Desmonte/Exterior	3/Dren. Exterior
AR31	249076	4147948	47.24	1.26	Carril Boxes/Exterior	2/Dren. Exterior
AR32	249175	4147912	49.10	3.61	Exterior	Dren. Exterior
AR33	249249	4147884	48.50	3.94	Exterior	Dren. Exterior
AR34	249310	4147805	47.28	3.21	Exterior	Dren. Exterior
AR35	249369	4147729	48.04	4.40	Exterior	Dren. Exterior
AR36	248926	4147274	44.00	3.45	Exterior	Dren. Exterior
AR37	248876	4147188	43.00	2.96	Exterior	Dren. Exterior
AR38	248827	4147101	42.00	2.46	Exterior	Dren. Exterior
AR39	248736	4147058	42.06	3.03	Exterior	Dren. Exterior
AR40	248643	4147022	41.57	3.03	Exterior	Dren. Exterior
AR41	248550	4146985	40.32	2.31	Exterior	Dren. Exterior
AR42	248456	4146950	39.77	33.77	Exterior	Dren. Exterior
AR43	248359	4146929	38.91	1.90	Exterior	Dren. Exterior

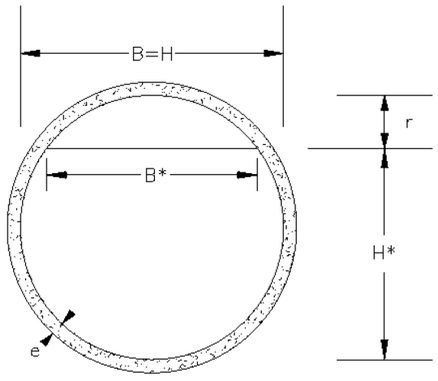
3 DIMENSIONAMIENTO DE DRENAJE TRANSVERSAL

La red de drenaje transversal en el circuito, a la vista de la imagen de las áreas de aportación exterior identificadas, en la introducción de este Anejo, no reviste mayor dificultad, pues se trataría de evacuar las aguas que se dirigen hacia zonas en terraplén desde el interior del circuito, ya que las del exterior quedan desviadas por los propios terraplenes y regresan a su curso natural.

Por lo tanto, sólo habrá que atender a las zonas A5 y A12; y tomando el mayor de ellos, el caudal de diseño será de 0.203 m^3/s, valor correspondiente al área 5. Hay que tener en cuenta que, por la forma del circuito, el área 12 presentará dos casos de drenaje transversal, por lo que el caudal será aún menor, lo que garantiza el buen diseño tomando como referencia el caudal del área A5.

La solución consiste en tres Obras de Drenaje Transversal sencillas, situadas en las Curvas 9, 14 y 15, de 53.09 metros, 101.07 metros y 67.05 metros respectivamente. Para mayor detalle, ver el Plano 14 DRENAJE - PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL. Las tuberías serán de sección circular y de hormigón, como queda justificado y esquematizado a continuación:

	ODT
Ancho B (m)	0.50
Altura H (m)	0.50
Espesor e (m)	0.10
Resguardo r(m)	0.10
B* (m)	0.40
H* (m)	0.40
Sm (m^2)	0.168
Pm (m^2)	1.107
Rh (m)	0.15
vmax (m/s)	6.00
J (-)	0.0070
n Manning ($s/m^{1/3}$)	0.014
Qch (m^3/s)	0.286
C	0.183
I (mm/h)	69.820
A (km^2)	0.057
Qcalc (m^3/s)	0.203
vmax calc (m/s)	1.648



Unas obras de embocadura se situarán a ambos márgenes de las 3 Obras de Drenaje Transversal. Sus detalles pueden verse en el Plano 15 DRENAJE - DETALLE OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL.

ANEJO 12
PAVIMENTOS Y FIRMES

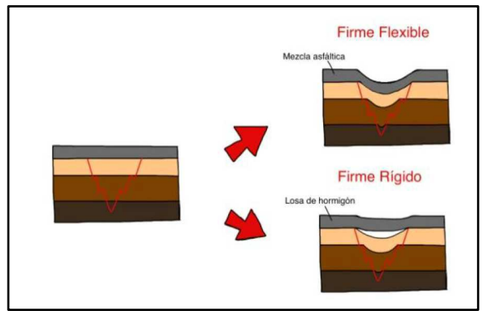
1 INTRODUCCIÓN

La parte más determinante posiblemente de la obra de un circuito de velocidad es la construcción del firme, pues es la que le dará el aspecto definitivo al circuito, además de ser la plataforma con la que los vehículos estarán en contacto durante la competición, por lo que suele representar la buena marcha de las obras en mayor medida que otras partes que, no obstante, son máselaboradas, como el movimiento de tierras.

En este Anejo, se realizará la descripción del tipo de firme y pavimento utilizados en el circuito, y del proceso por el cual se ha llegado a esa solución.

Conviene a priori recordar los conceptos básicos de la construcción de firmes de obras de carretera. Se conoce como firme al conjunto de capas horizontales de diversos materiales que se disponen sobre el terreno para resistir las solicitaciones del tráfico. En condiciones generales, lo constituyen tres capas: Pavimento, Base y Sub-base. El Pavimento es la capa en contacto directo con los vehículos y debe presentar la rugosidad necesaria para la adherencia de los mismos, y lo componen a su vez la capa de rodadura y la intermedia. También debe cumplir funciones resistentes y de drenaje. La Base otorga estabilidad volumétrica y transmite las cargas del tráfico. La Sub-base, finalmente transmite las cargas al terreno, ya que está en contacto con él.

El firme puede ser de tres tipologías: Flexible, Rígido y Semirrígido. Los Firmes Flexibles los componen varias capas con resistencias a la deformación crecientes hacia la superficie. Los Rígidos se caracterizan por el uso del hormigón en la capa de rodadura, lo que otorga gran resistencia a la carga vertical del tráfico. Los Semirrígidos aúnan características de ambas tipologías anteriores.



Las particularidades del proyecto de un circuito de velocidad impiden tomar un caso en condiciones generales como se ha mencionado recientemente. Las solicitaciones a las que se somete el firme en este tipo de vía no son las mismas que para el caso de una carretera convencional. La principal diferencia radica en que las carreteras convencionales están condicionadas por la carga de tráfico pesado que se prevee que deberán soportar en su vida útil, mientras que en un circuito de velocidad priman los esfuerzos tangenciales que provocan los neumáticos sobre el pavimento en momentos de frenada o derrape.

De esto se deduce que en un circuito la carga vertical y la capacidad portante no es tan determinante como en las carreteras, y por lo tanto el espesor de las capas del firme y la resistencia vertical no guían el diseño. Sin embargo, las posibilidades para hacer frente a las solicitaciones tangenciales de los vehículos a alta velocidad sí determinarán la solución elegida.

Por lo tanto, se concluye que para el diseño se optará por la solución de Firme Flexible, ya que las mezclas bituminosas presentan mayor resistencia a deformación tangencial que el hormigón. Además la poca necesidad de una alta capacidad portante también hace que se deseche la opción del Firme Semirrígido.

Para poder llegar a un diseño válido de los materiales de los que se compondrá el Firme Flexible que se dispondrá en el circuito y sus espesores, se va a proceder como se explica a continuación. En primer lugar, al igual que se llevó a cabo con el diseño del trazado de la pista, se van a estudiar casos reales para conocer soluciones válidas ya en actividad. Posteriormente, se recurrirá a los documentos y guías de diseño de carreteras en España, para conocer los materiales y poder describirlos de forma adecuada. También se harán uso de ellos para concretar una solución basada en los casos estudiados, y darle al firme una forma apropiada para un proyecto constructivo. Finalmente, se presentará la solución definitiva. Con esta estructura de desarrollo, se presentarán las explicaciones en los sucesivos apartados que forman este Anejo.

2 ESTUDIO DE CASOS SIMILARES

Se van a estudiar dos ejemplos reales con el fin de conocer los materiales que forman el firme de una obra de estas características.y su disposición en la obra.

El primer caso que se va a analizar como ejemplo es el del circuito de Jerez (Cádiz, España), que es el circuito que acoge eventos deportivos oficiales de la FIA más cercano al circuito en proyecto. Además, el circuito ha sido reasfaltado durante el verano de 2017, lo que puede ser muy ilustrativo sobre el tipo de materiales usados y sus cantidades. Dicha intervención consiste en la adición de los materiales que se presentan a continuación, con los siguientes aspectos técnicos:

- Capa de rodadura: 3 cm de mexcla bituminosa en caliente, discontinua, de tipo BBTM 11 A, con betún modificado con polímeros PMB 45/80-65.

- Riego de adherencia: emulsión catiónica modificada de tipo C60BP3 ADH de rotura rápida con betún modificado, en dotación de 0.5 kg/m^2.

En el circuito de Jerez se han llevado a cabo varias operaciones de reasfaltado, por lo que la sección del firme actual se compone finalmente de:

- 2017: 3 cm BBTM 11A – PMB45/80-65 (anteriormente llamada F-10; ver apartado 4 de este Anejo).

- 2008: 3 cm MBC F-10.

- 2002: 3 cm MBC F-10.

- 2001: 5 cm MBC S-12.

Resultando un paquete de firme heterogéneo de 14 cm de espesor total.

El segundo caso que se va a presentar es el del Circuit of the Americas (Austin, TX, Estados Unidos), circuito a la vanguardia de los nuevos en incorporarse a la lista de trazados aptos para celebrar eventos oficiales de la FIA. La estructura del paquete de firme es la siguiente, mostrada desde la capa más superficial a la más profunda (la codificación de los materiales es acorde con la AASHTO americana):

- Capa de rodadura del Pavimento: 4 cm PG82-22 *modified* (modificado con polímeros) de alta resistencia.

- Capa intermedia del Pavimento: 5 cm PG76-22 *modified* (modificado con polímeros) para resistir solicitaciones tangenciales.

- Capa Base del Pavimento: 8 cm PG64-22 *binder* para resistir cargas verticales.

- Base: 15 cm de Zahorra Artificial.

- Sub-base: 15 cm de Hormigón reciclado y machacado.

En este caso, el paquete de firme es de 17 cm, con materiales de mejores propiedades resistentes en las capas superiores,

como se mencionaba anteriormente para el caso de firmes flexibles (el primer número que acompaña a las siglas PG en el código de los materiales son la temperatura en ºC a las que llegan antes de perder propiedades). En este circuito se puede ver además una capa de Zahorra Artificial y otra de Hormigón machacado bajo del Pavimento que suman 30 cm de espesor, que constituyen la Base y Sub-base.

A la vista de estos dos casos, se procede a analizar el problema del dimensionamiento del firme desde otro punto de vista, el de las normativas de referencia en España.

3 INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS 6.1

Este documento es la referencia para el dimensionamiento y diseño de carreteras en España desde su aprobación en diciembre de 2003. En él se encuentra el punto 6, Secciones de Firme, donde se pueden encontrar las diferentes disposiciones de los materiales para diseñar el firme de una carretera según el tráfico previsto y la calidad de la explanada disponible.

Como se comentó en la introducción, en este proyecto, el tráfico de vehículos pesados no es un factor tan determinante como en el caso de una carretera convencional y de uso público. En este caso, priman otras solicitaciones, en especial los esfuerzos tangenciales originados en frenadas y derrapes. No obstante, partiendo de la elección de un tráfico pesado reducido, es interesante comprobar qué tipo de sección recomienda la Norma 6.1 para el cumplimiento ante cargas verticales. Se asumirá que, dado que prácticamente cualquier tráfico pesado que se considere estará sobredimensionando el diseño, la sección que se use como punto de partida del diseño garantizará un comportamiento válido ante las eventuales cargas verticales que se puedan dar en el circuito.

Por lo tanto, para entrar en la tabla de las Figuras 2.1 y 2.2 del apartado 6 de la Norma, hay que conocer el tipo de explanada y la carga de tráfico.

Como se indicó en el Anejo 06 ESTUDIO GEOTÉCNICO, la explanada disponible es del tipo E2.

En cuanto al tipo de tráfico pesado, las categorías T42 y T41, que son las menores, establecen un paso de menos de 25 vehículos pesados al día o entre 25 y 50, respectivamente. En el circuito, la actividad diaria rara vez contempla el paso de vehículos de más de 3.5 toneladas por el trazado. Eventualmente, en días de eventos importantes, vehículos relacionados con los actos publicitarios del evento en cuestión, maquinaria de mantenimiento, autobuses, etc. pueden acceder al trazado, por lo que no se supone que exista una carga mayor a esas categorías de tráfico pesado. En el/los día/s concreto/s de carreras principales de las grandes categorías del mundo del motor, se puede preveer un aumento algo más significativo, aunque sin pasar de los 50 vehículos. Por ello, y en cualquier caso para estar del lado de la seguridad entre estas dos opciones, se observa la opción correspondiente al tráfico T41.

En la casilla correspondiente de la tabla, se puede encontrar la sección tipo 4121, marcada en la imagen a la derecha, que presenta una disposición muy similar a la vista para el Circuit of the Americas. Por lo tanto, parece válida para tomarla como referencia del diseño, si bien se puede observar que el pavimento es algo menor que en los casos reales presentados.

Los casos de secciones tipo 4122 y 4124 son para soluciones en firmes de tipo semirrígido y rígido, respectivamente, por lo que no se tienen en cuenta en esta ocasión.

4 MATERIALES

Los betunes asfálticos, mezclas bituminosas y zahorras, que son los materiales que, como se ha comprobado, son los idóneos para circuitos de carreras, son los que se enumeran en los siguientes subapartados. En ellos, se hará un breve resumen de lo que hay que tener en cuenta para el diseño del firme de este circuito.

4.1. Betún modificado con polímeros

Los betunes modificados mediante la adición de polímeros son los ligantes hidrocarbonados que junto con los áridos forman las mezclas bituminosas en caliente que sirven para las capas del pavimento. La inclusión de polímeros en la fórmula produce un aumento de porpiedades reológicas, lo que mejora el comportamiento ante las particulares solicitaciones de los vehículos de competición.

Cabe destacar el cambio en las denominaciones acaecido en 2014, pues a los betunes modificados se les denominaba por las iniciales BM, seguido de codificaciones diferentes según las características. Concretamente, el BM-3b es un betún de alta tenacidad y recuperación elástica, que confiere elevada cohesión a las mezclas, por lo que es apropiado para mejorar la resistencia a las deformaciones de cualquier tipo de mezcla. En la denominación actual, este ligante recibe el nombre de PMB 45/60-80. La codificación hace referencia a los índices de penetración mínima/máxima y el mínimo valor del punto de reblandecimiento.

Como puede verse en el apartado anterior, este tipo de ligante se usa en la capa de rodadura del reasfaltado de 2017 del Circuito de Jerez.

4.2. Zahorras

Las zahorras son el elemento que constituirán las capas inferiores al pavimento, y que están en contacto con el terreno natural, por lo que deben cumplir exigencias de estabilidad volumétrica, capacidad portante y drenaje. Tal como se vio en la Norma 6.1, una capa de 35 cm de espesor es válida para el objetivo del circuito, y coherente con lo reflejado en la composición del firme del Circuit of the Americas, aunque 5 cm mayor.

4.3. Mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso

Las mezclas bituminosas de tipo hormigón bituminoso se definen como la combinación de betún asfáltico, áridos de granulometría continua, polvo mineral y, posiblemente, aditivos dispuesta en obra a elevadas temperaturas.

Este tipo de mezclas compondrán el grueso del firme, siendo las capas de mayor espesor. Su denominación se inicia con las siglas AC, seguida del tamaño máximo del árido que contiene y una abreviatura para identificar la capa de pavimento para la que se va a usar. En este caso, debido a las especiales prestaciones de la capa de rodadura, se usarán para las capas base e intermedia del pavimento, con granulometrías crecientes hacia mayor profundidad.

A continuación en la nomenclatura se dispone el nombre del ligante utilizado. Para garantizar la correcta actuación de las dos capas inferiores del pavimento, y homogeneizar el mismo, se usará el mismo ligante para las tres capas, debido también a las particularidades de las solicitaciones del circuito.

4.4. Mezcla bituminosa discontinua para capas de rodadura

Las mezclas bituminosas para la capa de rodadura presentan una granulometría de finos más acentuada, y que se usan para capas de espesores de 2 ó 3 cm, y con un tamaño de árido no mayor a 11 mm. Admiten también el ligante hidrocarbonado descrito anteriormente.

Entre este tipo de mezclas bituminosas, se encuentra la nombrada BBTM 11A, anteriormente denominada F-10, que es la usada por el Circuito de Jerez desde 2002, por lo que se presenta como una opción para la capa de rodadura del circuito de reconocida aceptación.

4.5. Hormigón HF-4,5

Los arcenes del circuito se cubrirán con 15 cm de Hormigón vibrado de tipo HF-4,5, para igualar la cota con el pavimento, de manera que la transición entre el pavimento, la arqueta y el arcén sea continua y sin desnivel. Aquellas zonas en las que por la forma del trazado se considere que se necesite un elemento superficial adicional para defensa o control del vehículo, se cubrirá esta capa con dicho elemento, a saber: grava, césped artificial o asfalto. La capa adicional de asfalto supondrá una extensión igual a la capa de rodadura del pavimento. Para ver la localización de estas zonas, ver el Plano 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO.

5 ESTRUCTURA FINAL

Finalmente, tras este desarrollo, se presenta la estructura de Firme definida para el circuito. Junto a cada capa, dispuestas de más superficial a más profunda, se adjunta una breve justificación de la decisión.

- Capa de Rodadura del Pavimento: 3 cm BBTM 11A PMB45/80-60

  La vigencia del tipo de mezcla se la otorga el hecho de que ha sido la usada en el reasfaltado del Circuito de Jerez, en verano de 2017, por lo que su actualidad y validez queda patente. El espesor de 3 cm obedece a criterios técnicos de mezclas discontinuas. El tipo de ligante es el más apto para las condiciones de la pista debido a la mejora que ofrece de las propiedades del material, aumentando la resistencia a la deformación, muy importante ante esfuerzos tangenciales. En cuanto al árido, el ofítico es el más usado en este tipo de usos.

- Capa Intermedia del Pavimento: 4 cm AC22 bin PMB45/80-60 S

  La capa intermedia se ha diseñado de manera que el conjunto alcance los 15 cm totales de espesor, una medida intermedia entre los 14 cm de Jerez y los 17 cm de Austin. La granulometría es intermedia entre la capa de rodadura y la de la base, mientras que el ligante, como se dijo anteriormente, es el mismo para el paquete de firme entero.

- Capa Base del Pavimento: 8 cm AC32 base PMB45/80-60 G

  La capa base es la de mayor granulometría de las tres, y además, la de mayor espesor, pero con los 8 cm encuentra un punto común con ambos ejemplos de casos reales propuestos.

- Riego de adherencia: emulsión catiónica modificada de tipo C60BP3 ADH en dotación de 0.5 kg/m^2.

  Entre las capas del pavimento, se realizará un riego de adherencia previo a la colocación de la capa superior, por lo que el riego consiste en dos aplicaciones del riego (una sobre la capa Base del Pavimento y otra sobre la Capa Intermedia del mismo)

- Base: 15 cm ZA 0/32

- Sub-base: 20 cm ZA 0/32

  La Zahorra Artificial se ha dividido en dos capas para poder referir en el firme una Base y una Sub-base, y para estar en consonancia con lo presentado en la Norma 6.1 IC, y con las dimensiones de las cunetas calculadas para el drenaje longitudinal (ver Anejo A11 RED DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES).

- Riego de imprimación: emulsión catiónica de tipo C60BF4 IMP en dotación de 0.5 kg/m^2.

  Para una mejor unión entre la Capa Base del Pavimento y la Base de Zahorra Artificial, se realiza sobre ésta última un riego de imprimación.

- Arcenes: 15 cm HF-4,5

Para una mejor visualización de la estructura del firme, se recomienda acudir al plano P05 SECCIONES TIPO.

ANEJO 13
INTEGRACIÓN AMBIENTAL

En este Anejo se estudiará la afección medioambiental del circuito, y se propondrán medidas a tener en cuenta durante su ejecución para paliar o corregir dichas afecciones. Es preciso indicar que sólo se contemplan las afecciones propias del proyecto. Es decir, aquellas afecciones, o las medidas correctoras y compensatorias que pudieran realizarse en el resto del equipamiento deportivo, no se tendrán en cuenta, pues se considera la obra descrita en este proyecto como obra autónoma, tal como se expuso en el Anejo 01 PROGRAMA DE NECESIDADES.

1 ACCIONES SUSCEPTIBLES DE PROVOCAR DAÑO MEDIOAMBIENTAL

Para estudiar la forma en que un proyecto puede incidir sobre el medio circundante, es necesario identificar las acciones generadoras de daños. La identificación de acciones impactantes se ha realizado según las tres fases de vida del proyecto:

Fase de construcción: engloba todas las operaciones necesarias para la ejecución material del proyecto. Son todas aquellas acciones que tienen relación con la obra civil previas a la puesta en servicio.

Fase de funcionamiento: comprende las acciones y operaciones propias de la puesta en servicio de la infraestructura. Estas operaciones son muy variables dependiendo de la finalidad con que se realice el proyecto en cuestión.

Fase de abandono: engloba las operaciones necesarias, si las hay, para que tras la vida útil de las instalaciones, tal y como se había previsto en el proyecto, el área de ubicación quede en condiciones similares a las que existían cuando dio comienzo la construcción del proyecto o en consonancia con la estética paisajística del momento del abandono.

Las acciones del proyecto propuesto susceptibles de producir daños ambientales son las siguientes:

1.1 Fase de construcción

- **Despeje y desbroce:** operaciones previas que se extienden también a las zonas donde se proyecten la apertura de caminos de acceso, acopios, vertederos, etc. El efecto directo de mayor importancia se produce sobre la vegetación y fauna existentes en esas zonas.

- **Obras de excavado y relleno:** se realizan desmontes y terraplenes en los tramos del trazado donde éste discurre por debajo o por encima del nivel del terreno natural. Las excavaciones generan cambios en la geomorfología del entorno, afectando además directa e indirectamente a la vegetación, fauna y paisaje, fundamentalmente. La incidencia visual de los taludes disminuye a medida que las superficies presentan colonización vegetal, posible en función de la pendiente del talud y de las características edáficas del suelo. La superficie de los taludes presentará un fuerte contraste de color y textura con el medio circundante en el momento de finalización de las obras de construcción, contraste que irá disminuyendo a medida que se produzca la colonización por la vegetación. Su ejecución conlleva además un empeoramiento de la situación acústica de la zona.

- **Instalaciones auxiliares:** se consideran los almacenes provisionales de material, edificaciones de obra, casetas del personal, instalaciones de maquinaria, etc. Afectan de manera directa a los elementos del medio natural en las zonas donde se instalen las distintas edificaciones, acopios, etc.

- **Transporte y depósito de materiales, apertura de pistas de acceso y movimiento de maquinaria:** las obras conllevan la apertura de caminos y pistas de acceso a la zona de obras, para el transporte de los materiales, el acceso de la maquinaria y del personal de obra. Las alteraciones más graves se producirán sobre la fauna y vegetación del territorio afectado, además de suponer una alteración paisajística cuya magnitud dependerá de la calidad visual y fragilidad del entorno donde se desarrollen. Por otra parte, el transporte de los materiales producirá un aumento del ruido y de la contaminación atmosférica por inmisión de polvo y otras partículas, que incidirá indirectamente sobre los usos del suelo y la vegetación presente en las zonas aledañas a las pistas.

- **Drenajes:** la alteración de los drenajes naturales del terreno por efecto de la creación de desmontes y terraplenes origina impactos negativos en cuanto a la escorrentía natural de la zona, pudiendo aumentar el riesgo de inundaciones del trazado en determinadas épocas del año. La reposición de los drenajes permite la circulación de las aguas superficiales de escorrentía entre ambos lados de la infraestructura, además de permitir el paso de fauna en función de sus dimensiones, disminuyendo el efecto barrera de la infraestructura existente.

- **Vertido accidental de aceites y gasolinas de la maquinaria y aguas residuales**: acción que se produce como consecuencia del movimiento de maquinaria, derrames de materiales, vertido de las aguas residuales generadas por el personal de la obra, etc. Se consideran de carácter temporal. La repercusión más significativa sobre el medio es la contaminación de los cauces o aguas subterráneas.

- **Alteraciones derivadas de la adquisición de terrenos:** se trata principalmente del cambio de propiedad y uso del suelo que afecta a actividades económicas permanentes, en este caso terrenos dedicados a cultivos. Se trata de los terrenos de ocupación del trazado, de reposición de servidumbres, accesos provisionales y definitivos a la infraestructura, áreas de acopio de materiales, etc.

1.2 Fase de funcionamiento

- **Tráfico de vehículos:** la obra introducirá un nuevo equipamiento deportivo para la ciudad de Sevilla, por lo que, durante los días en los que se celebren eventos deportivos, es posible que aumente el tráfico de la zona.

- **Obras de reparación y mantenimiento:** operaciones de reparación y mantenimiento de la carretera, reparación de firmes, limpieza de los drenajes, mantenimiento, etc.

1.3 Fase de abandono

Al tratarse de una infraestructura deportiva única, no se tiene previsto su abandono ya que mediante las oportunas obras de acondicionamiento, reparación y mantenimiento se irá adecuando a las necesidades de cada momento.

2 VALORACIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES

En los capítulos precedentes se ha descrito la obra proyectada, se han identificado las acciones y elementos del proyecto susceptibles de generar daños ambientales y se ha analizado el medio soporte de intervención. En este capítulo se identifican los factores del medio susceptibles de verse afectados por la ejecución del proyecto y se identifican y evalúan dichas afecciones.

Con carácter general, la incidencia sobre el medio derivada de cualquier actividad responde a una triple vertiente:

- Fenómenos de ocupación de suelo y/o alteración de sus atributos constitutivos.

- Forma de utilización y grado de transformación de los recursos naturales que se incorporan al proceso.

- Elementos residuales de proceso y/o productos transformados que se vierten al medio como receptor final.

La identificación y valoración de estas alteraciones viene condicionada de manera directa por las cualidades del medio en relación con la actuación que se proyecta, atendiendo a la interacción entre las acciones del proyecto y los aspectos ambientales afectados.

Dada la gran cantidad de métodos de clasificación de impacto existentes en la actualidad y la inexistencia de un criterio unificado para su realización y extracción de conclusiones, se opta por la elaboración de matrices que reflejen lo que se ha expresado anteriormente y caractericen adecuadamente el impacto, de acuerdo con lo especificado en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, según la cual "[...] Se distinguirán los efectos positivos de los negativos; los temporales de los permanentes; los simples de los acumulativos y sinérgicos; los directos de los indirectos; los reversibles de los irreversibles; los recuperables de los irrecuperables; los periódicos de los de aparición irregular; los continuos de los discontinuos. [...]"

Globalizando los criterios anteriores y conocidos los tipos de impacto y sus características más significativas, se puede realizar la valoración cuantitativa del impacto propiamente dicha. La expresión de tal valoración, aunque sólo aplicable a impactos claramente ecológicos, se ha concentrado en la siguiente escala:

- **Impacto compatible (c):** aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa medidas protectoras o correctoras.

- **Impacto moderado (m)**: aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas y en el que la consecuencia de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

- **Impacto severo (s)**: aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras y en el que, aún con estas medidas, la recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

- **Impacto crítico (C)**: aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable.

2.1 Microclima

Los cambios microclimáticos vienen determinados por el cambio de situación de los taludes creados con respecto a la recepción de la radiación solar. En algunos tramos, la incidencia de dicha radiación varía, ya que zonas de umbría se convierten en zonas de solana y viceversa, en función de cómo se haya modificado su orientación, fundamentalmente norte-sur.

Este efecto se produce cuando existen fuertes desmontes o terraplenes y, además, la carretera discurre en trinchera o a una cota superior a la del terreno original. El cambio en la orientación de los taludes provoca diferencias significativas de insolación y, consecuentemente de temperatura, que afectan a la composición vegetal e, indirectamente, a la fauna al variar el biotopo En general, el microclima del área estudiada sufrirá modificaciones mínimas por las obras proyectadas, ya que no se afectan significativamente las variables que controlan este factor; así, no se prevé modificar la exposición de la zona, ni la estructura topográfica básica del ámbito afectado, régimen de vientos locales, etc. Por lo tanto se considera un impacto de muy baja magnitud, temporal y parcialmente reversible a corto plazo. IMPACTO COMPATIBLE.

2.2 Calidad del aire

El aire sufrirá distintos impactos según la fase del proyecto que se considere. Durante la fase de construcción la calidad del aire se resentirá por el levantamiento de polvo relacionado con los movimientos de tierra y manipulación de productos pulverulentos.

Estas emisiones serán sobre todo perceptibles en los momentos de viento, ya que durante las calmas se depositará en las inmediaciones del foco emisor. En estas circunstancias, el área afectada dependerá de la dirección y velocidad del viento, pero dadas las proporciones de las obras previstas, se estima que las emisiones de polvo serán imperceptibles a 100 m de la obra. Por otra parte, estas emisiones de polvo serán temporales, desapareciendo cuando finalicen las obras.

Los mayores impactos en este sentido son de carácter temporal y se producen durante la fase de construcción tanto en las actividades constructivas propiamente dichas como en las inducidas, excavaciones, movimientos de tierras, carga, acopio de áridos, movimiento de maquinaria, hormigonado, etc. lo que provoca la emisión de una serie de partículas en suspensión que alteran la calidad del aire.

En esta fase también se producirán emisiones de gases procedentes de la oxidación de los combustibles utilizados en los motores de la maquinaria de obra y vehículos de transporte. La ventilación del área y el número máximo de vehículos movilizables hacen prever que con seguridad no se superarán las concentraciones de estos gases en el aire fijados en la legislación vigente.

Cabe destacar que resulta factible la aplicación de medidas preventivas en lo que respecta al diseño del plan de obra y disminución de la emisión de polvo, por lo que se ha de considerar un impacto de baja magnitud, temporal y reversible a corto plazo. IMPACTO COMPATIBLE.

En la fase de funcionamiento las emisiones de polvo serán prácticamente nulas, debiéndose exclusivamente al tránsito de los vehículos y a las obras de mantenimiento y reforma, con lo que la afección en este caso será similar a la situación preoperacional, catalogándose el impacto como IMPACTO COMPATIBLE

2.3 Ruidos y vibraciones

Se prevé un incremento de los niveles sonoros derivado de los distintos frentes de trabajo durante la ejecución de las obras, así como del funcionamiento de motores de combustión interna para el transporte de materiales y personas, que ocasionarán un incremento de los niveles sonoros en el área.

En la propia zona de trabajo podrán alcanzarse puntualmente niveles de 85 db(A), mientras que los niveles sonoros decrecerán al alejarse de la zona debido a la amortiguación que provocan la vegetación, construcciones colindantes y el aire. Se estima que los niveles de emisión para vehículos pesados (> 3,5 t) a 7,5 m de distancia es de 80 dB(A) (OCDE, 1980), similar a niveles habituales en calles con tráfico rodado denso, y que se convierten en niveles de 70-75 dB(A) para distancias de unos 25 m. A este respecto, los valores límites recomendados para ambientes exteriores urbanos son de 65 dB(A) por el día y 55 dB(A) durante la noche, y de 75 dB(A) para ambiente laboral con jornada de 8 horas.

El nivel sonoro nocturno no se verá modificado por las obras ya que éstas se realizarán en horario diurno. Este incremento del nivel sonoro ocasionado por las obras será temporal, ya que se producirá durante la ejecución de las mismas y desaparecerá cuando éstas terminen. Se trata de un impacto negativo de magnitud baja dada la escasa incidencia y la intermitencia del efecto, de aparición inmediata, de carácter temporal, reversible a corto plazo y COMPATIBLE siempre que se lleven a cabo las medidas preventivas propuestas en el apartado correspondiente.

2.4 Hidrología

El impacto del Proyecto sobre la hidrología se considera mínimo. La escorrentía superficial quedará encauzada por las obras de drenaje previstas. Debido a la distancia a la que se encuentran los cauces permanentes de cierta entidad de la zona de obras, se considera que el impacto sobre la hidrología superficial será de baja magnitud, temporal y reversible a corto plazo. IMPACTO COMPATIBLE.

Será necesario no obstante contar con un gestor autorizado de residuos durante la ejecución de la obra para evitar impactos producidos por vertidos incontrolados o una mala gestión de los residuos generados. Durante la fase de explotación los niveles de contaminación serán similares a la situación preoperacional.

La calidad de las aguas subterráneas podría verse afectada en caso de producirse vertidos incontrolados o accidentales de residuos contaminantes durante las obras, lo que podrá afectar a la calidad de las aguas subterráneas. Por lo tanto, la infiltración de sustancias contaminantes puede ser muy efectiva y significar un impacto alto, dada la fragilidad de los

mantos acuíferos, en los que las alteraciones se revelan de gran persistencia y difícil recuperación, debido a que sus mecanismos de depuración funcionan a escala geológica, por lo que puede considerarse un impacto permanente, para el que las medidas correctoras resultan de difícil aplicación.

Dado que las acciones del proyecto con relación a este factor no son de gran magnitud y que se pueden aplicar medidas preventivas para que no se produzca vertido alguno al suelo previniendo así la contaminación edáfica y de aguas subterráneas, se considera el IMPACTO COMPATIBLE.

2.5 Edafología

Durante la fase de construcción hay impactos directos sobre el suelo, en primer lugar por destrucción directa del mismo y en segundo lugar por compactación del suelo (paso de maquinaria). Este impacto se puede catalogar como negativo, de aparición inmediata, permanente, de magnitud baja y con posible aplicación de medidas preventivas y correctoras, por lo que resulta un IMPACTO COMPATIBLE.

En cuanto al empleo de vertederos, se utilizarán explotaciones ya existentes y se evitará producir un nuevo impacto. Los vertederos de inertes a emplear deberán contar con la preceptiva autorización autonómica. La eventual realización de vertidos incontrolados de residuos procedentes de las obras podrá ocasionar la contaminación del suelo y por lo tanto la pérdida de sus características productivas, será el paso previo a la contaminación de las aguas subterráneas ya descrito anteriormente. De no llevarse a cabo dichos vertidos de forma adecuada, el impacto sería de magnitud alta. Sin embargo, debido a las medidas preventivas a adoptar en materia de residuos y dada la baja probabilidad de ocurrencia se considera el impacto bajo, temporal, parcialmente reversible, de aparición inmediata y que admite medidas preventivas se considera el IMPACTO COMPATIBLE.

2.6 Geomorfología – geología

La morfología general del área no se verá afectada por las obras previstas, si bien, sí existirá una modificación de detalle debido a los movimientos de tierras y explanaciones necesarias para adecuar las rasantes del terreno y favorecer el drenaje del área.

Los terraplenes, desmontes y la estructura proyectada provocarán un cambio en la geomorfología de la zona y un cambio de usos del suelo.

El impacto producido sobre la geomorfología será negativo, inmediato, permanente y de magnitud baja, por lo que resulta un IMPACTO COMPATIBLE.

2.7 Paisaje

Es en la fase de construcción de la infraestructura cuando el paisaje sufrirá los mayores impactos debido sobre todo a los movimientos de tierra y presencia de maquinaria, instalaciones auxiliares, etc.

La capacidad de absorción visual, es decir la aptitud para admitir cambios sin disminuir su capacidad visual en la zona es alta debido a que el mosaico formado por los usos tradicionales del suelo integra elementos naturales y actividades humanas que disminuyen su fragilidad visual. Por tanto el impacto en la puesta en servicio se trata de un impacto negativo, de magnitud media, temporal y parcialmente reversible pudiendo catalogarse como IMPACTO COMPATIBLE.

Durante la fase de construcción se producen alteraciones en el paisaje en dos sentidos:

- **Presencia de nuevas instalaciones temporales y maquinaria de obra**: De una parte, la presencia de los elementos necesarios para la construcción, es decir, maquinaria pesada, plantas de tratamiento de materiales, vehículos de transporte, edificaciones diversas, etc., así como el funcionamiento de los mismos, (generación de polvo, tránsito frecuente, aparición de residuos) suponen una alteración, aunque temporal, de fuerte incidencia visual y que afectan drásticamente a la calidad del paisaje. Se trata de un impacto negativo, de magnitud media, temporal y reversible pudiendo catalogarse como IMPACTO COMPATIBLE. Las medidas correctoras durante la ejecución no son necesarias dada la baja incidencia. No obstante, una vez finalizadas las obras y para evitar que este impacto temporal se convierta en residual y permanente en la fase de explotación, deberán desmantelarse todas las instalaciones que fueron necesarias en su momento.

- **Desbroce del terreno y movimientos de tierras**: De otro lado, se considera la eliminación de la vegetación existente y modificación de la geomorfología, en unos casos de forma temporal, como son los acopios de materiales, obras de desvío, etc. La cuantificación del impacto paisajístico generado viene dada por la presencia de espectadores que perciban las modificaciones introducidas. Por lo tanto, desde el punto de vista de la incidencia de los elementos construidos, de acuerdo a sus propias características y a las del medio que lo acoge y su reversibilidad, el impacto será negativo, de aparición inmediata, temporal y de magnitud baja, por lo que resulta un IMPACTO COMPATIBLE.

2.8 Espacios naturales protegidos

La zona de ejecución del proyecto no afectará a ningún espacio protegido por lo que no se producirá ningún impacto directo sobre los mismos. Los posibles impactos indirectos debidos a la contaminación de aguas subterráneas por vertidos accidentales u otros daños de tipo accidental se consideran muy improbables y evitables con las medidas preventivas propuestas. El impacto se puede calificar de COMPATIBLE.

2.9 Vías pecuarias

La red de vías pecuarias próxima al área de ejecución del proyecto no se verá afectada. Tal como se indicó en el Anejo 05 ANÁLISIS AMBIENTAL Y TERRITORIAL, se tomaron las debidas precauciones al delimitar la parcela que ocupará el circuito.

2.10 Flora

La eliminación de la vegetación de superficie situada en la zona que ocupa la obra no provoca un impacto ambiental significativo, por tratarse de zonas de cultivo y carecer totalmente de espacios de vegetación natural. Este impacto se puede catalogar como negativo, de aparición inmediata, permanente, de magnitud baja y con posible aplicación de medidas preventivas y correctoras, por lo que resulta un IMPACTO COMPATIBLE.

2.11 Fauna

Los impactos sobre la fauna se producirán, principalmente, durante la fase de construcción. Al inicio de la ejecución del proyecto el incremento de tránsito en la zona, tanto de personas como de maquinaria, provocará un aumento de los ruidos y de movimiento en la zona que pueden causar cierto nerviosismo en la vida de la fauna allí existente, siempre de manera temporal.

El impacto sobre la fauna presente puede calificarse como temporal, reversible y de magnitud media, considerándose como IMPACTO COMPATIBLE.

Durante la fase de funcionamiento de la infraestructura la situación será similar a la preoperacional, con lo que no se considera la existencia de ningún impacto significativo, catalogándose el impacto como IMPACTO COMPATIBLE.

2.12 Patrimonio arqueológico y arquitectónico

Al no existir ningún yacimiento arqueológico catalogado en la zona de ejecución del proyecto, ni encontrarse en las proximidades ningún monumento arquitectónico, no se prevé que el desarrollo de la obra pueda causar una posible repercusión en el Patrimonio Histórico. Por tanto este factor no sufre ninguna afección.

2.13 Medio socioeconómico

El medio social es, en definitiva, el que va a recibir los efectos positivos definidos por los objetivos del proyecto. Para facilitar el análisis de estos impactos, se han distinguido los siguientes factores: población, sistema territorial (población, usos del suelo e infraestructura) y actividad económica.

- **Población**: la realización del proyecto sobre los terrenos afectados implicaría la modificación de la propiedad del suelo. Las condiciones de seguridad de la zona sí pueden verse afectadas durante la fase de construcción por la presencia de obras y tránsito de maquinaria y vehículos. Se trata de un impacto negativo, de carácter temporal, reversibles y requieren medidas correctoras. Resultaría, por tanto, un conjunto de IMPACTOS COMPATIBLES. En cambio durante la fase de funcionamiento, supondrá el beneficio para los usuarios. Se trata de un impacto positivo de carácter permanente, lo que lo convierte en un IMPACTO POSITIVO.

  La realización del proyecto aporta además como factor positivo la generación de empleo directo. La mano de obra podría ser absorbida por la población activa local en paro. Además las obras de mantenimiento y reforma también generarán empleo temporal, pero en menor magnitud que durante la fase de construcción. Resultaría un IMPACTO POSITIVO, de magnitud media y ligada al tiempo que permanezcan las obras en construcción. El efecto de aparición sería a corto y a largo plazo.

  Durante la fase constructiva, se producirán ciertas molestias a la población cercana por aumento del ruido y vibraciones a causa del tránsito de maquinaria pesada y por el incremento de humos, polvo y contaminantes atmosféricos en la zona. Se trata de impactos negativos, de carácter temporal, reversibles y requieren medidas correctoras. Todo esto nos lleva a catalogarlos como IMPACTOS COMPATIBLES.

- **Sistema territorial**: el impacto en este sentido no es negativo, pues no afecta a otras entidades territoriales gravemente. Por la repercusión económica y social que se espera del proyecto, y dada su ubicación adecuada, éste se considera un IMPACTO POSITIVO.

- **Actividad económica**: se producirá un incremento de la demanda de servicios durante el período de construcción, con el consiguiente incremento de las rentas generadas por este sector de actividad. IMPACTO POSITIVO Y TEMPORAL.

2.14 Resumen de impactos

En la siguiente tabla se resume la identificación de los impactos ambientales en relación con las acciones del proyecto:

IMPACTO	ACCIONES DEL PROYECTO			
	PRESENCIA DE MAQUINARIA PESADA	MOVIMIENTOS DE MATERIALES	DESTRUCCIÓN DE LA VEGETACIÓN PREEXISTENTE	OCUPACIÓN DEL TERRENO
Alteración del microclima			X	X
Aumento de la contaminación atmosférica	X	X		
Aumento de la contaminación acústica	X	X	X	X
Alteración de la Geología y Edafología	X	X		X
Alteración del medio hidrológico		X	X	X
Alteración del paisaje		X	X	X
Alteración de la fauna			X	X
Alteración de la flora			X	X
Alteración de espacios protegidos	-	-	-	-
Alteración del patrimonio cultural	-	-	-	-
Alteración del medio socioeconómico				X

3 Resumen de Valoraciones de los Impactos

En la siguiente tabla se resumen las valoraciones de los impactos ambientales en relación con las acciones del proyecto:

IMPACTOS	CARACTERIZACIÓN						
	SIGNO	REVERSIBILIDAD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	CERTEZA	MAGNITUD	SIGNIFICADO
Alteración del microclima	-	1	1	1	3	1	Compatible
Aumento de la contaminación atmosférica	-	1	2	2	1	1	Compatible
Aumento de la contaminación acústica	-	1	2	2	1	1	Compatible
Alteración de la Geología y Edafología	-	2	1	1	1	1	Compatible
Alteración del medio hidrológico	-	2	1	1	3	1	Compatible
Alteración del paisaje	-	2	1	3	1	1	Compatible
Alteración de la fauna	-	2	1	1	1	2	Compatible
Alteración de la flora	-	1	1	2	1	1	Compatible
Alteración de Espacios Protegidos	•	•	•	•	3	•	Inexistente
Alteración del patrimonio cultural*	•	•	•	•	3	•	Inexistente
Alteración del medio socioeconómico	+	1	1	3	1	2	Compatible

La inexistencia en la zona de proyecto de bienes patrimoniales conocidos no exime de la puesta en conocimiento al

organismo provincial competente en caso de detectarse algún elemento presuntamente cultural durante el periodo de obras. Dado que el impacto es inexistente para estos aspectos, no es posible caracterizarlos.

CÓDIGOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

SIGNO	+ Positivo
	- Negativo
REVERSIBILIDAD	1 Reversible
	2 Parcialmente reversible
	3 Irreversible
EXTENSIÓN	1 Local
	2 Parcial
	3 Total
DURACIÓN	1 Corto Plazo
	2 Medio plazo
	3 Largo plazo
CERTEZA	1 Cierto
	2 Probable
	3 Improbable
MAGNITUD	1 Leve
	2 Medio
	3 Grave

4 RECOMENDACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Respondiendo a la finalidad del presente estudio, se han elaborado una serie de medidas preventivas y correctoras de los impactos generados, orientadas a minimizar los aspectos negativos derivados del proyecto y sus acciones.

Con estas medidas se trata de actuar en las primeras fases de la generación de impactos con lo cual, además de reducir las consecuencias negativas, se aminorarán los costes de operación y sobre todo los de restauración.

Cabe destacar que del análisis de los impactos se infiere que sobre un mismo factor ambiental pueden incidir varias causas con idénticas consecuencias, las cuales pueden minimizarse con la aplicación de una misma medida correctora. O bien, una sola causa puede incidir sobre varios factores con consecuencias diferentes, pudiéndose corregir con una sola acción minimizadora.

4.1 Protección y conservación de suelos, de la vegetación y de los hábitats singulares

Las medidas proyectadas para la protección y conservación de los suelos y la vegetación consisten en la minimización de la ocupación por el trazado y las operaciones relativas al tratamiento de la tierra vegetal.

4.1.1 Minimización de la afección por la franja de obras

Como primera medida para reducir el impacto introducido por la obra en el entorno, se propone una de carácter preventivo consistente en el jalonado de la franja de obras a la anchura estrictamente necesaria, reduciendo así la superficie afectada.

Así pues se jalonará la franja de obras restringiéndola al ancho de ocupación de la calzada y a los caminos estrictamente necesarios para ejecutar las obras, así como las instalaciones auxiliares protegiendo de este modo las formaciones vegetales y suelos anejos a dicha franja.

Esta técnica preventiva de jalonado y reducción de la franja de obras pretende además:

- Proteger vaguadas interceptadas por las obras.

- Proteger vegetación y fauna.

Para ello se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El jalonamiento se instalará antes del inicio de la actividad de obra y se retirará una vez finalizada.

- El jalonado se efectuará con jalones de acero o madera de 1,50 m de alto cuyo metro superior estará pintado de rojo, entre los que se dispondrá una malla de balizamiento de plástico agujereado de color resaltante (naranja o amarillo). Estos jalones se clavarán en la tierra cada 5 m en el límite de expropiación de forma que queden seguros y visibles.

4.1.2 Recuperación de suelo vegetal

Respecto a los suelos afectados por la propia traza y elementos auxiliares se prescribe su retirada, almacenamiento y reextensión sobre las superficies remodeladas.

Antes de que los suelos vayan a ser ocupados por la nueva vía y por los elementos auxiliares a las obras, se debe extraer la capa de tierra vegetal, que posteriormente se usará para cubrir superficies que necesiten una rápida recolonización vegetal, por haber sido alterada la cubierta que originalmente tenían o por ser superficies de nueva aparición.

Es necesario un manejo cuidadoso de estos suelos debido al elevado número de semillas, pertenecientes a plantas herbáceas propias de la zona, y de microorganismos que poseen, siendo por ello un substrato óptimo para el asentamiento de especies vegetales.

Cabe señalar que el mayor contenido de materia orgánica y elementos nutritivos se encuentra en la capa de tierra vegetal o cobertera, correspondiente al horizonte A, mientras que el resto de los horizontes infrayacentes son más pobres, por lo que la capa de tierra vegetal siempre deberá ser conservada.

Para la recuperación del suelo vegetal se deben atender a dos operaciones distintas antes de su reextendido que son:

1) Retirada y manejo del horizonte A (capa vegetal) y otros horizontes del suelo

2) Almacenamiento de los mismos

En la retirada, manejo de estas capas del suelo y su almacenamiento posterior es importante realizar las siguientes recomendaciones:

- La retirada se realizará de forma que no se pise reiteradamente los sobre suelos no retirados, evitando su compactación.

- Se separará cada una de las capas identificadas (horizonte A o capa vegetal y horizontes subsuperficiales) para que no se diluyan las cualidades de las más fértiles al mezclarse con otras de peores características.

- Se manipulará la tierra cuando está seca o cuando el contenido de humedad sea menor del 75%, evitando siempre los días de lluvia, a fin de prevenir su compactación.

- Siempre que sea posible las labores de retirada del suelo vegetal se simultanearán con el desbroce de vegetación, de manera que la tierra retirada incorpore los restos de la vegetación existente: herbáceas, semillas y pequeñas leñosas.

Según los datos extraídos del Proyecto correspondiente al movimiento de tierras, se ha calculado un volumen de tierra vegetal a extraer de la excavación de 73942.53 m^3.

El almacenamiento debe efectuarse con cuidado para evitar su deterioro por compactación y de esta manera preservar la estructura del suelo, evitar la muerte de microorganismos aerobios, los riesgos de erosión eólica e hídrica, etc. A las

recomendaciones anteriores habrá que añadir las siguientes recomendaciones complementarias:

- Depositar estos materiales en capas delgadas evitando la formación de grandes montones. Su altura, así como el período de tiempo que pueden permanecer acopiados, dependen de la textura del terreno.

- Evitar el paso reiterado de maquinaria sobre los depósitos.

- Se formarán ligeros ahondamientos en la capa superior para evitar el lavado del suelo y la erosión lateral.

- Sólo deben apilarse cuando sea impracticable una restauración simultánea y progresiva del terreno que permita transferirlas, continuamente, desde su posición original a su nuevo emplazamiento. Este tipo de restauración, realizada de una forma simultánea a la retirada de la capa vegetal de su posición original, es beneficiosa tanto desde un punto de vista económico como biológico, ya que por un lado evita el incremento del presupuesto que supone mover dos veces el mismo material, y por otro reduce el riesgo de deterioro de las propiedades edáficas.

- En caso de almacenamiento, los materiales deben ser protegidos del viento, de la erosión hídrica y de la compactación.

- El acopio de suelo deberá realizarse a lo largo de la traza en caso de no efectuarse el reextendido simultáneo de forma que sea inmediato el reextendido sobre los taludes, o en su defecto en la zona prevista para la implantación de las instalaciones auxiliares de obra.

- Si los montones acopiados no son utilizados para la reconstrucción del suelo en un periodo corto de tiempo (menos de 6 meses) se deberá sembrar dicha superficie con una mezcla de semillas, mayoritariamente leguminosas (se recomienda la veza: Vicia villosa), abonar y añadir turba o mulch de paja de heno y abono orgánico para mantener la estructura del suelo en los montones, evitar cambios adversos en la fertilidad, compensar las pérdidas de materia orgánica, crear un tapiz vegetal que aporte unas condiciones que permitan la subsistencia de la microfauna y microflora originales y protegerlos contra la erosión.

Las superficies sobre las que se deberá aportar un espesor suficiente de tierra vegetal son los taludes de desmonte y terraplén así como el área acondicionada para instalaciones auxiliares. En general, el aporte y extensión se llevará a cabo por métodos convencionales, es decir mediante retroexcavadoras y posterior redistribución manual.

Una vez extendida la tierra vegetal debe evitarse el paso de maquinaria pesada por esas zonas, para evitar una nueva compactación del terreno. En las zonas en que sea inevitable, se deberá rastrillar o dar una labor somera al suelo para dejarlo de nuevo en condiciones para actuar.

Conviene que esta operación se ejecute inmediatamente antes de la realización de las siembras o hidrosiembras, a fin de evitar pérdidas de la tierra vegetal o su acarcavamiento.

4.2 Protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas

En el diseño del drenaje únicamente se han proyectado obras que dan paso al agua por debajo de la infraestructura permitiendo la continuidad de las cuencas interceptadas, evitando siempre el desvío de las cuencas.

La sección de éstos se ha calculado para garantizar la evacuación de caudales según se desprende del anejo de drenaje. Como medidas para la protección del sistema hidrológico se definen además las siguientes:

- Se prescribe la prohibición de vertidos de residuos sólidos y líquidos directamente a los cauces o a zonas desde las cuales pudiera verse alterada la calidad del agua por escorrentía.

Para ello ha de ejercerse un control de los vertidos de materiales, lubricantes y combustibles para evitar que sean arrojados a ríos o arroyos, lo que podría provocar la contaminación de cursos de agua con efectos negativos sobre la fauna de medios acuáticos, incluso de zonas alejadas del Proyecto. Todo tipo de residuos deberán ser almacenados y tratados por empresa especializada y autorizada en este tipo de desechos. Estos aspectos se definirán en un Plan de Gestión de Residuos a elaborar por el Contratista.

- Durante la fase de obra la ubicación de elementos auxiliares ha de ajustarse a las zonas definidas para tal fin en este documento, habiendo evitado su localización en las inmediaciones de los cauces y en zonas que, a pesar de estar alejadas de los cursos fluviales, pudieran incidir en el mismo por escorrentía o por erosión.

- Se contemplarán asimismo medidas para reducir la generación de polvo en suspensión y deposición de los mismos utilizando únicamente agua como agente reductor.

- Se planificarán los movimientos de maquinaria (que han de ajustarse al Plan de Rutas) de manera que no se produzcan cruces continuos de arroyos, a no ser por caminos o carreteras que elimine el riesgo de accidente.

A este respecto, a la hora de localizar la ubicación de elementos auxiliares, se ha atendido a la colindancia con el trazado de forma que sea directo el acceso desde la zona de obras y ajeno a ríos y arroyos.

Se ha considerado además la no proximidad de los cauces o zonas que, a pesar de estar alejadas de los cursos fluviales, pudieran incidir en el mismo por escorrentía o por erosión.

Las zonas de parques de maquinaria y las instalaciones potencialmente contaminantes (zonas de repostaje, lavado, cambio de aceite y lubricantes, etc.) se han ubicado también fuera del área de influencia de los cursos fluviales quedando colindante al trazado según se refleja en los planos de plantas generales de Análisis Ambiental.

La protección del sistema hidrológico requerirá además una serie de medidas concretas a implantar para el correcto desarrollo de las actividades de obra. Estas medidas se detallan en los siguientes apartados.

4.2.1 Zonas de engrase, reparaciones o repostaje

Para evitar que un mayor volumen de agua deba ser tratado por contaminación con combustibles, aceites, etc. se acondicionarán una zona específica para cambios de aceite, engrase o reparaciones que impliquen un posible vertido de estos elementos contaminantes. Deberá estar impermeabilizada y disponer de una zona de recogida.

Esta zona impermeabilizada deberá construirse con pendientes hacia el centro de la misma que permitan recoger y almacenar el posible vertido accidental del aceite o grasa. En condiciones normales estos líquidos se recogerán directamente en bidones que gestionarán empresas autorizadas. Solo en caso de accidente tendrá utilidad dicha zona. Al finalizar su cometido o en caso de accidente deberá procederse a la recogida de los líquidos depositados para su gestión.

Dada la posibilidad de recoger agua de lluvia ésta deberá ser recogida para tratar como sustancia tóxica siempre que no se demuestren que está en condiciones de ser vertida al exterior.

Las pendientes hacia el interior de la losa del lado más largo deberán ser del 4%.

Dispondrá de una zanja central con capacidad de 200 l, volumen de un bidón de aceite que pueda derramarse por accidente durante su manipulación.

4.2.2 Plan de gestión de residuos

Para este punto se hace referencia al Anejo 16 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.

4.3 Prevención de la contaminación atmosférica

Las actividades asociadas a las obras de construcción de una carretera implican varios tipos de molestias para las poblaciones próximas relacionadas con efectos sobre la atmósfera. Estas molestias son de muy variada naturaleza, pudiéndose destacar las debidas al ruido de los vehículos y maquinaria utilizadas en obra, las debidas a emisiones de polvo de la obra y de gases de combustión y maquinaria, las debidas al aumento de tráfico pesado.

Las medidas preventivas que se proponen para reducir estos efectos incluyen:

- La maquinaria de obra ha de estar homologada según el R.D. 212/2002 de 22 de febrero, que regula los niveles de emisión de ruidos de la maquinaria de obra. Se aplicarán las medidas pertinentes de mantenimiento de la maquinaria, haciendo especial incidencia en el empleo de silenciadores, utilización de revestimientos elásticos en tolvas y cajas de volquetes y el paso por la Inspección Técnica de Vehículos en los plazos reglamentarios, a la maquinaria que lo precise (>25 km/h).

- Se realizarán las revisiones y labores de mantenimiento en la maquinaria de obra para asegurar una emisión de ruido dentro de los niveles aceptables. Asimismo, se limitará la velocidad de los vehículos y se señalizará adecuadamente la zona de obras.

- Los trabajos se planificarán de forma que se eviten los trabajos nocturnos.

- Los movimientos de tierras y la circulación de vehículos y maquinaria sobre superficies sin pavimentar dan lugar a la generación de polvo y partículas con el consiguiente deterioro de la calidad del aire.

Este efecto está relacionado con la humedad del suelo, aumentando su intensidad al disminuir ésta, por lo que se recomienda regar los accesos a la zona de obras y los viales de circulación de maquinaria pesada, de forma periódica, para evitar la emisión de polvo y sólidos en suspensión que podrían afectar a personas, vegetación y cultivos circundantes.

La época y frecuencia de los riegos se determinará por la Dirección Ambiental de Obra, en función de las inclemencias meteorológicas existentes pero como media se realizarán dos riegos diarios durante los periodos secos (a las 10.00 h y a las 15.00 h, por ejemplo) y uno diario en la época más húmeda siempre y cuando no existan precipitaciones (desde el 1 de octubre al 30 de abril).

Los riegos se realizarán empleando camiones cisterna, los cuales efectuarán riegos de 2,5 l/m2. Estos riegos se intensificarán en épocas de calor o de recolección de productos agrícolas.

- Se cubrirá con una malla adecuada la caja de los camiones en tránsito que transporten cualquier tipo de "tierras", para evitar la emisión de partículas de polvo, especialmente cuando circulen por las carreteras de la zona fuera del área de obras.

- Con el objeto de minimizar la generación de polvo en los acopios de materiales, ya sean excedentes o acopios de tierra vegetal, así como de las operaciones de puesta en obra de estos materiales, se procederá a su humidificación en las épocas de mayor generación de viento, o cuando por cualquier otra circunstancia sea aconsejable realizar esta operación. Esta humidificación puede utilizarse para disminuir las emisiones de polvo de los camiones que circulen por el interior de la obra, evitando de esta manera la necesidad de utilizar malla. Para ello se mojarían los materiales que transportan una vez que han sido cargados en la máquina.

- Las emisiones de gases y partículas de la maquinaria de obra (partículas en suspensión, SO2, NOx, CO, etc.) se encontrarán dentro de los límites legalmente establecidos, para lo que se realizarán las inspecciones reglamentarias y se controlará el adecuado mantenimiento de los sistemas incorporados a las máquinas para limitar las emisiones. Será de obligado cumplimiento lo reglamentado sobre la Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.) establecido por la Dirección General de Tráfico, cuidando de no sobrepasar en ningún caso la fecha límite establecida para cada vehículo. Esto se hará en cumplimiento de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y del Real Decreto 711/2006, de 9 de junio. Será necesario realizar un archivo con las fechas en las que cada vehículo debe cumplimentar la I.T.V., lo que permitirá realizar un seguimiento de los vehículos.

- Previamente, mediante la selección de maquinaria con características ambientales favorables, se establece el primer control sobre las emisiones de la maquinaria de obra.

- Así mismo es aconsejable efectuar riegos periódicos sobre la vegetación arbórea próxima a la obra, en especial en épocas de estío, que eviten la obturación de los estomas por la acumulación de polvo evitando las horas de más calor (se realizará esta operación durante las primeras o últimas horas del día).

4.4 Protección contra el ruido

Por los posibles daños que durante el periodo de construcción se pudiera causar a la población se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Respetar las ordenanzas municipales, provinciales y estatales para la preservación de las condiciones sonoras.

- Seleccionar la maquinaria teniendo en cuenta el ruido emitido. Utilizar exclusivamente maquinaria que cumpla la normativa vigente relativa a la limitación de los niveles de potencia sonora.

- Disponer de revestimientos elásticos en tolvas y volquetes.

- Exigir un mantenimiento correcto de la maquinaria, en especial de los sistemas de insonorización, y evitar la realización de ruidos innecesarios.

- La limitación de velocidad a la maquinaria expuesta es asimismo una medida de prevención de ruido.

- Se evitará en la medida de lo posible la producción de ruido mediante la limitación del horario, la velocidad y la frecuencia del tráfico de obra.

- Las actividades más ruidosas se evitarán en los meses de primavera en los que las especies son más vulnerables.

4.5 Medidas de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra

Como medida de restauración de la zona afectada se plantea el tratamiento vegetal de las superficies generadas por la obra, así como la integración de la infraestructura del entorno evitando problemas de erosión mediante la estabilización del terreno.

Se ha elegido el método de la hidrosiembra por ser la solución más viable para aportar de forma rápida una mínima cobertura vegetal a las superficies en pendiente. El objetivo de la hidrosiembra es servir de freno a los procesos de erosión en zonas que, como resultado del proceso constructivo, se encuentran sin vegetación o que no reúnen las condiciones adecuadas para la implantación a corto plazo de vegetación natural. La hidrosiembra tiene una función colonizadora, sujetando las superficies con el entramado de raíces y tallos de las especies que la componen, creando de esta forma una capa de soporte que progresivamente ser irá enriqueciendo de materia orgánica, hasta formar un suelo adecuado para la implantación natural de la vegetación de la zona.

Se cuenta también con el extendido de la tierra vegetal retirada al principio de las obras: extendido que se realizará de forma previa a los distintos tratamientos, sobre las superficies descubiertas de vegetación con pendientes inferiores a 45º, en capas 30 cm en taludes y desmontes.

La composición de los taludes de la obra constará de materiales de granulometrías diversas, lo que supone un sustrato, a priori, bastante improductivo, que dificultará la implantación natural de la vegetación.

El tratamiento consistirá en una hidrosiembra sobre las superficies dedesmontes y terraplenes inmediatamente después de su ejecución, para evitar su acarcavamiento, y se aplicará sobre todas las superficies independientemente del entorno en el que se ubiquen.

Aporte de tierra vegetal obtenida de la propia obra: se realizará un aporte de tierra vegetal con un espesor de 30 cm, sobre las superficies con pendiente inferior a 45º. Se utilizará una fórmula de hidrosiembra (F-1) compuesta por especies herbáceas permitiendo que la superficie quede revegetada y se integre perfectamente en el entorno.

Se emplearán especies con distinta velocidad de germinación de forma que desde el primer momento comience la revegetación del talud con especies gramíneas anuales y bianuales, viéndose complementada con el paso del tiempo con las especies perennes de implantación más lenta pero con mayor capacidad de permanencia.

5 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El objeto del presente programa es el seguimiento de los impactos identificados sobre el medio, así como el control y seguimiento de las medidas protectoras, correctoras y compensatorias diseñadas.

Como consideraciones generales, se plantea que el Programa de Vigilancia se centre en:

- Comprobar la correcta ejecución de las medidas preventivas y/o correctoras previstas en el presente Anejo.

- Determinar las afecciones de la obra al medio.

- Comprobar la eficacia de dichas medidas. Si esta eficacia es insuficiente, determinar las causas y desarrollar medidas complementarias.

- Detectar afecciones no previstas y articular las medidas necesarias para evitarlas o corregirlas.

Debido a que los impactos previstos tienen lugar únicamente en fase de obra, será esta fase en la que se desarrolle el Plan de Vigilancia Ambiental. El plan de vigilancia ambiental se basará en el estudio de determinados indicadores, que permitirán cuantificar tanto la ejecución de las medidas correctoras como su eficacia. Estos indicadores se presentan a continuación:

5.1 Presencia de polvo

Se realizará una inspección visual de los niveles de polvo en distintos puntos de la obra, especialmente en:

- Las zonas de acopio y los puntos donde se estén realizando movimientos de tierra.

- Los núcleos urbanos por los que se transporten áridos.

- La frecuencia del control será diaria durante el periodo seco.

En caso de que se detecten niveles elevados de polvo, se intensificará el regado de las zonas polvorientas y se aplicarán las medidas correctoras previstas.

5.2 Reglaje de los motores

Se realizará un control bimensual del reglaje de los motores y de los elementos silenciadores de la maquinaria. Se facilitará al Director de Obra un informe con los resultados de dicho control.

5.3 Gestión de aceites usados

Se realizará una comprobación semestral de la documentación generada en la gestión de estos residuos, de acuerdo con lo que se establezca en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

5.4 Gestión de áridos

Se realizará una comprobación semestral de la documentación generada en la gestión de estos residuos, de acuerdo con lo que se establezca en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

5.5 Presencia de residuos no gestionados adecuadamente

Se realizará una inspección mensual de la obra para comprobar la inexistencia de vertidos incontrolados de residuos tales como lechadas de cemento, aceites o carburantes. En el caso de detectarse, serán retirados y gestionados de acuerdo con la normativa vigente, incluyendo los suelos contaminados.

5.6 Seguimiento del ruido

Durante el periodo de obras se realizarán comprobaciones mensuales de la correcta ejecución de las medidas para evitar el ruido.

5.7 Seguimiento del patrimonio

Si durante el movimiento de tierras se detectase algún elemento de índole patrimonial, inmediatamente se deberá poner en conocimiento del organismo provincial competente y cesar la obras en ese punto hasta su examen por técnicos competentes en la materia, siguiendo las instrucciones marcadas por dicho organismo.

5.8 Seguimiento de la restauración de la cubierta vegetal

Se vigilará el cumplimiento de estas medidas durante todas sus fases:

a) Operaciones previas

Se comprobará que los terrenos a revegetar se encuentran en condiciones adecuadas. Se realizará un seguimiento periódico del estado de los taludes para prevenir lo antes posible los procesos erosivos. Antes de proceder al extendido de tierra vegetal se comprobará que los taludes han sido modelados según lo indicado en el proyecto constructivo, y que los terrenos que hayan podido sufrir compactación han sido correctamente descompactados.

b) Gestión de tierra vegetal

Las medidas mínimas que hay que tomar para evitar la destrucción de la parte edáfica y la compactación del suelo son las siguientes:

- Recuperación de la capa edáfica y amontonamiento, para evitar su necesidad posterior, cuando se vayan a acometer las prácticas de revegetación de taludes. El suelo se ha de retirar de forma selectiva siempre que tenga una profundidad superior a 30 cm, a no ser que el director de obra decida lo contrario.

- Control de la calidad de la tierra vegetal. Se analizarán parámetros tales como el pH, la textura, la presencia de elementos gruesos, etc. En el caso de que se superen los valores críticos que se establezcan en el proyecto constructivo, la tongada analizada se retirará a vertedero.

- Ejecución de los caballones, comprobando que no superan la altura permitida y que no sufren el paso reiterado de la maquinaria sobre ellos.

- Tratamiento de los acopios. Se comprobará el mantenimiento de los acopios mediante escarificado, abonado, siembra, etc.

- Redistribución de la tierra vegetal una vez finalizados los movimientos de tierra en desmontes y terraplenes. Se comprobará que se ha extendido el espesor mínimo establecido en el proyecto constructivo.

c) Hidrosiembras

La ejecución y eficacia de esta medida se controlará en tres fases:

- Antes de su ejecución se comprobará la calidad de los elementos de la hidrosiembra, especialmente en lo que se refiere a la composición y estado de las semillas. En caso de que se encuentre alguna disconformidad, los materiales serán retirados.
- Durante su ejecución se comprobará que las condiciones climáticas son las adecuadas, que la técnica de hidrosiembra se ajusta a lo indicado en el proyecto constructivo y que se han tratado todas las superficies que se deben tratar.
- Después de su ejecución se realizarán controles de nascencia y germinación. En las zonas donde la cubierta vegetal no se desarrolle adecuadamente se realizarán las resiembras o riegos suplementarios que se considere necesario.

6 CONCLUSIONES: VIABILIDAD AMBIENTAL

Según la identificación y valoración de impactos realizada, podemos concluir que todos los impactos derivados de la ejecución del proyecto son compatibles con el medio en el que se ubica. Las afecciones previstas serán leves y las medidas preventivas y correctoras propuestas tienen como objetivo lograr una integración adecuada y respetuosa con el entorno.

La acción correctora más importante es la restauración de la cubierta vegetal en superficies neoformadas mediante una revegetación coherente utilizando especies autóctonas para la revegetación (hidrosiembra).

Es esencial la aplicación correcta de las medidas preventivas orientadas a la anticipación de impactos graves como la contaminación del suelo o de aguas subterráneas por vertidos accidentales de sustancias tóxicas.

No se prevén impactos ambientales de gravedad por lo que se considera la actuación **AMBIENTALMENTE VIABLE** en el supuesto de la correcta aplicación y evolución de las medidas preventivas y correctoras recomendadas.

ANEJO 14
PLAN DE OBRA

1 INTRODUCCIÓN

En los Anejos anteriores se han descrito el Circuito, los aspectos más significativos de su diseño y los elementos constituyentes de la obra necesaria para llevarlo a cabo. En este Anejo y los sucesivos, se pretende abordar la descripción de dichas obras, dando por concluidos los aspectos más técnicos del diseño adoptado y pasando a evaluar otros componentes fundamentales como la duración o el importe de las mismas. Este documento se centra en conocer la organización temporal de las obras, lo que permitirá estimar dicha duración.

El Plan de Obra es la ordenación en el tiempo de las actividades necesarias para llevar a cabo una obra, teniendo en cuenta las relaciones entre ellas, los recursos disponibles y el presupuesto.

Hay que tener presente que este tipo de documentos están afectados por numerosas variables, que pueden provocar modificaciones en las previsiones consideradas, por cambio de las condiciones de trabajo por numerosas razones: climatología adversa, falta de recursos, retrasos en los trabajos, etc. Es importante tener en cuenta que el Plan de Obra es una estimación realizada antes de la iniciación de las obras considerando los máximos datos posibles, pero que no puede adelantarse a eventualidades imprevistas.

Por estos motivos, el Plan de Obra se trata de un documento de carácter indicativo, al que se deberían ajustar lo más posible los equipos de ejecución de las obras para conseguir una duración óptima de los trabajos. Aunque finalmente, será el desempeño de dichos equipos, los rendimientos en obra y las posibles interrupciones de los trabajos las que determinarán la duración de la obra.

El Plan de Obra se trata de un documento que se va revisando y actualizando durante la ejecución de las obras, por lo cual, lo que se indicará a continuación consiste en la base de la que partir, que se considera, durante la redacción del proyecto la organización óptima para conseguir la mínima duración total posible.

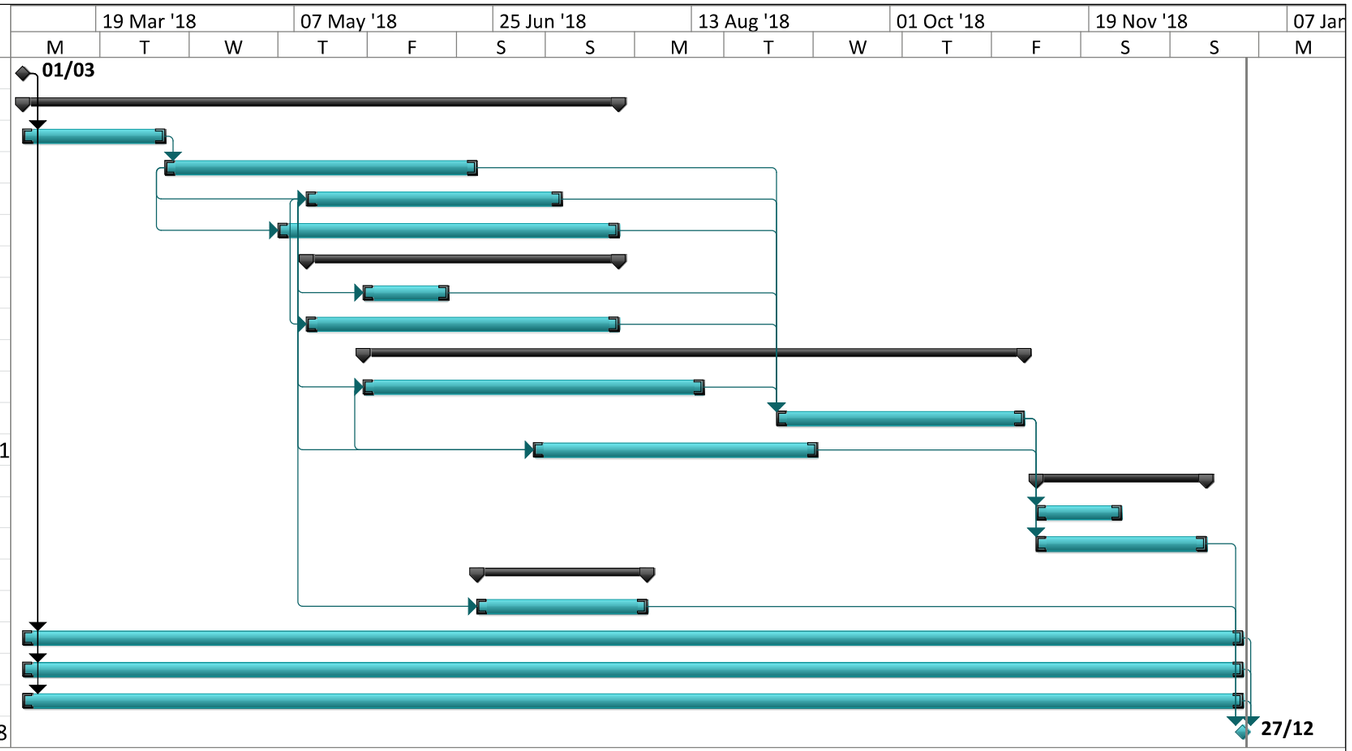
No se incluyen en el Plan de Obra limitaciones temporales por motivos medioambientales, pues no se han establecido tales eventualidades en los Anejos precedentes. Por lo tanto, se considera que los trabajos que componen las actividades que integran el Plan están en continuo desarrollo a lo largo de la duración completa de dicha actividad.

2 ESQUEMA DEL PLAN DE OBRA

El Plan de Obra es un documento cuya comprensión se ve favorecida en gran medida por el uso de la representación gráfica. Para ello, es muy común utilizar para la presentación del plan de Obra el Diagrama de Gantt, que es una herramienta que expone de forma muy intuitiva la organización temporal de las actividades que componen la obra.

Como puede verse en el Diagrama, en la página siguiente, la duración prevista para la finalización de las obras es de DIEZ MESES (10).

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	ACTA DE REPLANTEO	0 days	Thu 01/03/18	Thu 01/03/18	
2	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**105 days**	**Thu 01/03/18**	**Wed 25/07/18**	
3	DESBROCE TIERRA VEGETAL	25 days	Thu 01/03/18	Wed 04/04/18	1
4	EXCAVACIONES	55 days	Thu 05/04/18	Wed 20/06/18	3
5	TERRAPLENES	45 days	Thu 10/05/18	Wed 11/07/18	4SS+20 days
6	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	60 days	Thu 03/05/18	Wed 25/07/18	4SS+15 days
7	**DRENAJE**	**55 days**	**Thu 10/05/18**	**Wed 25/07/18**	
8	OBRAS DRENAJE TRANSVERSAL	15 days	Thu 24/05/18	Wed 13/06/18	5SS+10 days
9	DRENAJE LONGITUDINAL	55 days	Thu 10/05/18	Wed 25/07/18	5SS
10	**FIRMES Y PAVIMENTOS**	**117 days**	**Thu 24/05/18**	**Fri 02/11/18**	
11	CAPAS GRANULARES	60 days	Thu 24/05/18	Wed 15/08/18	5SS+10 days
12	MEZCLAS BITUMINOSAS	45 days	Mon 03/09/18	Fri 02/11/18	11;4;8;5;9;6
13	PAVIMENTOS DE HORMIGÓN	50 days	Thu 05/07/18	Wed 12/09/18	5SS+25 days;11
14	**SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS**	**30 days**	**Tue 06/11/18**	**Mon 17/12/18**	
15	MARCAS LONGITUDINALES	15 days	Tue 06/11/18	Mon 26/11/18	12
16	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	30 days	Tue 06/11/18	Mon 17/12/18	12;13
17	**INTEGRACIÓN AMBIENTAL**	**30 days**	**Thu 21/06/18**	**Wed 01/08/18**	
18	REVEGETACIÓN DE TALUDES	30 days	Thu 21/06/18	Wed 01/08/18	5SS+30 days
19	SEGURIDAD Y SALUD	215 days	Thu 01/03/18	Wed 26/12/18	1
20	GESTIÓN DE RESIDUOS	215 days	Thu 01/03/18	Wed 26/12/18	1
21	CONTROL DE CALIDAD	215 days	Thu 01/03/18	Wed 26/12/18	1
22	RECEPCIÓN DE OBRA	0 days	Thu 27/12/18	Thu 27/12/18	16;19;20;21;18



Project: TFM_JVM_PlanDeObra
Date: Sat 18/11/17

Task	Project Summary	Inactive Milestone	Manual Summary Rollup	Deadline
Split	External Tasks	Inactive Summary	Manual Summary	Progress
Milestone	External Milestone	Manual Task	Start-only	
Summary	Inactive Task	Duration-only	Finish-only	

ANEJO 15
JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

1 INTRODUCCIÓN

En este Anejo se presentan los precios relativos a las unidades que componen la obra, a través de los dos apéndices que se adjuntan a continuación.

En el primero, PRECIOS ELEMENTALES, se incluyen los precios tanto de mano de obra como de maquinaria y materiales que son necesarios para la ejecución de las obras. En el segundo, CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS, se presentan las diferentes unidades de obra del proyecto, definidas según los materiales, maquinaria y mano de obra presentados en el primer apéndice. Se muestran junto con los rendimientos horarios, para definir el precio unitario de cada unidad de obra, lo que servirá posteriormente para valorar el presupuesto total de la obra.

Hay que indicar que se ha establecido para cada unidad de obra un aumento del precio en concepto de Costes Indirectos, que se han fijado en un 6.00 % del total de la unidad.

Se incluyen también en dicho apéndice las unidades relativas a los capítulos de Gestión de Residuos, Seguridad y Salud Laboral y Control de Calidad, que se han definido como unidades, si bien no aparecen descompuestas como tales en el apéndice. La valoración del importe de cada uno de estos capítulos se incluye en los Anejos 16, 17 y 18 del proyecto, respectivamente.

APÉNDICES:

1. PRECIOS ELEMENTALES

2. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

APÉNDICE 1:
PRECIOS ELEMENTALES

LISTADO DE MATERIALES (Pres)

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
MO1000000	h	Capataz	16,84
MO2000000	h	Oficial 1ª	16,51
MO2000001	h	Oficial 1ª Albañil	16,51
MO2000002	h	Oficial 1ª Encofrador	16,51
MO2000003	h	Oficial 1ª Ferrallista	19,81
MO2000011	h	Oficial 1ª Pintor	16,51
MO4000000	h	Ayudante	15,89
MO4000003	h	Ayudante Ferrallista	19,07
MO5000000	h	Peón Especializado	15,75
MO6000000	h	Peón Ordinario	15,59
MO6000001	h	Peón Albañil	15,59
MO6000002	h	Peón Encofrador	15,59
MQ0200ab	h	Bomba sumergible para aguas limpias de 5 kW	14,69
MQ0405ab	h	Retroexcavadora sobre orugas de 30 Tn.	132,18
MQ0405bb	h	Retroexcavadora sobre ruedas de 30 Tn.	125,02
MQ0410aa	h	Cargadora sobre ruedas de 1,2 m3	28,77
MQ0418a	h	Retroexcavadora mixta	64,42
MQ0440e	h	Tractor sobre cadenas con hoja y riper de 212 kW	185,88
MQ0440f	h	Tractor sobre cadenas con hoja y riper de 276 kW	240,71
MQ0460a	h	Motoniveladora 110 kW	72,76
MQ0460b	h	Motoniveladora 150 kW	100,40
MQ0500ab	h	Compactador manual, tipo bandeja vibrante de 0,15 t	17,72
MQ0500bb	h	Compactador manual, tipo pisón de 0,15 t	18,27
MQ0510bb	h	Compactador estático, tipo dos cilidros de 8-12 t	54,99
MQ0510cb	h	Compactador estático, tipo ruedas múltiples de 8-12 t	59,83
MQ0520ab	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 8 - 14 t	57,33
MQ0520ac	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 15 - 18 t	66,84
MQ0520bb	h	Compactador autoprop. de dos cilindros vibrante de 8 - 14 t	60,28
MQ0530a	h	Compactador autoprop de pata de cabra de 20 t	136,92
MQ0620aa	h	Camión caja fija con grúa auxiliar de 10 t	46,26
MQ0620ba	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23
MQ0625ab	h	Camión basculante rígido de 15 t	65,63
MQ0625ac	h	Camión basculante rígido de 20 t	76,79
MQ0625bd	h	Camión basculante semiarticulado de 25 t	111,72
MQ0800ac	h	Central de dosificación de 90 m3/h	66,16
MQ0800ad	h	Central de dosificación de 120 m3/h	70,89
MQ0800bc	h	Central de hormigonado de 90 m3/h	107,26
MQ0860b	h	Camión hormigonera de 9 m3	61,77
MQ0899ab	h	Vibrador eléctrico para hormigón de 56 mm	17,10
MQ0905a	h	Estabilizador de suelos autopropulsado de 370 kW	228,59
MQ0910b	h	Camión cisterna para riegos asf. de 10.000 l.	75,97
MQ0935ab	h	Planta discontinua de fabricación de MBC de 200 t/h	334,96
MQ0937bb	h	Extendedora de Mezcla bituminosa sobre cadenas de 2,5 - 8 m.	161,82
MQ0940a	h	Fresadora de 42 kW	59,73
MQ0946a	h	Extendedora de Hormigón	342,79
MQ0948a	h	Equipo para curado y ranurado	101,31
MQ0950A	h	Máquina colocadora de bionda acoplable a pisón manual	39,71
MQ0952c	h	Máquina para pinturra de 760 l de capacidad	67,85
MQ0953a	h	Máquina para barrido	26,76
MQ1610	h	Motosierra para corta de especies vegetales	7,50
MQ7100000	h	Maquinaria especializada bordes piano	39,71
MQ7200000	h	Maquinaria especializada barrera neumáticos	35,06
MQ7300000	h	Maquinaria especializada muro con verja	26,10
MQ7400000	h	Maquinaria especializada muro SAFER	29,71
MQ7600000	h	Maquinaria especializada césped artificial	12,40

LISTADO DE MATERIALES (Pres)

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
MT0110	m3	Agua	0,54
MT0150	l	Combustible	0,70
MT03000	m3	Material granular	2,37
MT0302b	m3	Suelo seleccionado S3	2,15
MT0310aab	t	Árido Fino (< 4 mm) redondeado de naturaleza sin determinar	5,21
MT0310bba	t	Árido Grueso (> 4 mm) de machaqueo de naturaleza caliza	4,98
MT0310bbb	t	Árido Fino (< 4 mm) de machaqueo de naturaleza caliza	5,63
MT0310ceaba	t	Árido grueso de naturaleza de machaqueo especial para capa de ro	5,50
MT0310ceabb	t	Árido grueso de naturaleza de machaqueo	5,25
MT0310cebba	t	Árido fino de naturaleza de machaqueo especial para capa de roda	5,85
MT0310cebbb	t	Árido fino de naturaleza de machaqueo	5,60
MT0318d	t	Zahorra artificial, tipo ZA0/32	5,10
MT0510aca	t	Cemento CEM I clase 42,5 a granel	82,04
MT0510bca	t	Cemento CEM II clase 42,5 a granel	82,04
MT0515cab	t	Conglomerante hidráulico de cal y resistencia 12,5 MPa	61,53
MT0720d	t	Betún asfáltico modificado tipo PMB45/80-60	432,00
MT0730a	t	Emulsión tipo C60BP3 ADH	255,00
MT0730e	t	Emulsión tipo C60BF4 IMP	270,00
MT09200	kg	Líquido de curado para hormigón	2,35
MT0A10a	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,79
MT0A300	kg	Clavos de acero	0,97
MT0B00c	kg	Barras corrugadas de acero soldable B500S	0,76
MT0D00b	m2	Tablón de madera de pìno para 5 usos.	7,45
MT0D01c	m2	Panel metálico para 10 usos.	7,40
MT0D300	l	Desencofrante	1,55
MT0D310	dm3	Material de sellado	84,03
MT0D315	m	Moldura para hormigón	0,42
MTB100ab	kg	pint. acrílica	1,41
MTB100d	kg	Microesferas de vidrio	0,65
MTB400AA	m	Valla metálica bionda	5,90
MTB400ca	ud	Separador estandar	3,80
MTB400db	ud	Poste C 120.	6,05
MTB400ea	ud	Juego de tornillería para elementos de contención	3,69
MTB400v	ud	Captafaros reflectante bionda	3,41
MTB7100000	m	Resto de mano de obra y materiales bordes piano	13,09
MTB7200000	m	Resto de mano de obra y materiales barrera neumáticos	31,96
MTB7300000	m	Muro de hormigón tipo New Jersey asimétrico	32,83
MTB7400000	m	Verja metálica	7,61
MTB7500000	m2	Planchas poliestireno	27,12
MTB7600000	m	Perfil cuadrado de acero 200 x 200 mm	35,06
MTB7700000	m²	Césped artificial	4,50
MTD405ac	m	Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, suministrad	22,01
MTD405c	ud	Parte proporcional embocaduras de conexiones	3,96
MTD406c		Parte proporcional embocaduras obras de paso	3,96
MTD410ab	ud	Pozo de registro prefabricado cuadrado de hormigón de 1000 mm	181,34
MTD410c	ud	Pate forrado de poliproleno	5,35
MTD410dc	ud	Tapadera de fundición para pozo de registro de 600 mm de diámetr	151,20
MTD410hb	ud	Cono de 60 a 100 y altura de 65 (cm)	52,88
MTD630abb	m	Tubo H.A. DN 1000 Clase 90	104,81
MTD630cfa	m	Tubo H.M. DN 500 Clase N	38,94
MTR100130	kg	Composición de semillas	20,00
MTR110210	m3	Organ-humus	29,11

APÉNDICE 2:
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 1 TRABAJOS PREVIOS						
C001		**m**	**Partida Alzada - Acondicionamiento de accesos**			
P01	1,000		Acceso provisional obra	10,00	10,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	10,00	0,60	
			TOTAL PARTIDA.....			**10,60**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

C002			**Partida Alzada - Replanteo**			
P02	1,000		Replanteo en Obra	1.000,00	1.000,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	1.000,00	60,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**1.060,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SESENTA EUROS

C003			**Partida Alzada - Señalización provisional en obra**			
P03	1,000		Señalización provisional de la obra	4.000,00	4.000,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	4.000,00	240,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**4.240,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS

C004			**Partida Alzada - Implantación zona de acopios**			
P04	1,000		Implantación zona de acopios	5.000,00	5.000,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	5.000,00	300,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**5.300,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL TRESCIENTOS EUROS

C005			**Partida Alzada - Instalaciones Auxiliares**			
P05	1,000		Instalaciones auxiliares	100.000,00	100.000,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	100.000,00	6.000,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**106.000,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS MIL EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 2 EXPLANACIONES						
C300abb		**m²**	**Desbroce en terreno blando mayor de 2 m**			
			Desbroce en terreno blando mayor de 2 metros de ancho, incluso corta y arranque de especies vegetales, carga y transporte a vertedero o acopio de los productos resultantes.			
MO5000000	0,003	h	Peón Especializado	15,75	0,05	
MQ0405bb	0,001	h	Retroexcavadora sobre ruedas de 30 Tn.	125,02	0,13	
MQ0625ab	0,001	h	Camión basculante rígido de 15 t	65,63	0,07	
MQ1610	0,003	h	Motosierra para corta de especies vegetales	7,50	0,02	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	0,30	0,02	
			TOTAL PARTIDA.....			**0,29**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

C302ab		**m²**	**Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m.**			
			Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m de superficies de apoyo (fondo de desmonte y cimiento de terraplén).			
MO6000000	0,006	h	Peón Ordinario	15,59	0,09	
MQ0460b	0,002	h	Motoniveladora 150 kW	100,40	0,20	
MQ0440e	0,001	h	Tractor sobre cadenas con hoja y riper de 212 kW	185,88	0,19	
MQ0520ab	0,003	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 8 - 14 t	57,33	0,17	
MQ0620ba	0,003	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,16	
MT0110	0,002	m3	Agua	0,54	0,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	0,80	0,05	
			TOTAL PARTIDA.....			**0,86**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

C320cbc		**m³**	**Desmonte en terreno blando mayor de 5 km.**			
			Excavación en desmonte en terreno blando, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,003	h	Peón Ordinario	15,59	0,05	
MQ0625ac	0,024	h	Camión basculante rígido de 20 t	76,79	1,84	
MQ0405ab	0,003	h	Retroexcavadora sobre orugas de 30 Tn.	132,18	0,40	
MQ0620ba	0,006	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,31	
MT0110	0,002	m3	Agua	0,54	0,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	2,60	0,16	
			TOTAL PARTIDA.....			**2,78**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

C330ba		**m³**	**Relleno general.**			
			Relleno general con material procedente de desmonte, extendido y compactado .			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,003	h	Peón Ordinario	15,59	0,05	
MQ0440f	0,003	h	Tractor sobre cadenas con hoja y riper de 276 kW	240,71	0,72	
MQ0520ac	0,002	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 15 - 18 t	66,84	0,13	
MQ0530a	0,001	h	Compactador autoprop de pata de cabra de 20 t	136,92	0,14	
MQ0620ba	0,001	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,05	
MT0110	0,070	m3	Agua	0,54	0,04	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	1,20	0,07	
			TOTAL PARTIDA.....			**1,22**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C340aa		**m²**	**Terminación y refino de taludes**			
			Terminación y refino de taludes, incluida humectación.			
MO6000000	0,007	h	Peón Ordinario	15,59	0,11	
MQ0460b	0,007	h	Motoniveladora 150 kW	100,40	0,70	
MT0110	0,055	m3	Agua	0,54	0,03	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	0,80	0,05	
			TOTAL PARTIDA.....			**0,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 3 DRENAJE						
C321bab		**m3**	**Excavación zanjas, terreno blando**			
			Excavación de zanjas en terreno blando, incluso entibación y agotamiento si fuere necesario, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.			
MO1000000	0,002	h	Capataz	16,84	0,03	
MO6000000	0,007	h	Peón Ordinario	15,59	0,11	
MQ0405bb	0,007	h	Retroexcavadora sobre ruedas de 30 Tn.	125,02	0,88	
MQ0625ac	0,014	h	Camión basculante rígido de 20 t	76,79	1,08	
MQ0620ba	0,001	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,05	
MQ0200ab	0,005	h	Bomba sumergible para aguas limpias de 5 kW	14,69	0,07	
MT0110	0,010	m3	Agua	0,54	0,01	
MT0D00b	0,009	m2	Tablón de madera de pino para 5 usos.	7,45	0,07	
MT0A300	0,093	kg	Clavos de acero	0,97	0,09	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	2,40	0,14	
			TOTAL PARTIDA.....			**2,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

C405ac		**m**	**Cuneta prefabricada de ancho 0.50 m.**			
			Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, incluso parte proporcional de conexiones, totalmente acabada y colocada.			
MO1000000	0,045	h	Capataz	16,84	0,76	
MO5000000	0,450	h	Peón Especializado	15,75	7,09	
MQ0418a	0,003	h	Retroexcavadora mixta	64,42	0,19	
MTD405ac	1,000	m	Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, suministrad	22,01	22,01	
MTD405c	0,230	ud	Parte proporcional embocaduras de conexiones	3,96	0,91	
AU3000d	0,070	m3	Mortero M-10	27,29	1,91	
AU3002aaa	0,070	m3	Hormigón HM-25/I	52,61	3,68	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	36,60	2,20	
			TOTAL PARTIDA.....			**38,75**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

C402acaa		**m**	**Cuneta revestida de pie de terraplén, triangular y de 2 m de des**			
			Formación de cuneta revestida de pie de terraplén, de sección triangular y 2 m de desarrollo, con hormigón HM-25 y 10 cm. de espesor, incluso líquido de curado y parte proporcional de juntas y conexiones.			
MO1000000	0,006	h	Capataz	16,84	0,10	
MO2000000	0,021	h	Oficial 1ª	16,51	0,35	
MO5000000	0,040	h	Peón Especializado	15,75	0,63	
MO6000000	0,040	h	Peón Ordinario	15,59	0,62	
MQ0460a	0,001	h	Motoniveladora 110 kW	72,76	0,07	
MQ0520ab	0,001	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 8 - 14 t	57,33	0,06	
MT09200	0,010	kg	Líquido de curado para hormigón	2,35	0,02	
AU3002aaa	0,230	m3	Hormigón HM-25/I	52,61	12,10	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	14,00	0,84	
			TOTAL PARTIDA.....			**14,79**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C413dfaa		**m**	**Tubo de H.M. obra de paso. DN 500 mm, N material granular**			
			Tubo de hormigón en masa para obra de paso de diámetro nominal 500 mm, clase N, según norma UNE-EN 127916, recubierto de material granular, incluso parte proporcional embocaduras, juntas de estanqueidad, cama de asiento y material de relleno.			
MO6000000	0,460	h	Peón Ordinario	15,59	7,17	
MO2000001	0,460	h	Oficial 1ª Albañil	16,51	7,59	
MQ0620aa	0,230	h	Camión caja fija con grúa auxiliar de 10 t	46,26	10,64	
MTD630cfa	1,000	m	Tubo H.M. DN 500 Clase N	38,94	38,94	
MT0310aab	0,100	t	Árido Fino (< 4 mm) redondeado de naturaleza sin determinar	5,21	0,52	
MTD406c	0,320		Parte proporcional embocaduras obras de paso	3,96	1,27	
AU3002aaa	0,021	m3	Hormigón HM-25/I	52,61	1,10	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	67,20	4,03	
			TOTAL PARTIDA.....			**71,26**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

C410ab		**ud**	**Arqueta de registro cuadrada de 1000 mm de diámetro**			
			Arquetas de registro cuadrada de 1000 mm de lado, incluso apertura de hueco y relleno de trasdós compactado (incluido material), juntas de estanqueidad, material de sellado y tapa de fundición con marco incluido, totalmente colocado y terminado, según norma UNE-EN 1917.			
MO2000001	0,130	h	Oficial 1ª Albañil	16,51	2,15	
MO6000001	1,300	h	Peón Albañil	15,59	20,27	
MQ0620aa	0,200	h	Camión caja fija con grúa auxiliar de 10 t	46,26	9,25	
MQ0500bb	0,200	h	Compactador manual, tipo pisón de 0,15 t	18,27	3,65	
MQ0418a	0,075	h	Retroexcavadora mixta	64,42	4,83	
MTD410ab	1,000	ud	Pozo de registro prefabricado cuadrado de hormigón de 1000 mm	181,34	181,34	
MTD410c	3,000	ud	Pate forrado de poliproleno	5,35	16,05	
MTD410dc	1,000	ud	Tapadera de fundición para pozo de registro de 600 mm de diámetr	151,20	151,20	
MTD410hb	1,000	ud	Cono de 60 a 100 y altura de 65 (cm)	52,88	52,88	
MT0302b	0,080	m3	Suelo seleccionado S3	2,15	0,17	
AU3000d	0,020	m3	Mortero M-10	27,29	0,55	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	442,30	26,54	
			TOTAL PARTIDA.....			**468,88**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

C413bbba		**m**	**Colector de H.A. DN 1000 mm, clase 90 con un recubrimiento de Su**			
			Colector de Hormigón Armado de Diámetro Nominal 1000 mm clase 90, según Norma UNE-EN 127916, con un recubrimiento de Suelo Seleccionado. Colocado en obra, incluso juntas de estanqueidad y material de relleno.			
MO6000000	0,200	h	Peón Ordinario	15,59	3,12	
MO2000000	0,020	h	Oficial 1ª	16,51	0,33	
MQ0620aa	0,200	h	Camión caja fija con grúa auxiliar de 10 t	46,26	9,25	
MQ0500ab	0,066	h	Compactador manual, tipo bandeja vibrante de 0,15 t	17,72	1,17	
MTD630abb	1,000	m	Tubo H.A. DN 1000 Clase 90	104,81	104,81	
MT03000	0,550	m3	Material granular	2,37	1,30	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	120,00	7,20	
			TOTAL PARTIDA.....			**127,18**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTISIETE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C416ba		**ud**	**Embocaduras de aletas para caño de diámetro nominal de 1000 mm**			
			Embocadura de aletas, para obra de paso, formada con hormigón armado HA-25 en ambiente IIa, incluso acero, encofrado y desencofrado, totalmente terminada.			
MO2000000	1,000	h	Oficial 1ª	16,51	16,51	
MO2000003	5,000	h	Oficial 1ª Ferrallista	19,81	99,05	
MO2000002	3,000	h	Oficial 1ª Encofrador	16,51	49,53	
MO4000003	15,000	h	Ayudante Ferrallista	19,07	286,05	
MO6000002	9,000	h	Peón Encofrador	15,59	140,31	
MO6000000	3,000	h	Peón Ordinario	15,59	46,77	
MQ0899ab	2,000	h	Vibrador eléctrico para hormigón de 56 mm	17,10	34,20	
MT0110	1,500	m3	Agua	0,54	0,81	
MT0D310	0,800	dm3	Material de sellado	84,03	67,22	
MT09200	1,000	kg	Líquido de curado para hormigón	2,35	2,35	
MT0A10a	0,500	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,79	0,40	
MT0B00c	180,000	kg	Barras corrugadas de acero soldable B500S	0,76	136,80	
MT0D01c	7,000	m2	Panel metálico para 10 usos.	7,40	51,80	
MT0D300	1,500	l	Desencofrante	1,55	2,33	
MT0D315	22,000	m	Moldura para hormigón	0,42	9,24	
AU3001a	0,350	m3	Hormigón de limpieza HL-150.	50,82	17,79	
AU3002bbb	6,575	m3	Hormigón HA-25/IIa	58,78	386,48	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	1.347,60	80,86	
			TOTAL PARTIDA.....			**1.428,50**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 4 FIRMES Y PAVIMENTOS						
C510adc		**m3**	**Zahorra artificial tipo ZA0/32**			
			Zahorra artificial tipo ZA0/32, según art. 510 del PG-3.			
MO1000000	0,020	h	Capataz	16,84	0,34	
MO6000000	0,060	h	Peón Ordinario	15,59	0,94	
MQ0460a	0,013	h	Motoniveladora 110 kW	72,76	0,95	
MQ0620ba	0,012	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,63	
MQ0520bb	0,018	h	Compactador autoprop. de dos cilindros vibrante de 8 - 14 t	60,28	1,09	
AU3510dc	1,000	m3	Zahorra artificial tipo ZA0/32	16,22	16,22	
MT0110	0,180	m3	Agua	0,54	0,10	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	20,30	1,22	
			TOTAL PARTIDA.....			**21,49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

C515aa		**t**	**Cal para estabilizar.**			
			Cal empleada en establización de suelos.			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,010	h	Peón Ordinario	15,59	0,16	
MT0515cab	1,000	t	Conglomerante hidráulico de cal y resistencia 12,5 MPa	61,53	61,53	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	61,70	3,70	
			TOTAL PARTIDA.....			**65,41**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

C512aabaf		**m3**	**Suelo estabilizado con cal, tipo S-EST1 proc. desmonte**			
			Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST1, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,012	h	Peón Ordinario	15,59	0,19	
MQ0905a	0,007	h	Estabilizador de suelos autopropulsado de 370 kW	228,59	1,60	
MQ0520ac	0,012	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 15 - 18 t	66,84	0,80	
MQ0510cb	0,006	h	Compactador estático, tipo ruedas múltiples de 8-12 t	59,83	0,36	
MQ0460b	0,006	h	Motoniveladora 150 kW	100,40	0,60	
MQ0620ba	0,002	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,10	
MT0110	0,100	m3	Agua	0,54	0,05	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	3,70	0,22	
			TOTAL PARTIDA.....			**3,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

C512abbaf		**m3**	**Suelo estabilizado con cal, tipo S-EST2 proc. desmonte**			
			Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST2, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,012	h	Peón Ordinario	15,59	0,19	
MQ0905a	0,007	h	Estabilizador de suelos autopropulsado de 370 kW	228,59	1,60	
MQ0520ac	0,012	h	Compactador autoprop. de un cilindro vibrante de 15 - 18 t	66,84	0,80	
MQ0510cb	0,006	h	Compactador estático, tipo ruedas múltiples de 8-12 t	59,83	0,36	
MQ0460b	0,006	h	Motoniveladora 150 kW	100,40	0,60	
MQ0620ba	0,002	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,10	
MT0110	0,100	m3	Agua	0,54	0,05	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	3,70	0,22	
			TOTAL PARTIDA.....			**3,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C531ab		**t**	**Riego de adherencia**			
			Emulsión C60BP3 ADH empleada en riego de adherencia, según artículo 531 del PG-3.			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,010	h	Peón Ordinario	15,59	0,16	
MQ0910b	0,016	h	Camión cisterna para riegos asf. de 10.000 l.	75,97	1,22	
MT0730a	1,000	t	Emulsión tipo C60BP3 ADH	255,00	255,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	256,40	15,38	
			TOTAL PARTIDA.....			**271,78**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

C530ad		**t**	**Riego de imprimación**			
			Emulsión C60BF4 IMP empleada en riego de imprimación, según artículo 530 del PG-3			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,010	h	Peón Ordinario	15,59	0,16	
MQ0953a	0,001	h	Máquina para barrido	26,76	0,03	
MQ0910b	0,016	h	Camión cisterna para riegos asf. de 10.000 l.	75,97	1,22	
MT0730e	1,000	t	Emulsión tipo C60BF4 IMP	270,00	270,00	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	271,40	16,28	
			TOTAL PARTIDA.....			**287,71**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

C543aabad		**t**	**Mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60.**			
			Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60, según art.543, excepto ligante y filler.			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,010	h	Peón Ordinario	15,59	0,16	
MQ0935ab	0,005	h	Planta discontinua de fabricación de MBC de 200 t/h	334,96	1,67	
MQ0625bd	0,043	h	Camión basculante semiarticulado de 25 t	111,72	4,80	
MQ0937bb	0,080	h	Extendedora de Mezcla bituminosa sobre cadenas de 2,5 - 8 m.	161,82	12,95	
MQ0510bb	0,080	h	Compactador estático, tipo dos cilidros de 8-12 t	54,99	4,40	
MT0310ceaba	0,800	t	Árido grueso de naturaleza de machaqueo especial para capa de ro	5,50	4,40	
MT0310cebba	0,150	t	Árido fino de naturaleza de machaqueo especial para capa de roda	5,85	0,88	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	29,30	1,76	
			TOTAL PARTIDA.....			**31,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

C542abbbg		**t**	**Hormigón bituminoso AC 22 bin PMB45/80-60 S**			
			Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin PMB45/80-60 S, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación			
MO1000000	0,005	h	Capataz	16,84	0,08	
MO6000000	0,054	h	Peón Ordinario	15,59	0,84	
MQ0935ab	0,005	h	Planta discontinua de fabricación de MBC de 200 t/h	334,96	1,67	
MQ0625bd	0,108	h	Camión basculante semiarticulado de 25 t	111,72	12,07	
MQ0937bb	0,011	h	Extendedora de Mezcla bituminosa sobre cadenas de 2,5 - 8 m.	161,82	1,78	
MQ0510cb	0,011	h	Compactador estático, tipo ruedas múltiples de 8-12 t	59,83	0,66	
MQ0510bb	0,011	h	Compactador estático, tipo dos cilidros de 8-12 t	54,99	0,60	
MT0310ceabb	0,470	t	Árido grueso de naturaleza de machaqueo	5,25	2,47	
MT0310cebbb	0,520	t	Árido fino de naturaleza de machaqueo	5,60	2,91	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	23,10	1,39	
			TOTAL PARTIDA.....			**24,47**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C542acccf		**t**	**Hormigón bituminoso AC 32 base PMB45/80-60 G**			
			Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base PMB45/80-60 G, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación			
MO1000000	0,005	h	Capataz	16,84	0,08	
MO6000000	0,045	h	Peón Ordinario	15,59	0,70	
MQ0935ab	0,005	h	Planta discontinua de fabricación de MBC de 200 t/h	334,96	1,67	
MQ0625bd	0,090	h	Camión basculante semiarticulado de 25 t	111,72	10,05	
MQ0937bb	0,009	h	Extendedora de Mezcla bituminosa sobre cadenas de 2,5 - 8 m.	161,82	1,46	
MQ0510cb	0,009	h	Compactador estático, tipo ruedas múltiples de 8-12 t	59,83	0,54	
MQ0510bb	0,009	h	Compactador estático, tipo dos cilidros de 8-12 t	54,99	0,49	
MT0310ceabb	0,640	t	Árido grueso de naturaleza de machaqueo	5,25	3,36	
MT0310cebbb	0,300	t	Árido fino de naturaleza de machaqueo	5,60	1,68	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	20,00	1,20	
			TOTAL PARTIDA.....			**21,23**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

C544bd		**t**	**Betún asfáltico modificado tipo PMB45/80-60**			
			Betún asfáltico modificado con polímeros tipo PMB45/80-60, según art.212 del PG-3.			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO6000000	0,010	h	Peón Ordinario	15,59	0,16	
MT0720d	1,000	t	Betún asfáltico modificado tipo PMB45/80-60	432,00	432,00	
MT0150	0,750	l	Combustible	0,70	0,53	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	432,70	25,96	
			TOTAL PARTIDA.....			**458,67**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

C550ac		**m3**	**Hormigón HF-4,5**			
			Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 incluso ejecución de juntas y curado.			
MO1000000	0,005	h	Capataz	16,84	0,08	
MO6000000	0,050	h	Peón Ordinario	15,59	0,78	
MQ0625ac	0,040	h	Camión basculante rígido de 20 t	76,79	3,07	
MQ0946a	0,012	h	Extendedora de Hormigón	342,79	4,11	
MQ0948a	0,025	h	Equipo para curado y ranurado	101,31	2,53	
MT09200	0,010	kg	Líquido de curado para hormigón	2,35	0,02	
AU3010c	1,000	m3	Hormigón HF-4,5	67,91	67,91	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	78,50	4,71	
			TOTAL PARTIDA.....			**83,21**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS						
C700aaba		**m**	**M vial permanente pintura acrílica 10 cm.**			
			Marca vial permanente realizada con pintura acrílica en formación de lineas de 10 cm de anchura, totalmente acabada incluso premarcaje y borrado de marcas existentes.			
MO1000000	0,001	h	Capataz	16,84	0,02	
MO2000011	0,011	h	Oficial 1ª Pintor	16,51	0,18	
MQ0952c	0,001	h	Máquina para pinturra de 760 l de capacidad	67,85	0,07	
MQ0953a	0,001	h	Máquina para barrido	26,76	0,03	
MQ0940a	0,001	h	Fresadora de 42 kW	59,73	0,06	
MTB100ab	0,090	kg	pint. acrílica	1,41	0,13	
MTB100d	0,050	kg	Microesferas de vidrio	0,65	0,03	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	0,50	0,03	
			TOTAL PARTIDA.....			**0,55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

C761		**m**	**Muro con Verja**			
			Barrera de hormigón de tipo New Jersey asimétrica en módulos de 4 m con verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, transportada y colocada. Completamente terminada.			
MO1000000	0,011	h	Capataz	16,84	0,19	
MO4000000	0,108	h	Ayudante	15,89	1,72	
MO5000000	0,200	h	Peón Especializado	15,75	3,15	
MQ7300000	0,350	h	Maquinaria especializada muro con verja	26,10	9,14	
MTB7300000	1,000	m	Muro de hormigón tipo New Jersey asimétrico	32,83	32,83	
MTB7400000	1,000	m	Verja metálica	7,61	7,61	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	54,60	3,28	
			TOTAL PARTIDA.....			**57,92**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

C762		**m**	**Barrera metálica**			
			Barrera metálica galvanizada simple, con separador estándar y 3 vallas perfil doble onda superpuestas con postes de sección C 120 mm. de canto, separados cada 2 metros, incluso tornillería,captafaros, parte proporcional de anclaje y piezas especiales, totalmente instalada.			
MO1000000	0,011	h	Capataz	16,84	0,19	
MO4000000	0,108	h	Ayudante	15,89	1,72	
MO5000000	0,200	h	Peón Especializado	15,75	3,15	
MTB400ca	1,000	ud	Separador estandar	3,80	3,80	
MTB400db	0,613	ud	Poste C 120.	6,05	3,71	
MTB400ea	1,000	ud	Juego de tornillería para elementos de contención	3,69	3,69	
MTB400v	0,250	ud	Captafaros reflectante bionda	3,41	0,85	
MQ0950A	0,230	h	Máquina colocadora de bionda acoplable a pisón manual	39,71	9,13	
MTB400AA	3,000	m	Valla metálica bionda	5,90	17,70	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	43,90	2,63	
			TOTAL PARTIDA.....			**46,57**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
C763		**m**	**Bordes piano**			
			Construcción de bordes piano homologados por la FIA, con HOrmigón HA-25 con fibra de polipropileno, de 14 cms de espesor, incluso limpieza y preparación de superficie de asiento, colocación y atado de armadura metálica, enconfrado, extendido, perfilado, desencofrado, compactado, vibrado y curado, p. p. de juntas. Totalmente terminado.			
MO1000000	0,011	h	Capataz	16,84	0,19	
MO4000000	0,108	h	Ayudante	15,89	1,72	
MO5000000	0,200	h	Peón Especializado	15,75	3,15	
MQ7100000	0,230	h	Maquinaria especializada bordes piano	39,71	9,13	
MTB7100000	1,000	m	Resto de mano de obra y materiales bordes piano	13,09	13,09	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	27,30	1,64	
			TOTAL PARTIDA.....			**28,92**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

C764		**m**	**Muro SAFER**			
			Barrera de tipo Muro SAFER, formada por muros de hormigón de tipo New Jersey asimétrico en bloques de 4 metros, verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, bloques de planchas de poliestireno y valla de perfiles cuadrados de acero, transportado, montado y colocado. Completamente terminada.			
MO1000000	0,011	h	Capataz	16,84	0,19	
MO4000000	0,108	h	Ayudante	15,89	1,72	
MO5000000	0,200	h	Peón Especializado	15,75	3,15	
MTB7300000	1,000	m	Muro de hormigón tipo New Jersey asimétrico	32,83	32,83	
MTB7400000	1,000	m	Verja metálica	7,61	7,61	
MTB7500000	1,000	m2	Planchas poliestireno	27,12	27,12	
MTB7600000	1,000	m	Perfil cuadrado de acero 200 x 200 mm	35,06	35,06	
MQ7400000	0,330	h	Maquinaria especializada muro SAFER	29,71	9,80	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	117,50	7,05	
			TOTAL PARTIDA.....			**124,53**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

C765		**m**	**Barrera de neumáticos**			
			Barrera de protección de neumáticos triple, formada por tres filas de neumáticos de altura 6 neumáticos de 195 mm de anchura, unidos mediante pasadores de acero de diámetro 16 mm, y engarzados mediante tubo de polipropileno, incluido transporte y colocación. Completamente terminada.			
MO1000000	0,011	h	Capataz	16,84	0,19	
MO4000000	0,108	h	Ayudante	15,89	1,72	
MO5000000	0,200	h	Peón Especializado	15,75	3,15	
MQ7200000	0,230	h	Maquinaria especializada barrera neumáticos	35,06	8,06	
MTB7200000	1,000	m	Resto de mano de obra y materiales barrera neumáticos	31,96	31,96	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	45,10	2,71	
			TOTAL PARTIDA.....			**47,79**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

C767		**m²**	**Cobertura de Césped artifical**			
			Suministro e instalación de cobertura de pavimento de césped sintético de fibra 100% polipropileno. Totalmente terminado.			
MO1000000	0,011	h	Capataz	16,84	0,19	
MO4000000	0,108	h	Ayudante	15,89	1,72	
MO5000000	0,200	h	Peón Especializado	15,75	3,15	
MQ7600000	0,230	h	Maquinaria especializada césped artificial	12,40	2,85	
MTB7700000	1,000	m²	Césped artificial	4,50	4,50	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	12,40	0,74	
			TOTAL PARTIDA.....			**13,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 6 INTEGRACIÓN AMBIENTAL						
C81300100a		**m3**	**Mantenimiento y extendido de tierra vegetal**			
			Tierra Vegetal, incluyendo su mantenimiento en vivo (sembrado y abonado y riegos periódicos), su transporte para la restauración de zonas degradadas y afectadas por la obra y, finalmente su distribución en esas superficies.			
MO6000000	0,100	h	Peón Ordinario	15,59	1,56	
MQ0418a	0,025	h	Retroexcavadora mixta	64,42	1,61	
MQ0620ba	0,005	h	Camión caja fija con cisterna para agua de 10 t	52,23	0,26	
MQ0410aa	0,040	h	Cargadora sobre ruedas de 1,2 m3	28,77	1,15	
MTR110210	0,040	m3	Organ-humus	29,11	1,16	
MTR100130	0,010	kg	Composición de semillas	20,00	0,20	
MT0110	0,012	m3	Agua	0,54	0,01	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	6,00	0,36	
			TOTAL PARTIDA.....			**6,31**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS						
E01			**Gestión de Residuos**			
P06	1,000		Gestión de Residuos	108.774,17	108.774,17	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	108.774,20	6.526,45	
			TOTAL PARTIDA.....			**115.300,62**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO QUINCE MIL TRESCIENTOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL						
E03			**Seguridad y Salud Laboral**			
P07	1,000		Seguridad y Salud Laboral	10.653,24	10.653,24	
%CI	6,000	%	Coste Indirecto	10.653,20	639,19	
			TOTAL PARTIDA.....			**11.292,43**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 9 CONTROL DE CALIDAD						
E02			**Control de Calidad**			
			Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA.....			**106.724,86**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS MIL SETECIENTOS VEINTICUATRO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

%CI		**%**	**Coste Indirecto**			
			Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA.....			**6,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS

ANEJO 16
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1 INTRODUCCIÓN

El REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición establece (art. 4) como obligación del productor de residuos de construcción y demolición incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS

La estimación de la cantidad de residuos de construcción que se generarán en la obra se expresará en toneladas y metros cúbicos, con arreglo a la Lista Europea de Residuos (LER), publicada por orden MAM/304/2002 de 8 de febrero.

Para este tipo de obra y en ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros estimativos con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m^2 construido con una densidad tipo del orden de 1.5 t/m^3. La estimación de los RCDs Nivel I se realiza de manera directa, con los datos obtenidos del Anejo 10 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

RCD Nivel I		T	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	Código LER	Peso de cada tipo de RCD (t)	Densidad tipo (t/m^3)	Volumen de Residuos (m^3)
Residuos de arena y arcillas	01 04 09	28481.10	1.5	18987.40

A efectos de estimación de los RCDs Nivel II se consideran 10 cm de altura de mezcla de residuos por m^2 de superficie afectada de forma efectiva con una densidad media total de orden de 1.487 t/m^3. Con 28448.08 m^2de superficie construida, el valor de los residuos de Nivel II llega a 30433.81 m^3, lo que, con la densidad media de, supone un peso de 42303.00 t.

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados por la Junta de Andalucía de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología del residuo:

RCD Nivel II		%	T	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	Código LER	% de peso (según datos de CC.AA. de Andalucía)	Peso de cada tipo de RCD (t)	Densidad tipo (t/m^3)	Volumen de Residuos (m^3)
RCD: Naturaleza no pétrea					
Asfalto	17 03 02	0.04	1692.12	1.3	1301.63
Madera	17 02 01	0.001	42.30	0.6	70.51
Metales (hierro y acero)	17 04 05	0.00015	6.35	1.5	4.23
Papel	20 01 01	0.002	84.61	0.9	94.01
Plástico	17 02 03	0.001	42.30	0.9	47.00
Vidrio	17 02 02	0.001	42.30	1.5	28.20
Yeso	17 08 02	0.001	42.30	1.2	35.25
SUBTOTAL Estimación		0.04615	1952.28		1580.83
RCD: Naturaleza pétrica					
Arena grava y otro áridos	01 04	0.45	19036.35	1.50	12690.90
Hormigón	17 01 01	0.2	8460.60	1.50	5640.40
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01	0.121	5118.66	1.50	3412.44
Piedra	17 09 04	0.18	7614.54	1.50	5076.36
SUBTOTAL Estimación		0.951	40230.15		26820.10
RCD: Potencialmente peligrosos y otros					
Basuras	20 02 / 20 03	0.002	84.61	0.90	94.01
Potencialmente peligrosos y otros	17	0.001	42.30	0.50	84.61
SUBTOTAL Estimación		0.003	126.91		178.61
TOTAL estimación RCDs Nivel II		1.000	42303.00	1.487	28448.08

3 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Las medidas que se deben adoptar en la obra para controlar los residuos valorados en el apartado anterior pueden verse marcadas en la siguiente tabla:

X	Separación en origen de los residuos peligrosos contenidos en los RC
X	Reducción de envases y embalajes en los materiales de construcción
X	Aligeramiento de los envases
X	Envases plegables: cajas de cartón, botellas, ...
X	Optimización de la carga en los palets
X	Suministro a granel de productos
X	Concentración de los productos
X	Utilización de materiales con mayor vida útil
	Instalación de caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizabes
	Otros (indicar)

4 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

	OPERACIÓN PREVISTA
	REUTILIZACIÓN
	No se prevé operación de reutilización alguna
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización
	Reutilización de materiales cerámicos
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...
	Reutilización de materiales metálicos
	Otros (indicar)
	VALORACIÓN
	No se prevé operación alguna de valoración en obra
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)
	ELIMINACIÓN
	No se prevé operación de eliminación alguna
X	Depósito en vertederos de residuos inertes
X	Depósito en vertederos de residuos no peligrosos
X	Depósito en vertederos de residuos peligrosos
	Otros (indicar)

5 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

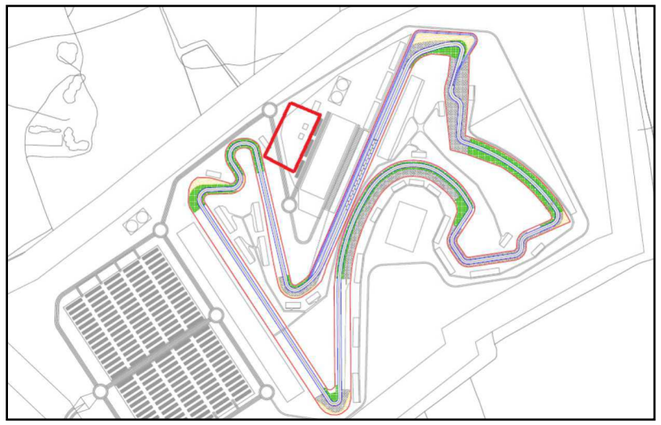
En base al artículo n base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	160 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	80 t
Metal	4 t
Madera	2 t
Vidrio	2 t
Plástico	1 t
Papel y cartón	1 t

	MEDIDAS DE SEPARACIÓN
X	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
X	Derribo separativo/segregación en obra nueva (ej: pétreos, madera, metales, orgánicos, peligrosos)
	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mexclado”, y posterior tratamiento en planta

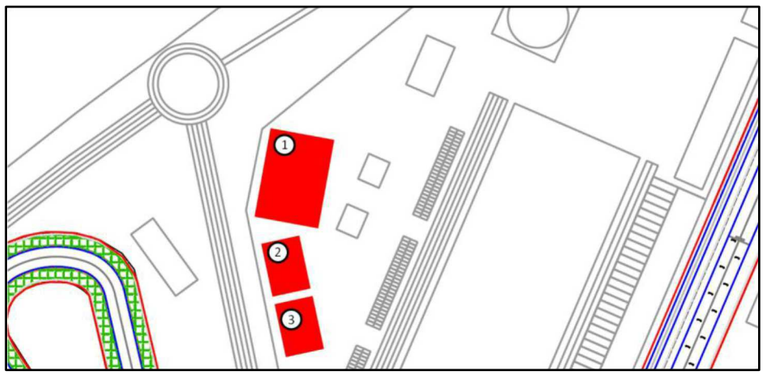
6 UBICACIÓN DE INSTALACIONES PARA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DENTRO DE LA OBRA

En las imágenes inferiores se especifican los acopios/contenedores de los distintos tipos de RCD. En la primera imagen, se puede visualizar la ubicación de las mismas en la Planta del Circuito, mientras que en la segunda, se puede ver su distribución.



Se localizan 3 zonas de acopio/contenedores, situados y numerados de la siguiente manera, acorde con la segunda imagen:

1. Zona de acopio de materiales comunes
2. Zona de acopio en cubetos estancos de residuos peligrosos
3. Zona de acopio en cubetos estancos de productos biodegradables y residuos urbanos segregados



7 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA GESTIÓN DE RESIDUOS

- Para el Productor de Residuos. (artículo 4 RD 105/2008)

- Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:

  - Estimación de los residuos que se van a generar.
  - Las medidas para la prevención de estos residuos.
  - Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
  - Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc…
  - Pliego de Condiciones
  - Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

- Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.

- Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

- Para el Poseedor de los Residuos en la Obra. (artículo 5 RD 105/2008)

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.

- Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra, (el caso particular que nos ocupa y rigiéndonos por el r.d. 396/2006 se elaborará un plan de trabajo adecuado a la exposicion de riesgo de amianto y aprobado por la Consejería de trabajo y desarrollo tecnológico de la provincia de Cádiz.

- Mientras se encuentren los residuos en su poder, debe mantenerlos en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

Esta clasificación, que es obligatoria una vez se han sobrepasado determinados valores conforme al material de residuo que sea (indicado en el apartado 3, en nuestro caso se rige por una normativa especifica R.D. 396/2006), puede ser dispensada por la Junta de Andalucia, de forma excepcional.

Ya en su momento, la Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos, en su artículo 14, mencionaba la posibilidad de eximir de la exigencia a determinadas actividades que pudieran realizar esta valorización o de la eliminación de estos residuos no peligrosos en los centros de producción, siempre que las Comunidades Autónomas dictaran normas generales sobre cada tipo de actividad, en las que se fijen los tipos y cantidades de residuos y las condiciones en las que la actividad puede quedar dispensada.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.

- En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.

- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.

- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.

- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.

- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.

- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.

- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.

- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.

- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.

- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.

- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.

- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.

- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.

- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar

a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.

- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.

- Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

- Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

- Gestión de residuos de construcción y demolición:

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediantecontenedores o sacos industriales.

Se dispondrá en obra de contenedores estancos mas pequeños para los residuos peligrosos como Absorbentes contaminados (trapos,…), Aceites usados (minerales no clorados de motor,…), Pilas botón, Aerosoles vacíos, etc.. y deberá gestionarse su tratamiento o transporte a depósitos mediante gestores autorizados de residuos peligrosos y dejar evidencia documental del mismo.

Siempre que el material procedente de excavación, escombros o residuos de hormigón y aglomerado no se destine a vertedero autorizado o se reutilice en la obra debe justificarse su utilización fehacientemente.

- Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Junta de Andalucía.

- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

- Con carácter Particular:

	Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares…para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles…). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.
	El depósito temporal de los escombros, se realizará ien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
X	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
X	Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.
X	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
X	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
X	Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
X	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.
X	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.
	Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
X	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto, derogada por el R.D: 396/2006 de 31 de mayo por el que se establecen las disposiciones mínimas de S.yS. aplicables a trabajos con riesgo de exposición al amianto.
	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
X	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
X	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en cabellones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

8 VALORACIÓN DEL COSTE DE LOS RESIDUOS

A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

Dicho presupuesto se incluye en el descompuesto de las unidades de ejecución del proyecto.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs					
TIPOLOGÍA RCDs		ESTIMACIÓN VOLUMEN (m^3)	PRECIO GESTIÓN (€/m^3)	IMPORTE (€)	% PRESUPUESTO E.M. OBRA
RCD Nivel I					
Residuos de arena y arcillas		18987.40	0.80	15189.92	0.00142 %
RCD Nivel II					
RCD: Naturaleza no pétrea		1580.83	2.45	3873.03	0.00036 %
RCD: Naturaleza pétrea		26820.10	2.90	77778.29	0.00726 %
RCD: Potencialmente peligrosos y otros		178.61	3.10	553.69	0.00005 %
RESTO DE COSTES DE GESTIÓN					
Medios Auxiliares en obra (sin tierras de excavación) y gastos de tramitaciones	RCDs Mezclado	0.00	0.30	8534.42	0.00080 %
	RCDs Fraccionado	28448.08	0.30	2844.81	0.00027 %
	RCDs Gestionados	28448.08	0.10	8534.42	0.00080 %
TOTAL PRESUPUESTO PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS				**108774.17**	**0.01015 %**

ANEJO 17
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1 INTRODUCCIÓN

En el marco de la descripción de los aspectos descriptivos de las obras que engloba el PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD, se presenta este Anejo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, teniendo como objetivos la prevención de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros que las actividades y medios materiales previstos puedan ocasionar durante la ejecución de las obras del presente proyecto.

Este documento establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.

- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.

- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.

- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.

- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.

- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.

- El transporte del personal.

- Los trabajos con maquinaria ligera.

- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.

- El Servicio de Prevención.

- Los Delegados de Prevención.

- Los Comités de Seguridad y Salud.

Igualmente se implanta la obligatoriedad de un libro de incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras, o en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de veinticuatro horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. También se deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

2 MARCO JURÍDICO

Como queda dicho, este Estudio de Seguridad y Salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuyo artículo 4 establece las condiciones de obligatoriedad para los proyectos técnicos de construcción, viniendo reglamentariamente exigido en el presente caso.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollará las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el plan de seguridad y salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el plan de seguridad y salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones a que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

La base legal de este estudio, así como del citado Real Decreto 1627/97, dictado en su desarrollo, es la Ley 31/1.995, de 10 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, cuyo desarrollo reglamentario, de aplicación directa al estudio de Seguridad y salud, en tanto que establece normas que deben ser observadas parcial o totalmente en su redacción y posterior cumplimiento que, sin perjuicio de las recogidas en el pliego de condiciones de este estudio, se concretan en las siguientes:

- *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11- 95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.*

- *Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo)*

- *Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. (31-01-97)*

- *Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E. 01-05-98)*

- *Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M. de 27-06-97, B.O.E. 04-07-97)*

- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97)*

- *Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*

- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*

- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*

- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)*

- *Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes*

Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)

- *Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)*
- *Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)*
- *Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)*
- *Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales*
- *Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.*
- *Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.*
- *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.*
- *Ampliación 1 normativa del Estado*

Adicionalmente, en la redacción del presente estudio, tal y como se especifica en el pliego de condiciones del mismo, se observan las normas, guías y documentos de carácter normativo que han sido adoptadas por otros departamentos ministeriales o por diferentes organismos y entidades relacionadas con la prevención y con la construcción, en particular las que han sido emitidas por el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, por el Ministerio de Industria,* por las Comunidades Autónomas, así como n*ormas UNE* e *ISO* de aplicación.

3 CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS

3.1. Descripción de las Obras

El proyecto a ejecutar, comprende la siguiente serie de actuaciones:

- Desbroce de tierra vegetal
- Excavación en arcillas con medios mecánicos
- Preparación de superfice de apoyo mediante escarificación y compactación
- Formación de terraplenes
- Estabilización de suelos con cal
- Extendido de capa granular de zahorra artifical
- Extendido de mezclas bituminosas en caliente
- Riegos de adherencia e imprimación
- Formación de pavimentos de hormigón para arcenes
- Construcción de drenaje longitudinal y obras de drenaje transversal
- Señalización longitudinal del Circuito con pintura acrílica
- Revegetación de taludes
- Colocación de barreras de protección y defensa

3.2. Situación

El circuito de Sevilla se encuentra al Noreste de la ciudad a unos 14 Km. del casco urbano de Sevilla, en el término municipal de La Rinconada, próximo al Parque Tecnológico Aerópolis.

3.3. Presupuesto, Plazo de Ejecución y Mano de Obra

- **Presupuesto.**

El Presupuesto de Ejecución Material de las obras excluyendo el presente Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de **DIEZ MILLONES SETECIENTOS DIECISÉIS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS (10 716 544.61€)**

- **Plazo de ejecución.**

El plazo de ejecución previsto es de DIEZ MESES (10).

- **Personal previsto**

Como base de cálculo se prevé que la mayor necesidad de personal es de 40 trabajadores simultaneando sus tareas en fase punta.

4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En virtud de lo contemplado en el artículo 4 del Rd 1627/97: El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

• Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 Euros.

• Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente

• Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500

• Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas "Se redacta, por tanto, el presente Estudio de Seguridad y Salud, al tratarse de una obra en el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es superior a 450.000 Euros.

5 CONDICIONES DEL ENTORNO DE OBRA. SERVICIOS AFECTADOS

- Presencia tráfico rodado o transeúntes y peatones:

La obra se realizará dentro del área de influencia de la pista del Circuito que se encuentra cerrada y limitado su acceso, por lo que el único tráfico previsto es el del personal de la propia obra.

En caso de realizarse trabajos (carga y descarga), los cuales no se encuentren dentro de la zona delimitada de obras, las maniobras serán apoyadas por peones señalistas. En el plan de seguridad y salud se deberá concretar las posibles interferencias y medidas de seguridad a establecer.

- Interferencia con instalaciones existentes

El contratista tendrá que estudiar previo al comienzo de la obra, las posibles instalaciones afectadas dentro del solar y en sus proximidades, recabando todos los datos e informaciones necesarias acerca de las mismas y adoptando todas las medidas preventivas necesarias. En caso de interferencia, el contratista tendrá que comunicarlo inmediatamente a la compañía suministradora para el desvío o corte del suministro. Como consecuencia de las obras comprendidas en el presente Proyecto no se prevé la afección de los numerosos servicios o instalaciones existentes en el Circuito, a excepción de la red de riego donde se ha previsto la adecuación y orientación de las líneas de aspersión.

- Interferencia con obras colindantes

No está previsto que durante la ejecución de la obra, se ejecuten simultáneamente obras colindantes a la misma. En caso de concurrencia de varias obras en el mismo centro de trabajo, previo al comienzo de la actividad, será necesario que se lleve a cabo una reunión de coordinación de actividades empresariales en cumplimiento del R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

6 TRABAJOS A EJECUTAR Y UDS. CONSTRUCTIVAS

Conforme el proyecto de ejecución de esta obra y el plan de ejecución de la misma, se definen las siguientes unidades constructivas más representativas de la obra son las siguientes:

- Desbroces
- Excavaciones
- Rellenos de tierras
- Drenaje
- Bases y subbases granulares
- Firmes
- Señalización
- Defensas

7 RIESGOS

7.1. Riesgos Profesionales

1) En desbroces, despejes y destoconamientos.

Picaduras / Atrapamientos en derribo de árboles / Caídas a distinto nivel / Contactos con líneas eléctricas / Atropellos por máquinas y vehículos.

2) En demoliciones.

Caídas a distinto nivel / Caídas de materiales / Desprendimientos / Hundimientos prematuros / Polvo / Cortes y golpes con máquinas, herramientas y materiales / Heridas por objetos punzantes / Ruidos / Atrapamientos.

3) En excavaciones y explotaciones de canteras.

Desprendimientos y deslizamientos de tierras / Caídas de personas al mismo y a distinto nivel / Vuelco por accidente de vehículos y máquinas / Atropellos por máquinas o vehículos / Atrapamientos / Explosiones / Cortes y golpes / Ruido / Vibraciones / Emanaciones / Afloramiento de agua / Proyección de partículas a los ojos / Polvo.

4) En transporte, vertido, extendido y compactación de tierras.

Deslizamientos y desprendimientos del terreno / Accidentes de vehículos / Atropellos por máquinas o vehículos / Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil / Atrapamientos / Caída de personas / Caídas de material / Cortes y golpes / Vibraciones / Polvo.

5) En sostenimientos y tablestacas.

Golpes de o contra objetos / Atrapamientos / Sobre esfuerzos / Caídas de personal al mismo y a distinto nivel / Salpicaduras / Proyecciones.

6) En bases y subbases granulares.

Deslizamientos y desprendimientos del terreno / Accidentes de vehículos / Atropellos por máquina y vehículos / Vuelcos o falsas maniobras por maquinaria móvil / Atrapamientos / Caídas de personas / Caídas de materiales / Cortes y

golpes / Vibraciones / Polvo

7) En firmes.

Atropellos por maquinaria y vehículos / Atrapamientos por maquinaria y vehículos / Colisiones y vuelcos / Erosiones y contusiones en manipulación / Utilización de productos bituminosos / Salpicaduras / Polvo.

8) En conducciones y ejecución de obras singulares: arquetas, desagües, etc.

Caídas de personas al mismo y distinto nivel / Caídas de materiales / Electrocuciones / Dermatosis por cemento / Cortes y golpes / Salpicaduras / Proyección de partículas a los ojos / Heridas producidos por objetos punzantes y cortantes / Atropellos por máquina o vehículos / Derrumbe de conjuntos mal construidos o mal apuntalados.

9) En pasos bajo vías de comunicación.

Caídas de personas al mismo y a distinto nivel / Electrocuciones / Cortes y golpes / Proyección de partículas a los ojos / Atropellos por máquinas o vehículos / Deslizamientos y desprendimientos del terreno / Atrapamientos / Explosiones / Ruido / Vibraciones / Emanaciones / Afloramiento de agua / Polvo.

10) En señalización, balizamiento y defensas.

Atropellos por máquina o vehículos / Atrapamientos por maquinaria o vehículos / Colisiones y vuelcos / Caídas de personas al mismo y distinto nivel / Cortes y golpes.

11) Riesgos eléctricos.

Derivados de maquinaria, conducciones, cuadros, útiles, etc., que utilizan o producen electricidad en la obra / Interferencias con líneas eléctricas / Influencia de cargas electromagnéticas debidas a emisoras o líneas de alta tensión / Tormentas / Corrientes erráticas / Electricidad estática.

12) Líneas eléctricas.

Desprendimientos / Electrocuciones / Caída de personas / Caída de material / Vuelco de vehículos / Atropellos / Polvo / Atrapamientos.

13) Armado e Izado de apoyos eléctricos.

Caídas de personas al mismo nivel / Caídas de personas a distinto nivel / Caídas de objetos / Choques y golpes / Atrapamientos / Cortes / Contactos eléctricos / Sobreesfuerzos / Atropellos.

14) Tendido y Regulado de líneas eléctricas aéreas.

Caídas de personas al mismo nivel / Caídas de personas a distinto nivel / Caídas de objetos / Choques y golpes / Atropellos / Atrapamientos / Sepultamiento / Cortes / Contactos eléctricos / Sobreesfuerzos.

15) Centro de transformación.

Caídas de material / Caídas de personal / Electrocuciones / Polvo.

16) En instalaciones electromecánicas.

Caída de personas / Caída de material / Golpes y caídas de materiales / Heridas punzantes en extremidades / Golpes de herramientas / Quemaduras / Electrocución / Radiaciones / Sobreesfuerzos / Contactos eléctricos / Cortes.

17) En pinturas.

Caídas desde altura / Caídas de herramientas / Partículas en los ojos / Contacto con materiales agresivos / Cortes por manejo de herramientas / Sobreesfuerzos al manipular objetos pesados / Afecciones respiratorias por inhalación de sustancias agresivas / Dermatosis por contacto con sustancias agresivas.

18) En plantaciones.

Deslizamientos y desprendimientos del terreno / Accidentes de vehículos / Atropellos por máquina o vehículos / Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil / Atrapamientos / Caídas de personas / Caídas de materiales / Cortes y golpes / Vibraciones / Polvo.

19) En obras de urbanización.

Deslizamientos y desprendimientos del terreno / Accidentes de vehículos / Atropellos por máquina o vehículos / Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil / Caídas de materiales / Vibraciones / Polvo.

20) En ejecución de drenajes.

Desprendimiento y deslizamientos del terreno / Caídas de personas al mismo y distinto nivel / Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil / Accidentes de vehículos / Atropellos por máquina o vehículos / Atrapamientos / Cortes y golpes / Vibraciones / Polvo / Ruido / Emanaciones / Afloramientos de agua / Proyección de partículas a los ojos.

21) En mobiliario y equipamiento deportivo.

Deslizamientos y desprendimientos del terreno / Accidentes de vehículos / Atropellos por máquina o vehículos / Atrapamientos / Caídas de personas / Caídas de materiales / Cortes y golpes / Sobreesfuerzos al manipular objetos pesados.

22) En soldaduras.

Explosiones / Humos metálicos / Radiaciones.

23) Riesgos de incendio.

En almacenes, vehículos, encofrados de madera, etc.

24) Actividades auxiliares.

Vuelco de vehículos / Caídas de altura / Caídas a nivel / Electrocuciones / Quemaduras por el cemento / Heridas producidas por puntas / Desprendimiento / Polvo / Cortes y golpes / Ruido / Vibraciones / Caídas de material / Salpicaduras / Proyecciones de partículas a los ojos / Atropellos / Atrapamientos / Explosiones / Afloramientos de agua.

7.2. Enfermedades Profesionales

1) Producidas por agentes químicos.

Plomo y sus compuestos / Óxido de carbono / Hidrocarburos alifáticos / Derivados halogenados de los hidrocarburos alífaticos / Benceno, tolueno, xileno y otros homólogos del benceno.

2) De la piel causadas por sustancias y agentes no comprendidos en algunos de los otros apartados.

Cáncer cutáneo y lesiones cutáneas precancerosas debidas al alquitrán y betún / Otras afecciones cutáneas provocadas en el medio profesional

3) Provocadas por la inhalación de sustancias y agentes no comprendidos en alguno de los otros apartados.

Irritación de las vías aéreas superiores por inhalación o ingestión de polvos, líquidos, gases o vapores.

4) Producidas por agentes físicos.

Hipoacusia o sordera provocada por el ruido / Enfermedades osteo–articulares provocadas por las vibraciones mecánicas / Enfermedades de las bolsas serosas debido a la presión / Periostitis / Parálisis de los nervios debidos a la presión.

5) Enfermedades sistemáticas.

Distrofia por gases, vapores, polvos y líquidos

7.3. Riesgos de Daños a Terceros

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras

personas ajenas a la misma una vez iniciados los trabajos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera.

Se impedirá el acceso de personas ajenas a la obra. Si existiesen antiguos caminos se protegerán por medio de vallas autónomas metálicas. En el resto del límite de la zona de peligro, por medio de cintas de balizamiento reflectante.

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser:

Caída al mismo nivel / Caída de objetos y materiales / Atropello / Polvo y ruido.

8 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

8.1. Protecciones individuales

Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes / Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo provincial / Prendas reflectantes / Botas de seguridad de lona (Clase III) / Botas de seguridad de cuero (Clase III) / Botas impermeables al agua y a la humedad / Botas dieléctricas / Guantes de cuero / Guantes de goma / Guantes de soldador / Guantes dieléctricos / Cinturón de seguridad de sujeción / Cinturón antivibratorio / Mascarillas antipolvo / Filtro para mascarilla / Gafas contra impactos y antipolvo / Gafas para oxicorte / Protectores auditivos / Pantalla de seguridad para soldador eléctrico / Polainas de soldador / Manguitos de cuero / Mandiles de cuero / Trajes de agua / Gafas de soldadura autógena / Muñequera / Equipo autónomo de respiración / Trajes ignífugos.

8.2. Protecciones Colectivas

1) En demoliciones y desmontajes.

Acotado del área de trabajo / Pasarelas antideslizantes / Cables y cuerdas de seguridad / Anclajes para cinturones de seguridad / Apeos y apuntalamientos / Plataformas de trabajo / Tolvas de evacuación y recogida de escombros / Escaleras de mano / Riegos.

2) En desbroces, despejes y destoconamientos.

Vallas de limitación y protección / Cintas de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Regado de pistas / Topes en vertederos / Jalones de señalización / Balizas luminosas / Conos de señalización.

3) En excavación y explotación de canteras.

Redes o telas metálicas de protección para desprendimientos localizados / Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Barandillas / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Detectores de corrientes erráticas / Marquesinas o pasillos de seguridad / Regado de pistas / Topes en vertederos / Jalones de señalización / Balizas luminosas / Semáforo portátil / Cono de señalización.

4) En transporte, vertido, extendido y compactación de tierras.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Regado de pistas / Jalones de señalización / Balizas luminosas / Semáforo portátil / Cono de señalización / Barrera de seguridad tipo doble onda.

5) En hormigones.

Iluminación de emergencia en túnel artificial / Pasillo de seguridad / Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales de seguridad / Redes o lonas de protección / Barandillas / Cables de sujeción de cinturones de seguridad / Lona ignífuga para cubrimiento de encofrado deslizante.

6) En estructuras.

Plataformas voladas para retirar elementos de encofrado / Castilletes en hormigonado / Peldañeado de escaleras / Carro portabotellas / Válvulas antirretroceso en mangueras / Protectores de emboquillado.

7) En bases, subbases granulares y firmes.

Redes o telas metálicas de protección para desprendimientos localizados / Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Regado de pistas / Jalones de señalización / Conos de señalización.

8) En conducciones y ejecución de obras singulares: arquetas, desagües, etc.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales de seguridad / Redes o lonas de protección.

9) Señalización, balizamiento y defensas.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Conos de señalización.

10) En riesgos eléctricos.

Interruptor diferencial y magnetotérmico / Tomas de tierra / Transformadores de seguridad / Pórticos limitadores de gálibo para líneas eléctricas.

11) En instalaciones electromecánicas.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales de seguridad.

12) En pinturas.

Plataformas metálicas en voladizo para descarga de material a plantas / Redes en huecos horizontales y verticales / Barandillas / Cables para anclaje del cinturón de seguridad.

13) En plantaciones.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Riegos / Topes en vertederos / Jalones de señalización.

14) En obras de urbanización en general.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Riegos / Topes en vertederos / Jalones de señalización.

15) En ejecución de drenajes.

Redes o telas metálicas de protección para desprendimientos localizados / Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria.

Barandillas / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Detectores de corriente errática / Topes en vertederos / Jalones de señalización / Conos de señalización.

16) En impermeabilizaciones y protección de taludes.

Redes o telas metálicas de protección para desprendimientos localizados / Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales de seguridad / Jalones de señalización.

17) En actividades auxiliares.

Vallas de limitación y protección / Cinta de balizamiento / Cordón reflectante de balizamiento / Señales de tráfico / Señales de seguridad / Jalones de señalización / Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria / Regado de pistas.

18) En soldaduras.

Válvulas antirretroceso.

19) En incendios.

Extintores portátiles.

20) Equipo de rescate.

Oxígeno / Camilla / Grupo electrógeno / Lámpara autónoma / Gatos.

Por último, se procurará una buena protección colectiva con una adecuada señalización y su cumplimiento correspondiente y, concretamente, en lo respectivo a las siguientes protecciones:

- Señales de Obligatoriedad de uso del Casco, de Botas, Guantes y, en su caso, Gafas y Cinturones.

- Itinerarios obligatorios para el personal en zonas conflictivas.

- En las zonas donde fuera preciso, se colocará señal de mascarilla o señal de protectorauditivo o de gafas, según proceda.

- Señal de caída de objetos, caída a distinto nivel o maquinaria pesada en movimiento donde sea preciso.

- Además, en la entrada y salida de obra de operarios y vehículos, se implantarán las siguientes señales: Señal de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, señal de prohibido fumar y encender fuego y prohibido aparcar.

- Todas la zonas de peligro ya definidas, o sea, exterior 5 metros a la de trabajo y fácilmente accesibles, se delimitarán o con valla metálica, si fuera clara y fácilmente accesible, o con cinta de balizamiento.

- Para cruce por debajo de cualquier posible línea eléctrica aérea, se colocará un pórtico protector de tal manera que su dintel diste verticalmente 4 metros o más, si la línea fuera de alta tensión. El dintel distará verticalmente de los conductores medio metro o más si fuera de baja tensión.

- Donde exista riesgo eléctrico, se colocará señal del mismo.

- Se fijarán señales de localización de botiquín y de extintores.

- Se logrará una adecuada protección colectiva contra la corriente eléctrica de baja tensión, tanto para contactos directos como indirectos, mediante la debida combinación de puesta a tierra e interruptores diferenciales. Todo ello, de tal manera que en el exterior, o sea en ambiente posiblemente húmedo, ninguna masa pueda alcanzar una tensión de 24 v.

- La toma de tierra se realizará mediante una o más picas, las que sean precisas, de acero recubiertas de cobre de 14 mm. de diámetro mínimo y longitud mínima dos metros, de tal manera que unidas en paralelo, mediante conductor de cobre de 35 mm^2 de sección, la resistencia obtenida sea igual o inferior a 20 ohmios. Cada salida de alumbrado, del cuadro general, se dotará de un interruptor diferencial de 30 mA. de sensibilidad.

- Análogamente, cada salida de fuerza del cuadro general, se dotará de un interruptor diferencial de 300 mA. de sensibilidad.

- La protección colectiva contra incendios se realizará mediante extintores portátiles de polvo polivalente de 12 Kg. de capacidad de carga, uniformemente repartidos, debidamente señalizada su localización como se ha dicho, y uno de ellos se ubicará precisamente cerca de la salida.

- Si existiese instalación de alta tensión cerca de ella, y sólo se pudiera utilizar ésta, si esta instalación fuese el origen, se emplazará un extintor de dióxido de carbono de 5 Kg. de capacidad de carga.

8.3. Prevención de las Enfermedades Profesionales

- Limpieza general de la obra.

- Utilización de las protecciones individuales necesarias en cada actividad.

- Revisiones médicas periódicas.

- Correcta utilización de los locales higiénicos.

- Riegos para evitar el polvo.

- Control de la duración de la jornada laboral, para prevenir la fatiga.

- Descansos periódicos necesarios en función de la actividad a desarrollar.

- Información y formación de los trabajadores sobre los riesgos que entraña su trabajo.

- Aplicación de los protocolos específicos a través de los exámenes de salud laboral.

8.4. Medidas Preventivas

Seguidamente se recogen, para las unidades de obra más importantes, las medidas preventivas que se deben, como mínimo, disponer:

1) Demoliciones:

Se acotarán con vallas las áreas en las que la caída de materiales pudiera afectar a peatones o vehículos.

Se establecerán accesos obligados a la zona de trabajo debidamente protegidos con viseras o medios equivalentes, cerrando huecos que a nivel del suelo pudieranconstituir accesos incontrolados a la obra.

Se colocará la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

Previamente a la iniciación de los trabajos se establecerá un plan de demolición, incluyendo orden en la ejecución de las distintas fases de la misma, refuerzos o apeos necesarios, tanto en la propia obra como en áreas circundantes, medios a emplear parala demolición y cuantas medidas sean necesarias para la adecuada ejecución de los trabajos.

Antes de iniciar los trabajos se resolverán las posibles interferencias decanalizaciones de servicios con la demolición a ejecutar.

Siempre que se trabaje a distintos niveles se adoptarán las precauciones necesarias para la protección de los trabajadores ocupados en los niveles inferiores.

Iniciada la demolición de un elemento, con pérdida progresiva de su estabilidad, se completará su derribo en la jornada o se acotarán las zonas que pudieran ser afectadas por su derrumbe imprevisto.

Se regarán los elementos a demoler y escombros siempre que puedan producir cantidad de polvo que resulte insalubre o peligrosa.

2) Terraplenes y desmontes:

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvaredas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos y se colocarán las señales: Riesgo de caídas a distinto nivel, y maquinaria pesada en movimiento.

Se señalizará oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

Siempre deberán de respetarse los taludes de proyecto, así como balizar la cabeza de estos.

Los caminos o rampas de acceso de vehículos al área de trabajo, serán independientes de los accesos de peatones.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.

Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente indicándose los distintos peligros con las correspondientes señales de limitación de velocidad y las señales SNS-302: Peligro, Explosivos, SNS-309:

Riesgos de desprendimientos, SNS-310: Peligro Maquinaria pesada en movimiento, SNS-311: Riesgo de caídas a distinto nivel.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las posibles interferencias con canalizaciones de servicios existentes.

Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de árboles, bien se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se acotará el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.

Los materiales precisos para refuerzo y entibado se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la excavación sea seguido inmediatamente por la colocación de los mismos.

Los productos de excavación que no se lleven a vertedero se colocarán a unadistancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lomenos, igual a la profundidad de la excavación.

Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados si fuese preciso porpersonal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución demaniobras e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.

Siempre que un vehículo parado inicia un movimiento lo anunciará con una señalacústica.

Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgo decaída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0,90 m. de altura siempreque se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Diariamente se revisará por personal capacitado el estado de entibaciones y refuerzos.

Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación, compactación ytransporte con especial atención al estado de mecanismos de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.

3) Zanjas y pozos:

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personaso vehículos en las inmediaciones.

Las zanjas estarán acotadas, vallando la zona de paso en la que se presuma riesgo para peatones o vehículos.

Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos, etc., estarán completamente valladas.

Las vallas de protección distarán no menos de 1 m. del borde de la excavación cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.

Cuando los vehículos circulen en sentido normal al eje de una zanja, la zona acotada se ampliará a dos veces la profundidad de la zanja en ese punto, siendo la anchura mínima de 4 m. y limitándose la velocidad de los vehículos en cualquier caso.

El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,50 m., se dispondrán a una distancia no menor de 2 m. del borde.

En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,25 m., siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior.

Las zanjas de profundidad mayor de 1,25 m. estarán provistos de escaleras que alcancen hasta 1 m de altura sobre la arista superior de la excavación.

Al finalizar la jornada de trabajo o en interrupciones largas, se cubrirán las zanjas y pozos de profundidad mayor de 1,25 m. con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Como complemento a los cierres de zanjas y pozos se dispondrá la señalización de tráfico pertinente y se colocarán señales luminosas en número suficiente.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiará la posible alteración en la estabilidad de áreas próximas como consecuencia de los mismos con el fin de adoptar las medidas oportunas. Igualmente se resolverán las posibles interferencias con conducciones aéreas o subterráneas de servicios.

Cuando no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable, se entibará.

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que la apertura de zanjas sea seguida inmediatamente por su colocación.

Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personal dentro de la zanja, antes de su entibado, será obligado hacer éste desde el exterior de la misma, empleando dispositivos que colocados desde el exterior protejan al personal que posteriormente descenderá a la zanja.

Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día, o después de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

4) Instalación de tuberías:

En el caso de aperturas de zanjas previa a la instalación de tuberías, estas se apilarán a pie de zanja respetando las distancias de seguridad marcadas anteriormente. La superficie de almacenamiento de las tuberías será plana y estable y los separadores de madera (calzos, etc.) serán resistentes y de buena calidad.

En las labores de instalación, no se colocará ningún operario por debajo del radio de acción de la maquinaria de elevación (grúas, retroexcavadoras, etc).

Los tubos deberán colocarse en el fondo de la excavación sin dejarlos caer y el apartado de elevación será de potencia y dimensiones suficientes.

5) Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión:

El trabajo que sea necesario llevar a cabo en la proximidad inmediata de conductores o aparatos de Alta Tensión, se realizará en las condiciones siguientes:

Se considerará que todo conductor está en tensión.

No se conducirán vehículos altos por debajo de las líneas eléctricas, siempre que exista otra ruta a seguir.

Cuando se efectúen obras, montajes, etc. en proximidad de líneas aéreas, se dispondrá de gálibos, vallas o barreras provisionales.

Cuando se utilicen grúas-torre o similar, se observará que se cumplen las distancias de seguridad.

Durante las maniobras de la grúa, se vigilará la posición de la misma respecto de las líneas.

No se permitirá que el personal se acerque a estabilizar las cargas suspendidas, para evitar el contacto o arco con la línea.

No se efectuarán trabajos de carga o descarga de equipos o materiales debajo de las líneas o en su proximidad.

No se volcarán tierras o materiales debajo de las líneas aéreas, ya que esto reduce la distancia de seguridad desde el suelo.

Los andamiajes, escaleras metálicas o de madera con refuerzo metálico, estarán a una distancia segura de la línea aérea.

Cuando haya que transportar objetos largos por debajo de las líneas aéreas, se llevarán siempre en posición horizontal.

En líneas aéreas de alta tensión, las distancias de seguridad a observar son: 4 m. hasta 66.000 V., 5 m. entre 66.000 y 220.000 V. Y 7 m. para más de 220.000 V.

Si estas medidas no se pudieran mantener, se colocarán pantallas protectoras aislantes con un aislamiento apropiado que conserve sus propiedades indefinidamente y que limiten en caso de contacto, la corriente un valor inocuo de 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 ohmios.

6) Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de baja tensión :

Toda la instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

Si hay posibilidad de contacto eléctrico, siempre que sea posible, se cortará la tensión de la línea.

Si esto no es posible, se pondrán pantallas protectoras o se instalarán vainas aislantes en cada uno de los conductores, o se aislará a los trabajadores con respecto a tierra.

Los recubrimientos aislantes no se instalarán cuando la línea esté en tensión, seráncontinuos y fijados convenientemente para evitar que se desplacen. Para colocar dichasprotecciones será necesario dirigirse a la compañía suministradora, que indicará elmaterial adecuado.

7) Trabajo en la proximidad de cables subterráneos:

Al hacer trabajos de excavación en proximidad de instalaciones en las que no haya certeza de ausencia de tensión, se obtendrá, si es posible, de la Compañía el trazado exacto y características de la línea.

En estos trabajos se notificará al personal la existencia de estas líneas, así como se procederá a señalizar y balizar las zanjas, manteniendo una vigilancia constante.

No se modificará la posición de ningún cable sin la autorización de la Compañía.

No se utilizará ningún cable que haya quedado al descubierto como peldaño o acceso a una excavación.

No trabajará ninguna máquina pesada en la zona.

Si se daña un cable, aunque sea ligeramente, se mantendrá alejado al personal de la zona y se notificará a la Compañía Suministradora.

8) Protección de incendios:

El riesgo de incendios por existencia de fuentes de ignición (trabajos de soldadura, instalación eléctrica, fuegos en periodos fríos, cigarrillos, etc.) y de sustancias combustibles (madera, carburantes, disolventes, pinturas, residuos, etc.) estará presente en la obra requiriendo atención a la prevención de estos riesgos.

Se realizarán revisiones periódicas y se vigilará permanentemente la instalación eléctrica provisional de la obra, así como el correcto acopio de sustancias combustibles situando estos acopios en lugares adecuados, ventilados y con medios de extinción en los propios recintos.

Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran, oficinas, almacenes, etc.

Se tendrán en cuenta otros medios de extinción como agua, arena, herramientas de uso común, etc.

Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencia, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocará en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.

Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Se dispondrá la adecuada señalización indicando los lugares con riesgo elevado de incendio, prohibición de fumar y situación de extintores.

Estas medidas se orientan a la prevención de incendios y a las actividades iniciales de extinción hasta la llegada de los bomberos, caso que fuera precisa su intervención.

8.5. Formación del Personal

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo al personal de la obra. Además de las Normas y Señales de Seguridad concienciándoles en su respeto y cumplimiento, y de las medidas de Higiene, se les enseñará la utilización de las protecciones colectivas, y el uso y cuidado de las protecciones individuales del operario.

Los operarios serán ampliamente informados de las medidas de seguridad, personales y colectivas que deben establecerse en el tajo a que estén adscritos así como en los colindantes.

Cada vez que un operario cambie de tajo, se reiterará la operación anterior.

El Contratista garantizará, y consecuentemente será responsable de su omisión, que todos los trabajadores y personal que se encuentre en la obra, conoce debidamente todas las normas de seguridad que sean de aplicación.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

8.6. Medicina Preventiva y Primeros Auxilios

- Botiquines.

Se prevé la instalación de un local para botiquín central atendido por un A.T.S. en caso de más de 250 trabajadores y varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo todo el material necesario para llevar a cabo su función.

- Asistencia a accidentados.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, Hospitales, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es obligatorio disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con losteléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc.,para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros deasistencia.

La empresa contratista deberá establecer su plan de emergencia y evacuación, conla consiguiente asignación de recursos, establecimiento de rutas precisas de evacuacióny responsables de actuación, además de contar con personal formado en primeros auxilios.

- Reconocimiento Médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma alguna red municipal de distribución, sino de fuentes, pozos, etc., hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración.

La empresa adjudicataria tomará las oportunas medidas para que ningún operario realice tareas que le puedan resultar lesivas a su estado de salud general o concreto en cada momento.

9 PREVENCIÓN DE RIESGO DE DAÑOS A TERCEROS

En evitación de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en las carreteras a las distancias reglamentarias del entronque con ella.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a todo personal ajeno a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

Si algún camino o zona pudiera ser afectado por proyecciones de piedra en las voladuras, se establecerá el oportuno servicio de interrupción del tránsito, así como las señales de aviso y advertencia que sean precisas.

10 PREVENCION DE RIESGOS EN MAQUINARIA, INSTALACIONES PROVISIONALES Y MEDIOS AUXILIARES

A título general se establece la obligación de que toda máquina que participe en la obra contará con manual de instrucciones, marcado CE y certificado de conformidad CE del fabricante, y caso de no disponer de estos últimos por no estar reglamentariamente obligado a ello, contará con un certificado de conformidad emitido por organismo competente al respecto.

Todas las máquinas autopropulsadas dispondrán de dispositivo acústico de marcha atrás y rotativo luminoso operativos durante el funcionamiento de la máquina.

Todos los dispositivos de seguridad instalados en las máquinas serán “NO ANULABLES”.

10.1. Maquinaria

1) Grúas autopropulsadas:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Golpes de la carga / Rotura del cable estrobo / Falta de visibilidad / Caída de la carga / Caída o vuelco de la grúa / Atropellos.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

La persona encargada del manejo de la grúa, tendrá perfecta visibilidad en todas las maniobras, tanto de la carga como de la traslación.

* Protecciones colectivas.

Estas grúas no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos-soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire.

El personal nunca se situará debajo de una carga suspendida.

La traslación con carga de las grúas automóviles, se evitará siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura posible, se orientará en la dirección del desplazamiento.

Deberán de contar con señalización de seguridad e indicación de cargas máximas izables en función de la longitud de pluma.

2) Sierra circular eléctrica:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Rotura del disco / Corte y amputaciones / Polvo ambiental / Descarga de corriente / Proyección de partículas.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

El disco deberá tener una protección.

La transmisión motor-máquina deberá tener una carcasa protectora.

Se deberá trabajar con mascarilla.

La máquina se conectará a tierra a través del relé diferencial.

Los dientes del disco estarán afilados.

Solo podrán emplearse por personal cualificado y autorizado, que a la hora de trabajar llevará ropa sin manga por debajo del codo y no llevarán ropa holgada ni complementos que cuelguen.

* Protecciones colectivas.

La máquina dispondrá de un interruptor de marcha y parada.

La zona de trabajo deberá estar limpia.

Las maderas que se utilicen deberán estar desprovistas de clavos.

Preferentemente, en lugares cerrados, se trabajará con instalación de extracción de aire.

En el caso de usarla para cortar material cerámico, dispondrá de un sistema de humidificación para evitar la formación de polvo.

3) Grupos de soldaduras:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Quemaduras / Intoxicaciones / Descargas eléctricas / Lesiones en la vista / Caídas desde alturas / Golpes.

- Medios de protección:

* Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco.

Será obligatorio el uso de mascarilla para soldar, guantes de cuero, polainas y mandil.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para trabajar en altura.

* Protecciones colectivas.

En lugares de trabajo cerrados se instalará una extracción forzada.

Las máquinas se conectarán a tierra.

4) Convertidores y vibradores eléctricos:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Descargas eléctricas / Salpicaduras de lechada en ojos y piel / Caídas desde altura.

- Medios de protección:

* Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco.

Se trabajará con guantes de cuero y gafas.

Después de la utilización del vibrador se procederá a su limpieza.

Para trabajos en altura se dispondrá de cinturón de seguridad y de andamios protegidos y colocados de forma estables.

* Protecciones colectivas

La salida de tensión del convertidor será a 24 V. Estará conectado a tierra y protegido por el relé diferencial.

El cable de alimentación deberá estar protegido.

5) Vibradores neumáticos:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Descargas eléctricas / Salpicaduras de lechada en ojos y piel / Caídas desde altura.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

Se trabajará con guantes de cuero y gafas. Después de la utilización del vibrador se procederá a su limpieza.

Para trabajos en altura se dispondrá de cinturón de seguridad y de andamios colocados en posiciones estables.

6) Compresores de aire:

- Riegos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Ruidos / Rotura de mangueras.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

* Protecciones colectivas.

Se utilizarán mangueras para presión de aire.

Las mangueras de los compresores de aire serán objeto de revisión periódica y previa al comienzo de los trabajos, siendo obligada la sustitución en caso de indicios de encontrarse en mal estado.

La conexión de mangueras de aire se realizará de forma perfecta.

Al paralizar el compresor se abrirá la llave del aire.

Se utilizarán compresores silenciosos.

7) Martillo picador:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Ruidos / Vibraciones y percusión / Proyección de partículas / Golpes /Descargas eléctricas.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

También se utilizará: protector auditivo, cinturón antivibratorio, mangueras, gafas antimpactos, guantes y mascarillas.

* Protecciones colectivas.

Se procederá al vallado de la zona donde caigan escombros con un mínimo de 5 m.

Los martillos eléctricos se conectarán a tierra.

8) Hormigonera eléctrica:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Corte y amputaciones / Descargas eléctricas / Salpicaduras de lechada en ojos y piel.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

Se utilizarán guantes de cuero y gafas.

* Protecciones colectivas

Se conectará la máquina a tierra y al relé diferencial.

Se protegerá la transmisión de la máquina con una carcasa.

Se procurará ubicarla donde no de lugar a otro cambio y que no pueda ocasionar vuelcos o desplazamientos involuntarios.

9) Pala cargadora y retroexcavadora:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Golpes y atropellos / Electrocuciones y descargas eléctricas /Vuelcos / Atrapamiento.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

Los operarios tendrán perfecta visibilidad en todas las maniobras.

* Protecciones colectivas.

Todo el personal trabajará fuera del radio de acción de la máquina.

La máquina, al circular, lo hará con la cuchara plegada.

En marcha atrás la máquina dispondrá de señales acústicas.

10) Camiones basculantes y dumpers:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Vuelcos / Colisiones / Golpes / Atropellos.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

El chófer deberá tener buena visibilidad durante toda la conducción y respetará las normas del Código de Circulación.

* Protecciones colectivas.

Periódicamente se revisarán frenos y neumáticos.

No se circulará con la caja del basculante levantada ni en las operaciones de descarga. En marcha atrás el camión dispondrá de señales acústicas.

Todo el personal efectuará sus labores fuera de la zona de circulación de los camiones.

No se utilizará como medio de transporte del personal.

Se evitarán maniobras bruscas.

No se sobrepasará la carga autorizada, según las características del vehículo.

Para efectuar una descarga junto al borde de excavación o taludes, se dispondrán topes de suficiente resistencia mecánica que impidan un acercamiento excesivo.

11) Cabestrante:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Vuelcos / Atrapamiento de extremidades con partes móviles / Quemaduras.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco, ropa de trabajo adecuada y guantes de protección.

* Protecciones colectivas.

Situar el cabrestante correctamente buscando una buena salida de los cables y respetando la distancia horizontal entre la máquina y el apoyo, que debe ser mayor a dos veces la altura de éste.

Nivelar correctamente la máquina y bajar las patas traseras y delanteras hasta la suspensión de la misma. El anclaje de la máquina se realizará con estrobos sujetos a los ojales posteriores de ésta.

La máquina se conectará a un electrodo de puesta a tierra.

No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.

Mientras la máquina está en marcha, queda prohibido tocar las partes móviles de éstas, y se evitará acercarse a ella con ropas anchas o sueltas.

No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.

12) Máquina de compresión:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de esta máquina son:

Proyección de objetos / Atrapamiento de extremidades con partes móviles / Golpes.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco, ropa de trabajo adecuada. guantes de protección, botas y gafas de seguridad.

* Protecciones colectivas.

No superar nunca los valores especificados de presión o fuerza del equipo.

La presión hidráulica no se aplicará a través de mangueras retorcidas.

La bomba no se arrancará a no ser que la válvula esté en posición neutra.

Se proporcionará apoyo firme a la bomba y cabeza de la prensa.

No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.

No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.

No tocar la cabeza de la prensa mientras esté operando.

Asegurar que se ha cerrado convenientemente la cabeza antes de comenzar la compresión.

No transportar el equipo sosteniéndolo por las mangueras.

13) Herramientas manuales:

- Riesgos más frecuentes:

Los riesgos específicos de este grupo son:

Descargas eléctricas / Proyección de partículas / Ruido / Polvo / Golpes, cortes, erosiones / Quemaduras.

- Medios de protección:

* Protecciones personales.

Será obligatorio el uso del casco.

Dependiendo de la máquina se usará también: Protector auditivo, mascarillas, guantes de cuero, pantallas y protectores de disco.

* Protecciones colectivas.

Todas las máquinas eléctricas conectarán a tierra.

Cuando no se trabaje con ellas deberán estar todas desconectadas y sobre todo, fuera de las zonas de paso del personal.

10.2. Instalaciones Provisionales

1) Instalación eléctrica:

Se hará la petición de suministro a la compañía eléctrica y se procederá al montaje de las instalaciones de la obra.

Simultáneamente con la petición de suministro se solicitará, si fuera necesario, el desvío de líneas aéreas o subterráneas que interfieran la ejecución de la obra.

Las acometidas, realizada por la empresa suministradora dispondrán de un armario de protección y medida directa, de material aislante, con protección de intemperie. A continuación se situará el cuadro general de mando y protección dotado de seccionador general, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra y sobrecargas o cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos.

Del cuadro general saldrán circuitos de alimentación a los cuadros secundarios.

Estos cuadros estarán dotados de interruptor omnipolar e interruptor general magnetotérmico. Las salidas estarán protegidas con interruptor magnetotérmico y diferencial.

La sensibilidad de estos interruptores serán:

300 mA. para la instalación de Fuerza.

30 mA. para la instalación de Alumbrado.

Existirán tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se dispongan.

* Enlaces entre los cuadros y máquinas.

Los enlaces se harán con conductores cuyas dimensiones estén determinadas por el valor de la corriente que deben conducir.

Debido a las condiciones meteorológicas desfavorables de una obra, se aconseja que los conductores lleven aislantes de neopreno por las ventajas que representan en sus cualidades mecánicas y eléctricas sobre los tradicionales con aislamiento de P.V.C.

Un cable deteriorado no debe forrarse con esparadrapo, cinta aislante ni plástico, sino con cinta autovulcanizante, cuyo poder de aislamiento es muy superior a las anteriores.

Ningún cable se colocará por el suelo en zonas de paso de vehículos y acopios de cargas. Caso de no poder evitarse, se dispondrán elevados y fuera del alcance de los vehículos que por allí deban circular; o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Todos los enlaces se harán mediante manguera de 3 ó 4 conductores con toma de corriente en sus extremos con enclavamiento del tipo 2P+T o bien 3P+T, quedando así aseguradas las tomas de tierra y los enlaces equipotenciales.

Toda maquinaria conexionada a un cuadro principal o auxiliar dispondrá de manguera con hilo de tierra.

* Protección contra contactos directos.

Las medidas de protección serían:

Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos.

Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental.

Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

* Protección contra contactos indirectos.

Se tendrá en cuenta:

a) Instalaciones con tensión hasta 250 V. con relación a la tierra.

Con tensiones hasta 50 V. en medios secos y no conductores, o 24 V. en medios húmedos o mojados, no será necesario sistema de protección alguno.

Con tensiones superiores a 50 V., si será necesario sistema de protección.

b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 V. con relación a la tierra.

En todos los casos será necesario sistemas de protección cualquiera que sea el medio.

* Puesta a tierra de las masas.

La puesta a tierra se define como toda ligazón metálica directa sin fusible ni dispositivo de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia de potencial peligrosa y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

Según las características del terreno se usará el electrodo apropiado de los tres tipos sancionados por la práctica.

Se mantendrá una vigilancia y comprobación constantes de las puestas a tierra.

* Otras medidas de protección:

Se extremarán las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70% y en los locales mojados o con ambientes corrosivos.

Todo conmutador, seccionador, interruptor, etc., deberá estar protegido mediante carcasas, cajas metálicas, etc.

Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica lo primero que deberá hacerse es dejarla sin tensión.

En caso de reparación de cualquier parte de la instalación, se colocará un cartel visible con la inscripción: "no meter tensión, personal trabajando".

Siempre que sea posible, se enterrarán las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia, tanto eléctrica como mecánica, probada.

* Señalización.

Se colocarán en lugares apropiados uno o varios avisos en los que:

Se prohíba la entrada a las personas no autorizadas a los locales donde está instalado el equipo eléctrico.

Se prohíba a las personas no autorizadas el manejo de los aparatos eléctricos.

Se den instrucciones sobre las medidas que han de tomarse en caso de incendio.

Se den instrucciones para salvar a las personas que estén en contacto con conductores de baja tensión y para reanimar a los que hayan sufrido un choque eléctrico.

* Útiles eléctricos de mano.

Las condiciones de utilización de cada material se ajustarán a lo indicado por el fabricante en la placa de características, o, en su defecto, a las indicaciones de tensión, intensidad, etc., que facilite el mismo, ya que la protección contra contactos indirectos puede no ser suficiente para cualquier tipo de condiciones ambientales, si no se utiliza el material dentro de los márgenes para los que ha sido proyectado.

Se verificará el aislamiento y protecciones que recubren a los conductores.

Las tomas de corriente, prolongados y conectores se dispondrán de tal forma que las piezas desnudas bajo tensión no sean nunca accesibles durante la utilización del aparato.

Sólo se utilizarán lámparas portátiles manuales que estén en perfecto estado y hayan sido concebidas a este efecto, según normas del Reglamento Electrónico para Baja Tensión. El mango y el cesto protector de la lámpara serán de material aislante y el cable flexible de alimentación garantizará el suficiente aislamiento contra contactos eléctricos.

Las herramientas eléctricas portátiles como esmeriladoras, taladradoras, remachadoras, sierras, etc., llevarán un aislamiento de Clase II.

Estas máquinas llevan en su placa de características dos cuadros concéntricos o inscritos uno en el otro y no deben ser puestas a tierra.

2) Talleres:

Los emplazamientos de los talleres se comunicarán con los almacenes que les suministren y con los lugares de la obra donde se realicen las actividades a las que prestan servicio mediante los accesos adecuados.

Todas las máquinas estarán sentadas sobre bancadas o cimentaciones que aseguren su estabilidad.

Las instrucciones para uso de las máquinas estarán indicadas con gráficos y textos siempre que sea preciso. Se dispondrá de la señalización de seguridad apropiada.

La distancia entre máquinas y la amplitud de los pasillos para circulación del personal que trabaje en los talleres serán las necesarias para la evitación de riesgos añadidos a la actividad de los talleres.

La iluminación será la adecuada cumpliendo lo establecido en el Anexo IV del R.D.

486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

3) Almacenes

Los almacenes son locales cerrados, cobertizos y zonas al aire libre que albergan los materiales siguientes:

Materiales de construcción / Materiales de montaje / Utiles y herramientas / Repuestos / Material y medios de Seguridad / Varios.

Los almacenes estarán comunicados con las zonas de actividad que se suministran de éstos, mediante los adecuados accesos. Dispondrán de cerramientos dotados de puertas controlándose en todo momento la entrada a los mismos. La distribución interior de los almacenes será la adecuada para que cumplan su finalidad de la forma más eficaz teniendo presente la evitación de riesgos del personal que ha de manipular los materiales almacenados. La disposición de pasillos, zonas de apilamiento, estanterías, etc., se hará teniendo presente estas circunstancias.

Las operaciones que se realizan habitualmente en los almacenes incluyen la descarga y recepción de materiales, su almacenamiento y la salida seguida del transporte hasta el lugar de utilización de los materiales.

4) Instalación de producción de hormigón:

Constará de los componentes siguientes:

Acometida eléctrica / Acometida de agua / Almacenamiento de áridos / Almacenamiento de cemento / Planta de hormigón / Accesos y zonas de carga y descarga.

La acometida eléctrica será subterránea disponiendo de un armario de protección realizado en material aislante con protección intemperie y con entrada y salida de cables por la parte inferior.

El cuadro general de mando y protección estará dotado de seccionador general de corte automático y protección contra faltas a tierra y sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores magnetotérmicos y diferencial. De este cuadro saldrán circuitos de alimentación de los cuadros secundarios para alimentación de los diversos componentes de la instalación que contarán con protección mediante interruptor magnetotérmico y diferencial.

Se dispondrán puestas a tierra de las masas de la estructura de la instalación.

La acometida de agua se hará a partir de la red de servicio de agua de la obra. Si fuera preciso se instalará un depósito regulador.

El almacenamiento de árido se hará en compartimentos descubiertos limitados por pantallas de separación de disposición radial. La estructura y anclaje de estas pantallas se calculará teniendo en cuenta los empujes que se pueden generar en las diversas situaciones de almacenamiento de árido en los compartimentos.

El almacenamiento de cemento se efectuará a granel en silos cerrados asentados sobre una cimentación adecuada para asegurar su estabilidad.

La planta de hormigón contará con escaleras y pasarelas que faciliten el acceso y permanencia en condiciones de seguridad, disponiendo de barandillas y rodapiés que impidan caídas de personas o de objetos.

Se contará con dispositivo de bloqueo y advertencias escritas que se colocarán oportunamente para evitar la puesta en marcha intempestiva mientras se realizan revisiones o reparaciones con la planta parada que podría causar accidentes.

Los accesos a la instalación y las áreas de carga y descarga de áridos, cemento y hormigón se definirán de forma que las maniobras de los vehículos (entradas, aproximación, estacionamiento y salida) puedan realizarse con suficiente visibilidad y disposición de espacio para reducir la posibilidad de accidentes por atropellos o aprisionamientos.

Se dispondrá la señalización de seguridad y de tráfico adecuada.

La totalidad de la instalación de producción de hormigón estará iluminada en previsión de trabajos nocturnos.

5) Andamios:

a) Plataforma de trabajo

El ancho mínimo del conjunto será de 60 cm.

Los elementos que la compongan se fijarán, a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.

Cuando se encuentren a 2 ó más metros de altura, su perímetro se protegerá mediante barandillas, resistentes, de 90 cm. de altura. En el caso de andamiajes, por la parte interior o del paramento la altura de las barandillas podrá ser de 70 cm. de altura.

Esta media deberá complementarse con rodapiés de 20 cm. de altura para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que quede entre ambas.

Si se realiza con madera será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas; siendo su espesor mínimo de 5 cm.

Si son metálicas, deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.

Se cargarán, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.

b) Andamios de borriquetas

Hasta 3 m. de altura podrán emplearse sin arriostramiento.

Cuando se empleen en lugares con riesgo de caída desde más de 2 m. de altura, se dispondrán barandillas resistentes, de 90 cm. de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapiés de 20 cm.

Los tablones deberán atarse en sus extremos para evitar posibles vuelcos.

6) Encofrados y cimbras:

No se permitirá la circulación de operarios entre puntales una vez terminado el encofrado, en todo caso se hará junto a puntales arriostrados sin golpearlos.

La circulación sobre tableros de fondo, de operarios y/o carretillas manuales, se realizará repartiendo la carga sobre tablones o elementos equivalentes.

No se transmitirán al encofrado o cimbra vibraciones de motores.

Los operarios, cuando trabajen en alturas superiores a 3 m. estarán protegidos contra caída eventual, mediante red de protección y/o cinturón de seguridad anclado a punto fijo.

En épocas de fuertes vientos, se atirantarán con cables o cuerdas los encofrados de elementos verticales de hormigón con esbeltez mayor de 10.

En épocas de fuertes lluvias, protegerán los fondos de vigas, forjados, o losas, con lonas impermeabilizadas o plásticos.

El desencofrado o descimbrado se realizará cuando lo determine el Director de las obras , siempre bajo la vigilancia de un encargado de los trabajos y en el orden siguiente:

1º.- Al comenzar el desencofrado o descimbrado, se aflojarán gradualmente las cuñas y los elementos de apriete.

2º.- La clavazón se retirará por medio de barras con extremos preparados para ello.

3º.- Advertir que en el momento de quitar el apuntalamiento nadie permanezca bajo la zona de caída del encofrado. Para ello, al quitar los últimos puntales, los operarios se auxiliarán con cuerdas que les eviten quedar bajo la zona de peligro.

Al finalizar los trabajos, las maderas y puntales se apilarán de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores.

Los clavos se eliminarán o doblarán dejando la zona limpia de los mismos.

11 PREVISIÓN DE RIESGO EN FUTURAS OPERACIONES DE CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA OBRA

Bajo este epígrafe se agrupan aquellas medidas preventivas cuya adopción va encaminada a reducir y controlar los riesgos que puedan aparecer en la ejecución de los trabajos posteriores a ejecutar en el ámbito de la obra. Asimismo será necesario incluir en el estudio la obligación de recoger, con la finalización de las obras, toda aquella información que pueda resultar necesaria para el correcto desarrollo de los citados trabajos posteriores. Con ello deberán facilitarse tanto las futuras labores de conservación, mantenimiento y reparación de los elementos constituyentes de la obra, como, llegado el caso, futuras modificaciones en la obra primitiva. Con todo ello se da cumplimiento a lo recogido en el artículo 5.6 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

Se contemplan a continuación algunas previsiones a tener en cuenta en la ejecución de las diferentes unidades de obra de cara a los trabajos posteriores a realizar.

11.1. Taludes

En general se deberán facilitar posibles *actuaciones futuras encaminadas a la estabilización de taludes ya sea mediante anclajes, ya con malla de triple torsión.* Para ello será necesario contar tanto con el acceso necesario como con el espacio suficiente para las diferentes maniobras a efectuar. En el caso de taludes ya tratados será necesario ubicar los correspondientes elementos para facilitar tanto el acceso a los mismos como la disposición de los equipos de protección individual y colectiva a utilizar en la conservación del sistema de estabilización utilizado.

En la coronación de los desmontes se dejarán, con el mismo fin, algún medio de anclaje a punto fijo como, por ejemplo, picas con argolla superior clavadas en terreno firme y suficientemente alejadas del borde.

11.2. Estructuras y Obras de Fábrica

En las diferentes estructuras y obras de fábrica será necesario garantizar la actuación de los equipos de conservación y mantenimiento, para ello se comprobará que la sección ofrece una geometría adecuada para garantizar la circulación y estacionamiento de los vehículos necesarios para las citadas operaciones de conservación y mantenimiento.

11.3. Canalizaciones y Elementos de Drenaje

A la hora de ejecutar las diferentes unidades de obra, aceras, barreras rígidas, que alberguen futuras conducciones de cualquier tipo, fibra óptica, comunicación postes S.O.S. será necesario garantizar la correcta geometría de la correspondiente canalización. Así antes de hormigonar la barrera rígida de un viaducto en cuyo interior se albergue la canalización correspondiente será necesario comprobar la correcta disposición tanto de los elementos de sujeción como de los elementos que impidan el aplastamiento de la canalización por la presión del hormigonado.

Los pozos de mantenimiento deberán estar dotados tanto de elementos que posibiliten el descenso, escalera de pates, como de sistemas que permitan siempre la apertura desde su interior.

11.4. Elementos de Señalización, Balizamiento y Defensa

Se deberán prever las futuras labores de renovación de elementos de balizamiento, señalización y defensa de forma que dichas labores se puedan realizar de acuerdo con la normativa vigente.

Asimismo los pórticos de señalización contarán con escaleras de acceso, tanto por al arcén como por la mediana, así como con pasarelas de paso para el personal de mantenimiento.

El suelo de estas pasarelas habrá de ser tal que no permitan la caída de tornillos, herramientas u otros objetos a la carretera inferior, para lo que dispondrán de rodapié y, en caso de ser de rejilla metálica, su apertura será inferior 1 cm.

11.5. Conducciones y Servicios

Será necesario recoger ya sea en el documento de manifestación de obra completa o en otro destinado al efecto las actuaciones llevadas a cabo en relación con los diferentes servicios existentes en la obra, incluyendo planos de canalizaciones, pozos, líneas eléctricas tanto aéreas como subterráneas, líneas telefónicas, conducciones, gasoductos y oleoductos, y en general todos aquellos servicios cuya situación será necesario conocer para la correcta realización de los trabajos posteriores.

12 PREVENCIÓN EN GENERAL

El Jefe de Obras, como máximo responsable de la seguridad en obra, tomará todas las medidas necesarias independientemente de que estén o no reflejadas en el estudio que nos ocupa.

Los andamios, guindolas, redes, etc., que se utilicen en la estructura si fuera el caso, serán verificadas antes de su puesta en servicio comprobándose su aptitud para ser cargado con material y usado por personas.

El uso del cinturón de seguridad será obligatorio en todos los trabajos con riesgo de caída desde altura, siempre y cuando no haya sido posible eliminar el riesgo o bien hacerle frente con una medida de protección colectiva.

La limpieza de la obra se cuidará periódicamente para evitar cortes por puntillas, barras de acero o cualquier material depositado innecesariamente en el tajo o sus aledaños.

Se adoptarán las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de Seguridad y Salud que cumpla con el R.D. 485/1.997 sobre “Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo”. Debiendo permanecer esta en tanto persista la situación que la motiva.

El talud máximo admisible en trabajos con excavación en vaciado será de 1:2 (horizontal vertical) si bien se adoptará el 1:1 en casos que estime la Dirección facultativa de las obras.

Se protegerán todos los huecos con barandillas, mallazos, redes, etc., especialmente en los perímetros de forjado, tableros de puente, huecos de escaleras y de ascensor.

Los cuadros eléctricos estarán protegidos convenientemente en evitación de contactos no admitiéndose, bajo ningún concepto, conectar cables sin las clavijas correspondientes.

Las tomas de tierras serán exigibles en todos los elementos metálicos y no metálicos con riesgo de transmisión eléctrica al usuario.

En días de calor intenso, se facilitará a los operarios el agua, las protecciones y el descanso necesario para evitar

deshidratación o insolación excesiva. Se procurará distribuir los trabajos más duros en horas de menor incidencia solar y en las de más calor, trabajar en tajos interiores.

Se informará a la Dirección Facultativa con celeridad de los accidentes que se produzcan en la obra así como las causas y consecuencias de estos. Se adoptaran las medidas preventivas que no se hubiesen incluido en el Plan de Seguridad siendo constante su revisión.

El contratista propondrá en el Plan de Seguridad, que tiene la obligación de desarrollar y presentar al Coordinador, o en su defecto a la Dirección Facultativa, antes del inicio de las obras, la ubicación de botiquines, comedores, aseos, accesos, acopios, etc., para comprobar la inexistencia de riesgos adicionales a los descritos en el Estudio.

No se admitirá como excusa la existencia de medios o instalaciones en otros tajos distintos al estudiado en este documento para argumentar la no utilización de estos.

13 VALORACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En la tabla que se puede ver a la derecha de estas líneas se incluyen los precios descompuestos correspondientes a las distintas unidades utilizadas en el presente Estudio de Seguridad. Para la determinación de los costos de las distintas partidas se ha tenido en cuenta la legislación vigente.

Los diferentes equipos, maquinarias y ejercicios se dividen en 6 categorías: protecciones individuales, protecciones colectivas, señalización, instalaciones e higiene, medicina preventiva y primeros auxilios, y prevención en obras, de acuerdo con lo visto en el punto 8 de este Anejo. La cantidad de cada concepto se calcula para el conjunto estimado de 40 trabajadores que puede haber simultáneamente en la obra. En aquellos equipos de protección individual en los que la unidad es el mes, el cálculo incluye los 10 meses de duración de la obra para cada uno de los 40 equipos necesarios. Esto es, un total de 120 meses de alquiler de los equipos.

Nº	CATEGORÍA	UNIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD (ud)	PRECIO (€/ud)	IMPORTE (€)
1	Protecciones individuales	mes	Casco de Seguridad	120	0.14	16.80
2		mes	Par de guantes de uso general	120	0.22	26.40
3		mes	Par de botas de agua	120	0.78	93.60
4		mes	Par de botas de seguridad	120	2.39	286.80
5		mes	Faja elástica de protección	120	1.61	193.20
6		mes	Mono de trabajo	120	2.28	273.60
7		mes	Traje de agua	120	0.95	114.00
8		mes	Traje de trabajo	120	2.39	286.80
9		mes	Gafas antipolvo panorámicas	120	0.33	39.60
10		mes	Gafas para oxicorte	120	0.48	57.60
11		mes	Equipo para respiración autónoma	120	7.85	942.00
12		mes	Par de protectores auditivos de seguridad	120	0.14	16.80
13		mes	Mascarilla antipolvo	120	0.38	45.60
14		ud	Filtro de repuesto de mascarilla	120	0.63	75.60
15		mes	Cinturón de seguridad	120	1.34	160.80
16		mes	Cinturón antivibratorio	120	1.19	142.80
17		mes	Chaleco reflectante	120	1.00	120.00
18		ud	Protector de goma para puntillas	120	2.34	280.80
19		mes	Portátil de seguridad	10	1.07	10.70
20	Protecciones colectivas	ud	Tope para camión	4	31.45	125.80
21		ud	Instalación de puesta a tierra	1	50.23	50.23
22		ud	Interruptor diferencial de media sensibilidad	1	93.31	93.31
23		ud	Interruptor de alta sensibilidad	1	104.28	104.28
24		mes	Transformador de seguridad	10	20.92	209.20
25		mes	Extintor de polvo polivalente	10	9.49	209.20
26		ud	Pasarela protegida	2	55.22	18.98
27		ud	Tapa provisional para pozos	2	7.99	110.44
28		m^3	Madera de pino para la formación de protecciones	2	131.73	11.99
29		ud	Barandilla de protección	2	34.27	263.46
30	Señalización	m	Señal normalizada de tráfico	6	4.19	205.62
31		m	Señal de tráfico trípode	6	0.57	3.42
32		ml	Cinta normalizada tipo tráfico	250	2.08	520.00
33		ml	Cinta de banderola de señalización	150	2.15	322.50
34		ud	Baliza normalizada simple	3	9.84	29.52
35		ud	Baliza luminosa	3	41.30	123.90
36		m	Barandilla autoportante	10	2.19	21.90
37		ud	Jalones de seguridad	5	8.14	40.70
38		m^2	Superficie pintada con termoplástico en frío de dos componentes	2	12.06	24.12
39		ml	Marca vial con pintura reflectante	300	0.34	102.00
40	Instalaciones de higiene	mes	Aquiler vagón de aseo	10	20.00	200.00
41		mes	Alquiler vagón comedor	10	24.56	245.60
42		mes	Alquiler vagón vestuario	10	11.43	114.30
43		mes	Calienta comidas	10	6.49	64.90
44		mes	Silla de tijera en madera	10	1.34	13.40
45		ud	Pila corrida de cuatro grifos	1	62.15	62.15
46		mes	Recipiente de recogida de basuras	10	3.61	36.10
47		mes	Tquilla metálica individual	10	0.33	3.30
48		mes	Radiador de infrarrojos para calefacción	10	4.96	49.60
49		mes	Ventilador	10	4.09	40.90
50		mes	Calentador de agua de 50 l	10	17.07	170.70
51		ud	Espejo	10	6.68	66.80
52	Medicina preventiva y primeros auxilios	ud	Botiquín portátil	1	86.64	86.64
53		ud	Material sanitario	1	113.31	113.31
54		ud	Reconocimiento médico	40	29.70	1188.00
55		mes	Armario de curas	10	12.79	127.90
56		ud	Reposición de armario de curas	10	8.58	85.80
57		mes	Camilla de reposo	10	2.78	27.80
58		mes	Camilla portátil para evacuación	10	4.22	42.20
59		ud	Bata sanitaria	1	24.27	24.27
60	Prevención en obras	ud	Reunión mensual comité	10	34.22	342.20
61		h	Vigilante de seguridad	220	7.71	1696.20
62		h	Formación seguridad e higiene	10	7.71	77.10
					TOTAL	**10653.24**

ANEJO 18
CONTROL DE CALIDAD

1 NORMATIVA

Será de aplicación al presente proyecto el DECRETO 67/2011, de 5 de abril, de la Junta de Andalucía por el que se regula el control de calidad de la construcción y obra pública. Dicho Decreto tiene por objeto regular el control de calidad de la construcción y obra pública, el Registro de laboratorios de ensayos y de entidades de control de calidad de la construcción y obra pública de Andalucía, y establecer los requisitos exigibles para el ejercicio de la actividad de los laboratorios de ensayos y de las entidades de control de calidad para la prestación de asistencia técnica a las obras citadas.

2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LA UNIDAD DE CALIDAD

En general, el servicio de Aseguramiento de Calidad de una obra estará formado por personal de esa especialidad de la empresa constructora o bien será personal de una empresa especializada en Aseguramiento de Calidad, contratada para tal fin por la Contrata, con adecuada autoridad en la obra.

A continuación se indican la autoridad y responsabilidades en la obra de referencia y su conexión con la organización de la calidad de la empresa.

2.1. Organización general en Obra

Se establecerá una organización de Aseguramiento de Calidad en Obra y un Departamento de Obra dependiente del Delegado

Este departamento de Obra está constituido por las Secciones de Producción, Control de Calidad y Oficina Técnica.

De la sección de Producción de Control de Calidad dependen los grupos de Inspección, Laboratorio de Ensayos y Control de Planos y Documentos.

De la Sección de Oficina Técnica dependen los grupos de Topografía y Delineación.

La sección de Aseguramiento de Calidad en Obra se establece debidamente coordinada con el Departamento de Obra, pero dependiendo directamente del Jefe del Servicio de Aseguramiento de Calidad de la empresa.

El Jefe de Aseguramiento de Calidad en Obra tiene acceso a todas las secciones y grupos del Departamento de Obra.

2.2. Sección de Aseguramiento de Calidad en Obra

Está compuesta por el Jefe de Aseguramiento de Calidad de Obra, que será un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y los Supervisores de aseguramiento de Calidad necesarios.

Comprueba que las actividades de obra, relacionadas con la calidad, se llevan a cabo adecuadamente, atendiendo entre otros al logro de los siguientes objetivos por parte de la Sección de Control de Calidad son los siguientes:

a) Laboratorios de Ensayos:

Comprobación de que la toma de muestras para ensayos, elaboración de probetas y realización de los mismos, tiene lugar en el período especificado, frecuencia y número requerido y que los resultados se documentan adecuadamente, todo ello según las normas y especificaciones aplicables.

Comprobación del adecuado estado y calibración de los equipos de medición y ensayos.

b) Grupo de Inspección:

Comprobación de que los inspectores de Control de Calidad realizan inspeciones, ensayos y pruebas pertinentes, en las áreas y tajos asignados y que en cada caso conocen su cometido y documentan adecuadamente los resultados y normas o procedimientos aplicables.

c) Grupo de Control de Planos y Documentos:

Comprobación de que los Planos y Documentos aplicables se reciben, revisan, comprueba, emiten y archivan adecuadamente y con la protitud requerida, como para evitar errores u omisiones que pueden originar perjuicios en la calidad.

2.3. Funciones de los Supervisores de Aseguramiento de Calidad.

Los Supervisores de Aseguramiento de Calidad realizan auditorías periódicas a la Oficina Técnica, para asegurar que todas las medidas de control y normas de calidad son aplicadas de forma eficiente. La periodicidad de estas auditorías anteriores, pero como mínimo se realizarán cada mes.

Los supervisores de Aseguramiento de Calidad realizan visitas periódicas de inspección a la Sección de Control de Calidad, con el fin se asegurar, de forma eficiente, el desarrollo de las especificaciones, normas, códigos y controles de calidad exigidos. Estas visitas serán realizadas con una periodicidad que dependerá de los resultados de las visitas anteriores, como mínimo será de un treinta por ciento de los controles realizados para el proyecto en cuestión, pudiendo ser ampliado este porcentaje cuando las necesidades así lo requieran.

Los Supervisores de Aseguramiento de Calidad realizan controles de inspección a la Sección de Producción. Estos controles se realizan mediante la presencia de uno o varios Supervisores en el área de producción, pudiendo por ello considerarse el porcentaje de inspección elevado.

Cuando en una fase de fabricación, por así considerarlo, sea necesaria una mayor atención de la inspección, entonces uno de los Supervisores de Aseguramiento de Calidad permanecerá presente mientras dure esta fase de fabricación.

A los suministradores se les efectuarán inspecciones y auditorías de fabricación para verificar que sus sistemas de calidad permiten garantizar los requisitos de calidad exigibles a la Contrata.

- Jefe de la Unidad:

1 Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o 1 Ingeniero Técnico de Obras Públicas con experencia en control y Garantía de Calidad.

- Jefe de Laboratorio:

1 Licenciado en Ciencias con experencia en Laboratorio de Control de Calidad.

- Jefe de Grupo de Inspección de Obra:

1 Ingeniero Técnico de Obras Públicas con experiencia en control de Ejecución de Obra.

- Jefe del Grupo de Control de Planos y Documentos:

1 Ingeniero Técnico Topógrafo con experiencia en trabajos de Control de Calidad.

3 TRATAMIENTO DE NO CONFORMIDADES

El Director de Obra, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la realización de ensayos para lo cual la empresa constructora, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estos ensayos, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellos prevalecerán sobre cualquier otro anterior.

Clasificado el material por lotes, los ensayos se efectuarán sobre muestras tomadas de cada lote, de forma, que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Cuando una muestra no satisfaga un ensayo, se repetirá éste mismo sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla uno de estos ensayos, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambos es bueno.

4 AUDITORIAS DE CALIDAD INTERNAS

Debe reflejarse a asignación de responsabilidades en la Empresa en relación con el Control de Calidad.

Dicha asignación es necesaria tanto si el Control de Calidad lo realiza la propia Empresa (Autocontrol) como si se encarga a un laboratorio externo.

5 PROCEDIMIENTOS. NORMAS PARA SU REDACCIÓN

Se debe de utilizar en lo posible normas españolas cuyos procedimientos de ensayo y parámetros mecánicos sean asequibles y fácilmente asimilables por el personal de control de calidad (Normas UNE o NLT). Los procedimientos no desarrollados en normas españolas, pero que pueden obtenerse en España con relativa facilidad son los correspondientes a:

- Normas Alemanas: DIN

- Normas Francesas: AFNOR o LCPC

- Normas Suizas: SNV

- Normas estadounidenses: ASTM o AASHO

- Normas británicas: BS

6 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

En la tabla adjunta se da la relación de las inspecciones y ensayos correspondientes a las unidades de obra del proyecto. Es importante tener presente que los ensayos aquí presentados no incluyen aquellos realizados en el Estudio Geotécnico, visibles en el Anejo 06 del mismo nombre, ya que en este caso suponen ensayos de control durante la ejecución de la obra, mientras que los otros se realizaron de forma previa al inicio de las mismas para conocer el terreno.

Nº	TIPO DE ENSAYO	CANTIDAD (ud)	PRECIO (€/ud)	IMPORTE (€)
1	Ud. Índice CBR en laboratorio (NLT-111/78)	36	121.63	4378.68
2	Ud. Ensayo Proctor Normal (según NLT-107/72).	51	46.82	2387.82
3	Ud. Ensayo de humedad (según NLT-102/72).	51	6.18	315.18
4	Ud. Límites de Atterberg (según NLT-105 y 106).	89	25.75	2291.75
5	Ud. Determinación densidad “in situ” (NLT-109 y 110).	350	20.7	7245
6	Ud. Ensayo de humedad (según NLT-102 y 103).	350	101.33	35465.5
7	Ud. Ensayo Proctor modificado (según NLT-108).	64	6.18	395.52
8	Ud. Granulometría por tamizado (según NLT-104/72).	96	34.65	3326.4
9	Ud. Equivalente de arena (según NLT-113).	96	13.25	1272
10	Ud. Desgaste de los Ángeles (según NLT-149/72).	19	55.28	1050.32
11	Ud. Ensayo de caras fracturadas (según NLT-358)	19	18.11	344.09
12	Ud. Contenido de agua (según NLT-123/72)	33	40.32	1330.56
13	Ud. Ensayo viscosidad Saybolt Furol (según NLT-123/72)	33	51.62	1703.46
14	Ud. Ensayo de destilación. (Según NLT-134/72).	33	82.35	2717.55
15	Ud. Ensayo penetración sobre residuo de destilación (según NLT-124/72).	17	45.31	770.27
16	Ud. Ensayo Marshall	70	214.31	15001.7
17	Ud. Contenido en arcilla.	3	56.7	170.1
18	Ud. Determinación de partículas blandas.	3	127.79	383.37
19	Ud. Finos que pasan por tamiz 0.08 UNE	3	25.56	76.68
20	Ud. Material que flota en un líquido de densidad 2.00	3	59.64	178.92
21	Ud. Reactividad con los álcalis.	3	70.99	212.97
22	Ud. Coeficiente de forma.	3	141.99	425.97
23	Ud. Lote de 5 probetas (fabricac., conservac. y rotura)	126	127.85	16109.1
24	Coeficiente de pulido acelerado (según NLT-174/72)	1	77.62	77.62
25	Densidad relativa y absorción (según NLT-153/76)	24	37.8	907.2
26	Contenido de ligante en mezcla bituminosa (según NLT-164/76)	70	44.17	3091.9
27	Análisis granulométrico de áridos mezcla bituminosa (según NLT- 165/76)	70	34.7	2429
28	Densidad y huecos en mezcla bituminosa compactada (según NLT-168/75)	51	39.12	1995.12
29	Análisis químico del cemento	1	97.82	97.82
30	Análisis mecánico del cemento	1	113.59	113.59
31	Ensayo de resistencia característica a compresión del cemento	2	75.73	151.46
32	Análisis químico del agua	1	54.9	54.9
33	Compuestos de azufre en iones SO4 respecto del árido seco	3	22.08	66.24
34	Ensayo de dosificación de hormigón	1	113.59	113.59
35	Espesor de chapa de acero (UNE 135310)	2	4.27	8.54
36	Espesor de galvanizado (UNE 135310)	2	9	18
37	Espesor del perfil de acero	3	4.27	12.81
38	Espesor de galvanizado (UNE 37508)	3	9	27
39	Características geométricas (UNE 155330)	1	7.16	7.16
			TOTAL	**106724.86 €**

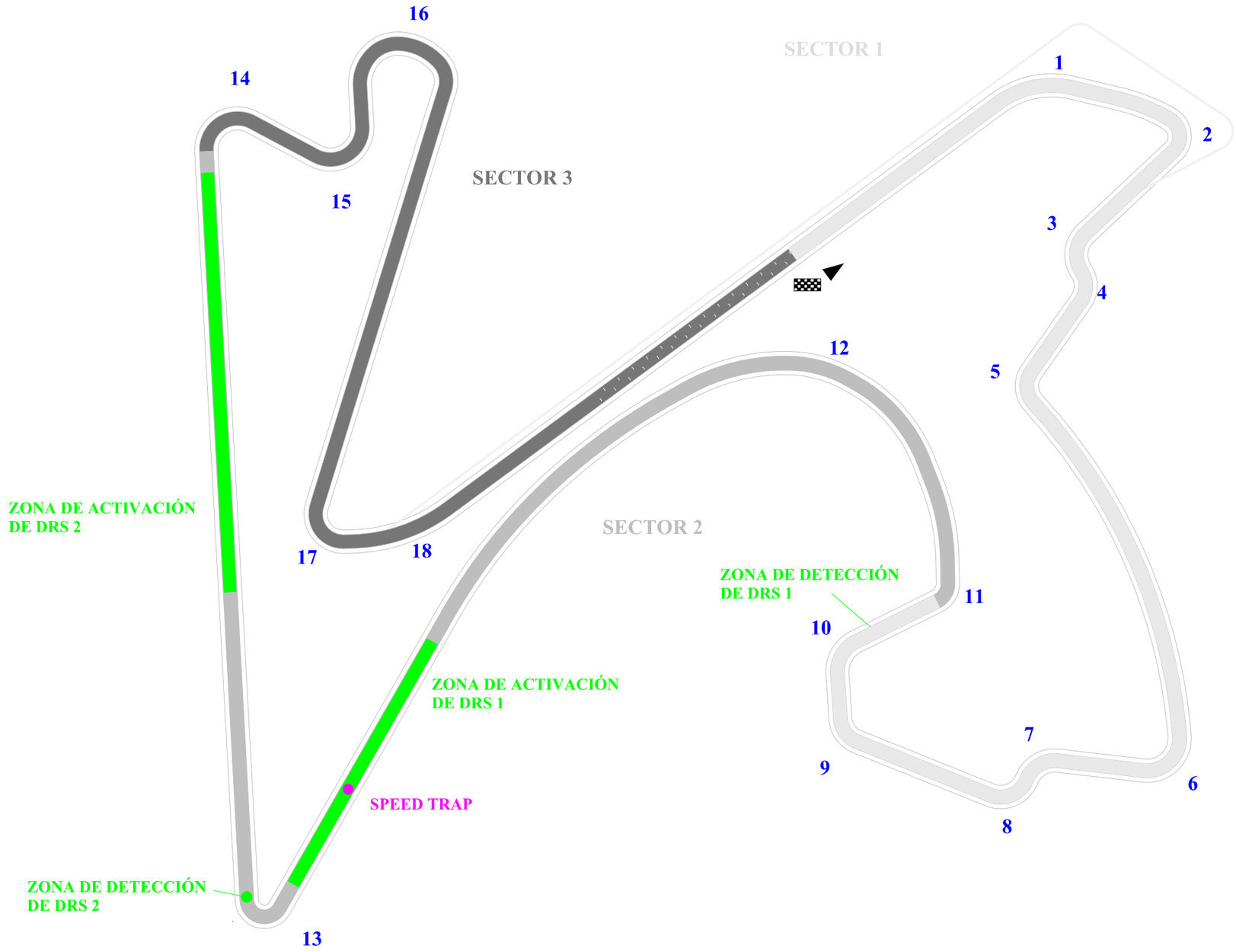
ANEJO 19
INFORMACIÓN DEPORTIVA

1 INFORMACIÓN DEPORTIVA DEL CIRCUITO

Tras desgranar los detalles del proyecto constructivo del circuito, en este Anejo se va a realizar un resumen esquemático de los pocos conceptos que se deben aprender del circuito en un vistazo ligero. Esto se debe a la necesidad de los equipos de conocer las características deportivas del circuito, o la de los aficionados de saber cómo es el circuito mientras se celebra el evento deportivo. Por ello, se ha denominado este Anejo como Información Deportiva. Los circuitos de los calendarios oficiales de las grandes categorías actuales del mundo del motor presentan esquemas de este tipo en sus páginas web u otras publicaciones sobre las carreras.

La información que se puede ver es la planta del circuito, la ubicación de la parrilla de salida, la división de sectores, las zonas de activación del Drag Reduction System (DRS) para carreras de Fórmula 1, la numeración de las curvas y el perfil longitudinal.

En las páginas siguientes se muestran dichos esquemas en formato de plano, para su mejor comprensión.

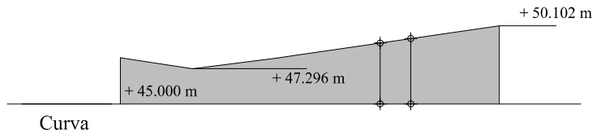


NOTAS:

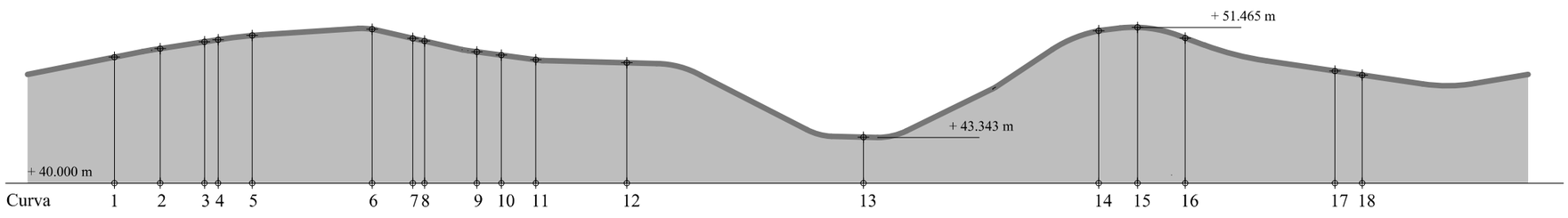
Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: INFORMACIÓN DEPORTIVA	SUBTÍTULO DEL PLANO: PLANTA	ESCALA: 1:2500, ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN: ANEJO 19	HOJA 1/2

ELEVACIÓN



ELEVACIÓN



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

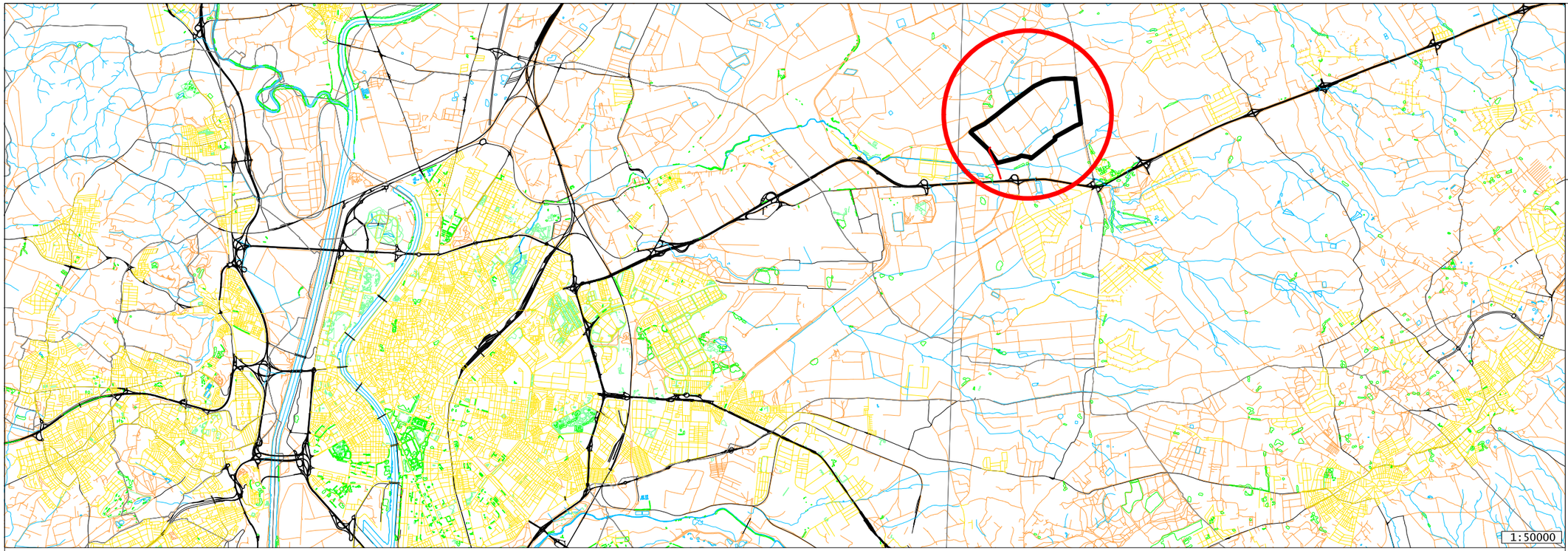
Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: INFORMACIÓN DEPORTIVA	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL	ESCALA: 1:2500, ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN: ANEJO 19	HOJA 2/2

02 PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 01 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- PLANO 02 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- PLANO 03 PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
- PLANO 04 PLANTA GENERAL DEL CIRCUITO
- PLANO 05 SECCIONES TIPO
- PLANO 06 PLANTA DE ALINEACIONES
- PLANO 07 PERFIL LONGITUDINAL
- PLANO 08 PERFILES TRANSVERSALES
- PLANO 09 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO
- PLANO 10 DRENAJE – PLANTA DE DRENAJE LONGITUDINAL
- PLANO 11 DRENAJE – PERFILES LONGITUDINALES DRENAJE EXTERIOR
- PLANO 12 DRENAJE – SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES
- PLANO 13 DRENAJE – CUENCAS HIDROGRÁFICAS
- PLANO 14 DRENAJE – PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL
- PLANO 15 DRENAJE – DETALLE OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL
- PLANO 16 SEÑALIZACIÓN
- PLANO 17 ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN



NOTAS:

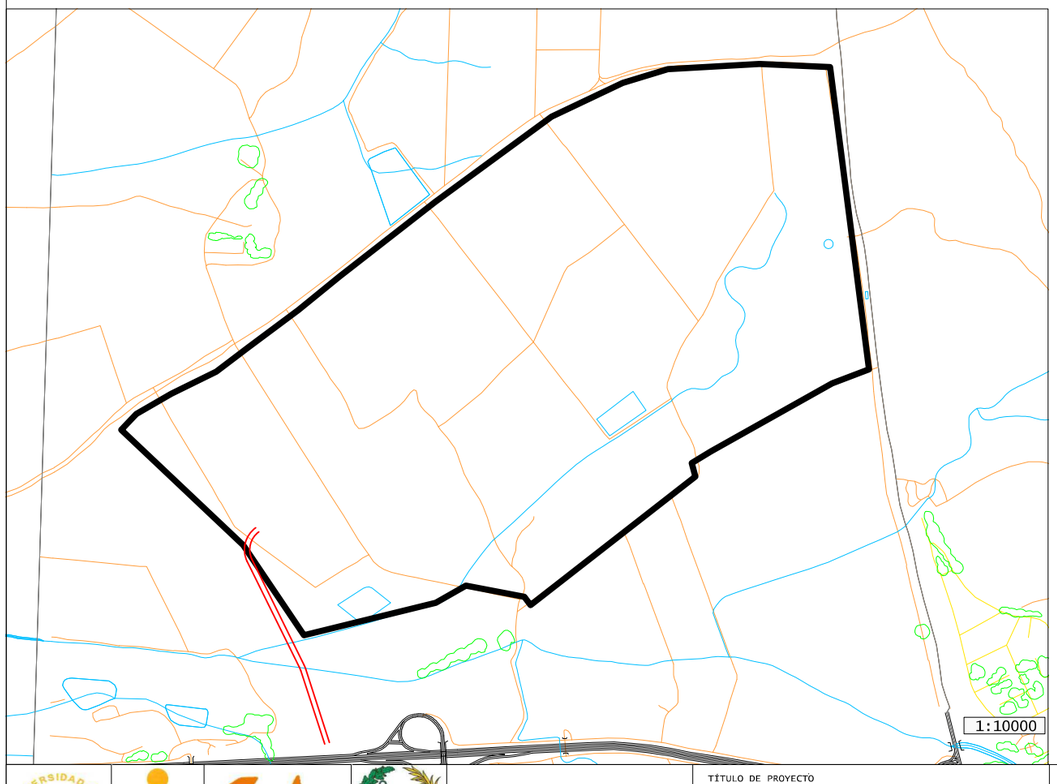
Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial, de 2007 (obtenida el día 20 de mayo de 2017).

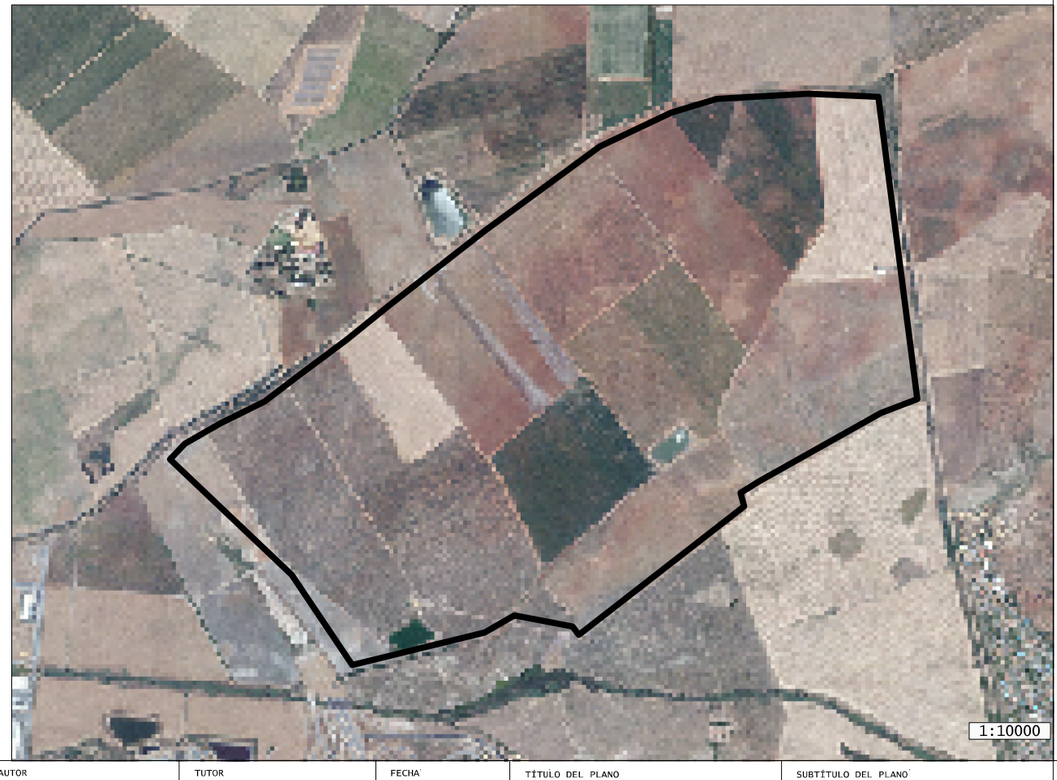
Vista de satélite obtenida de la Ortofotografía de Andalucía, de 2013 (obtenida el día 22 de abril de 2017).

Ambas fuentes provenientes del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.

Leyenda:

- Sistema Hidrológico
- Sistema Viario
- Parcelario Urbano
- Zonas Verdes
- Caminos
- Ubicación del Circuito
- Acceso exterior propuesto





MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

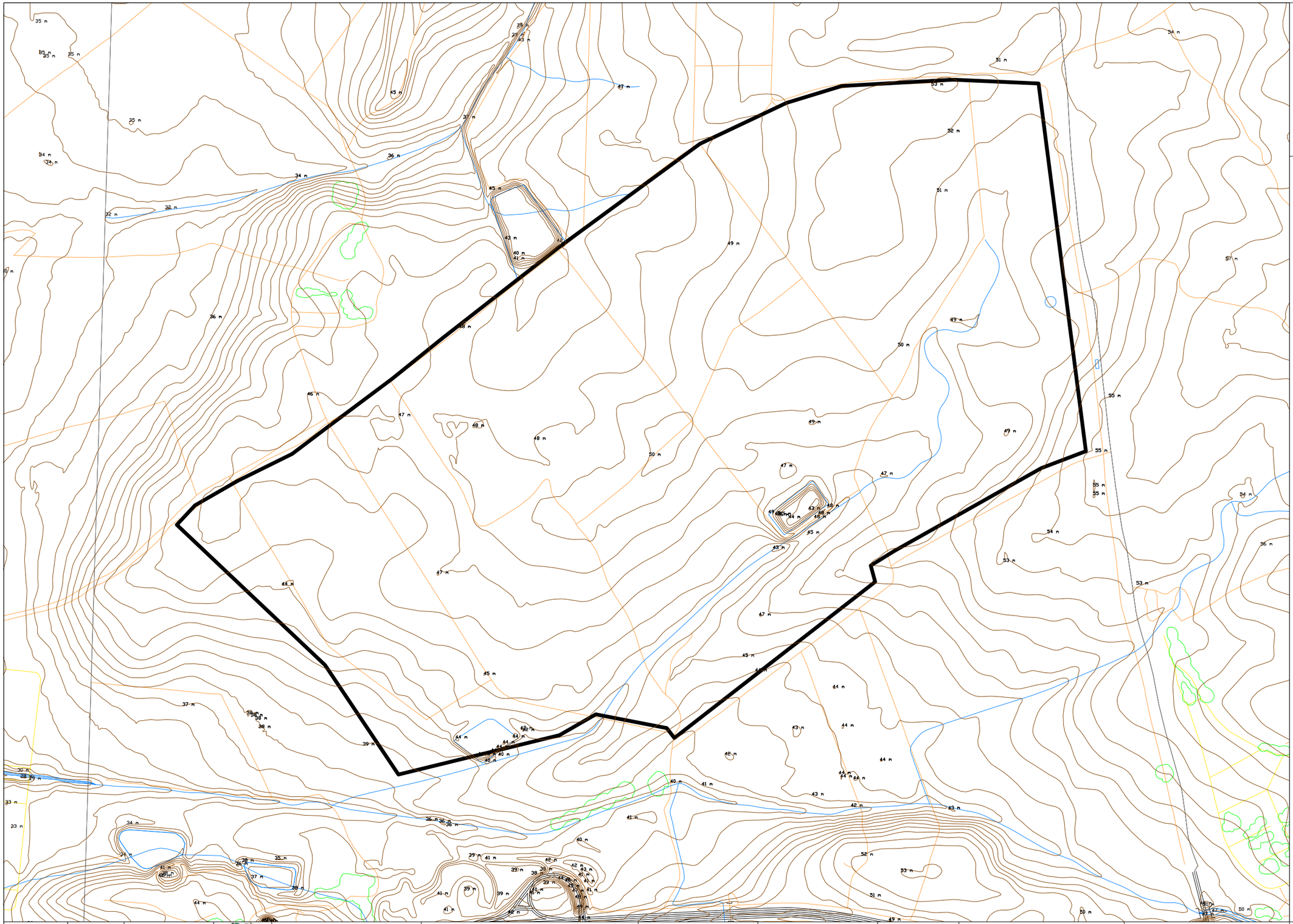
TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

SUBTÍTULO DEL PLANO: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

ESCALA: VARIAS
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
01	1/1



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial, de 2007, fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía (obtenidos el día 20 de mayo de 2017).

Curvas de Nivel obtenidas a través del procesamiento con Global Mapper del Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (obtenido el día 19 de abril de 2017).

Leyenda:

- Sistema Hidrológico
- Sistema Viario
- Parcelario Urbano
- Zonas Verdes
- Caminos
- Curvas de Nivel

				MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	SUBTÍTULO DEL PLANO: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	ESCALA 1:5000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN: PLANO 02 / HOJA 1/1

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Marcas:
01. Salida/Inicio Circuito
02. Carril de Boxes
03. Edificio Principal/Boxes
04. Paddock
05. Oficinas
06. Centro Médico
07. Helipuerto 1
08. Helipuerto 2
09. Parking
10. Acceso
11. Espacio de Eventos
12. Area de Espectadores Picnic
13. Grada Principal A1
14. Grada B1
15. Grada B2
16. Grada B3
17. Grada C1
18. Grada C2
19. Grada C3
20. Grada C4
21. Grada B4
22. Grada B5
23. Grada B6
24. Grada C5
25. Grada C6
26. Grada C7
27. Grada C8
28. Grada C9
29. Grada B7
30. Grada B8
31. Grada B9
32. Grada B10
33. Grada B11
34. Grada C10
35. Grada C11
36. Grada B12
37. Grada B13
38. Grada C12
39. Grada C13
40. Pasarela peatonal 1
41. Pasarela peatonal 2
42. Zona recreativa

Leyenda:

- Límites Circuito/Boxes
- Eje Circuito/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto
- Vial Exterior
- Camino Interior
- Gradas

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR
JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR
BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA
NOVIEMBRE 2017

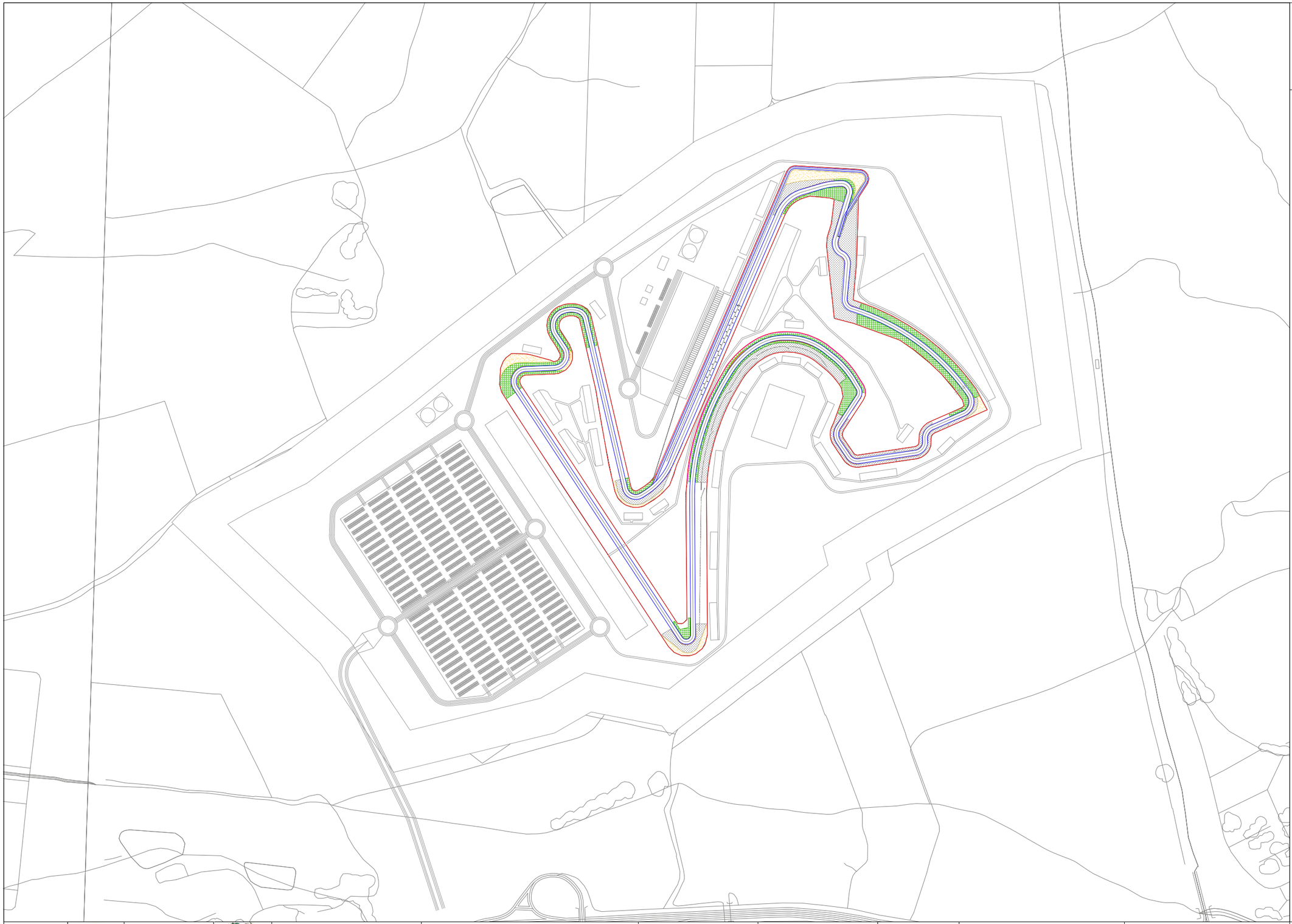
TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO

SUBTÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DEL EQUIPAMIENTO DEPORTIVO

ESCALA
1:5000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
03	1/1



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

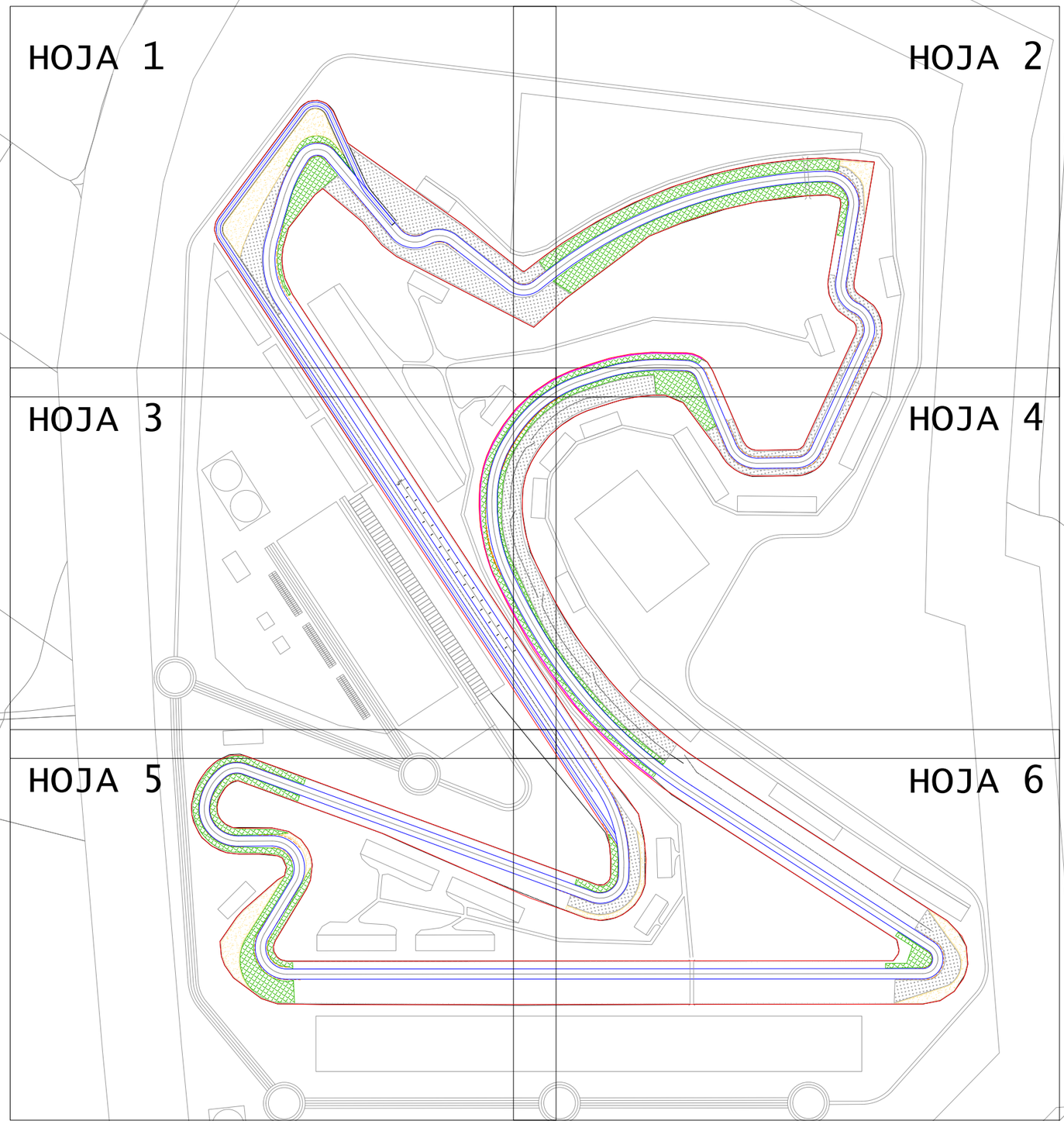
TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO

SUBTÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO

ESCALA: 1:5000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
04	1/8



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO

SUBTÍTULO DEL PLANO: DIVISIONES

ESCALA: 1:3000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
04	2/8

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO

SUBTÍTULO DEL PLANO: HOJA 1

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN	
PLANO	HOJA
04	3/8

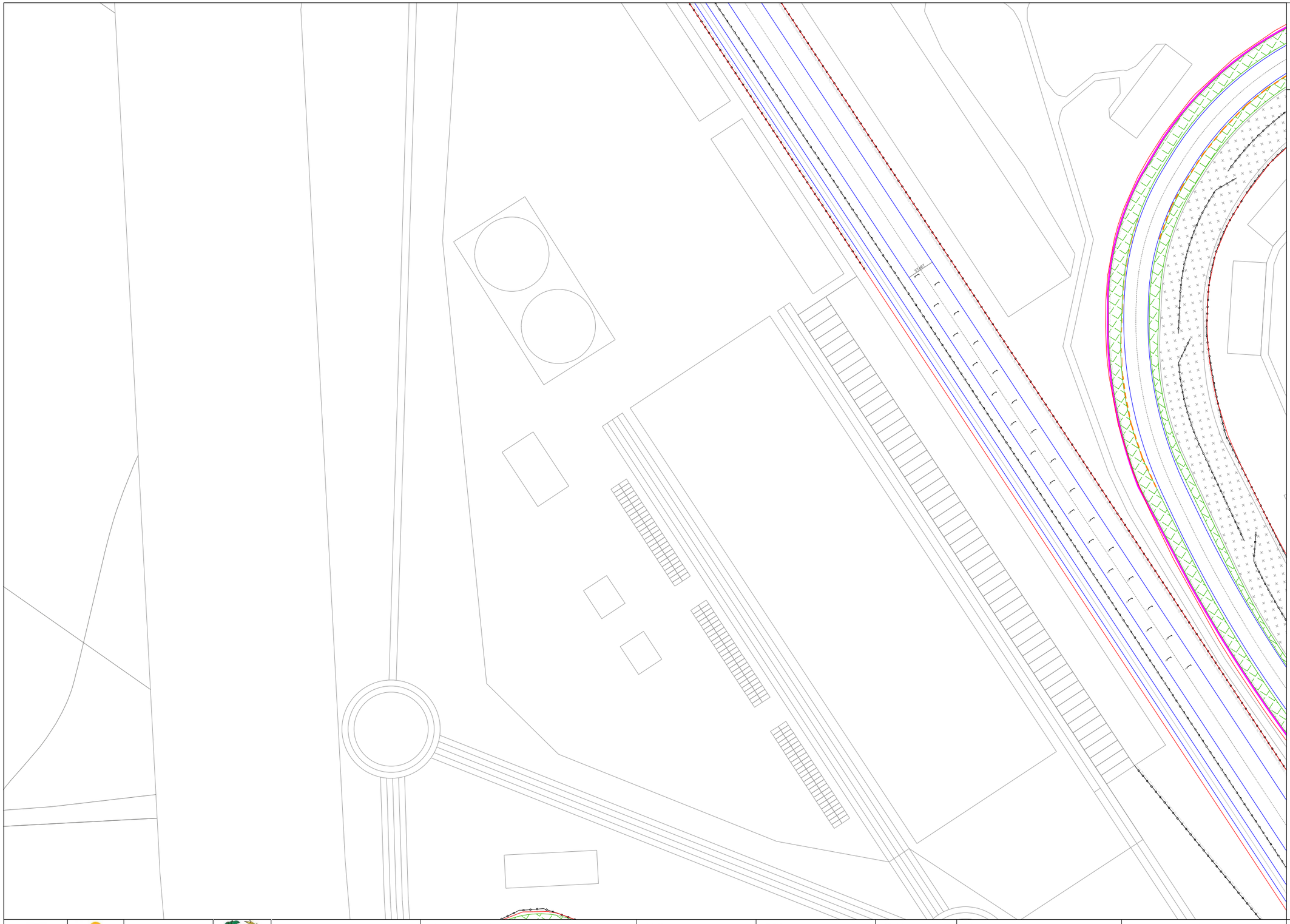
NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO	SUBTÍTULO DEL PLANO: HOJA 2	ESCALA 1:1000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN	PLANO 04	HOJA 4/8



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO

SUBTÍTULO DEL PLANO: HOJA 3

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
04	5/8

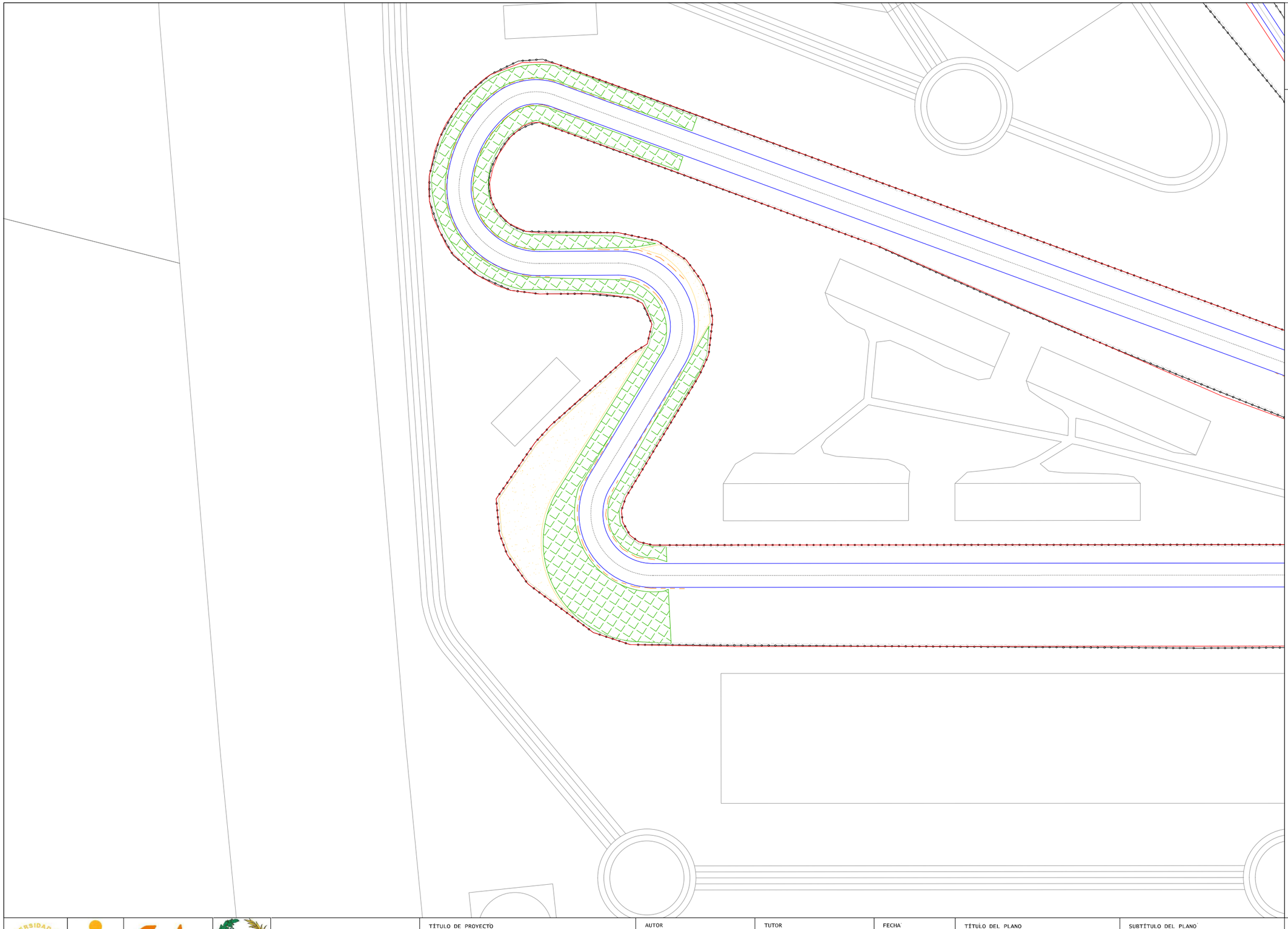
NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO	SUBTÍTULO DEL PLANO: HOJA 4	ESCALA 1:1000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 04	NUMERACIÓN HOJA 6/8



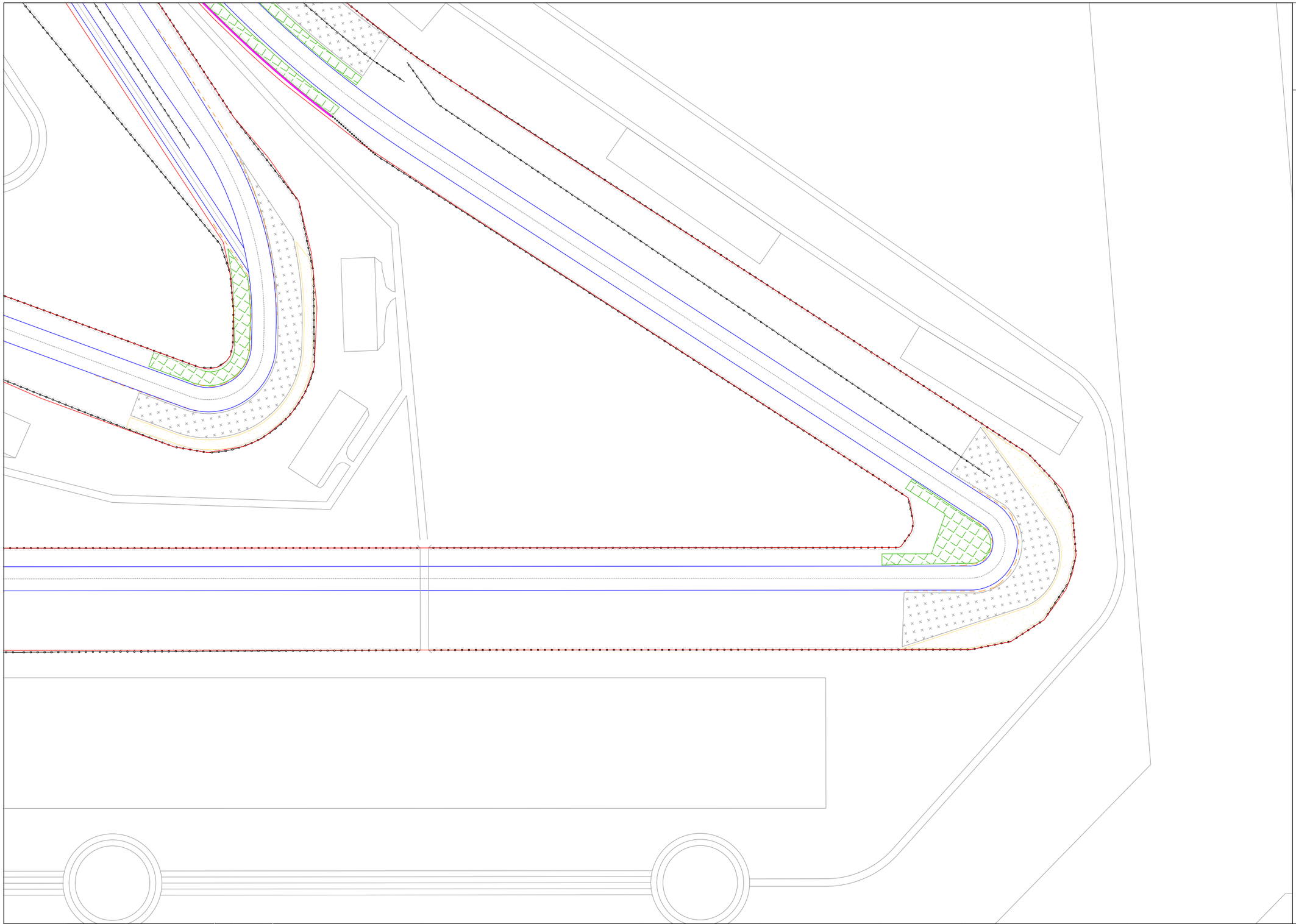
NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO	SUBTÍTULO DEL PLANO: HOJA 5	ESCALA 1:1000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN	PLANO 04	HOJA 7/8



NOTAS:

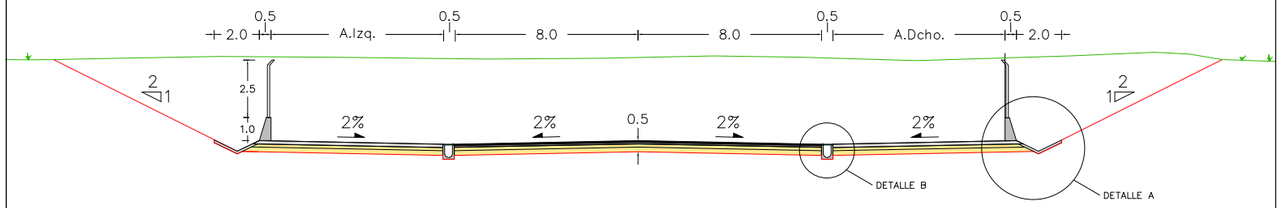
Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Leyenda:

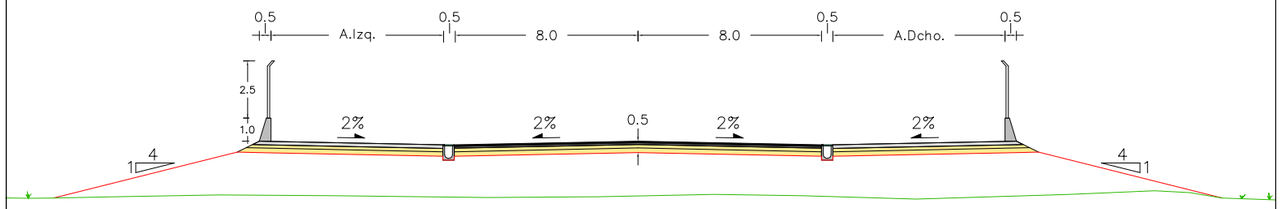
- Límites Pista/Boxes
- Eje Pista/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL CIRCUITO	SUBTÍTULO DEL PLANO: HOJA 6	ESCALA 1:1000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 04	NUMERACIÓN HOJA 8/8

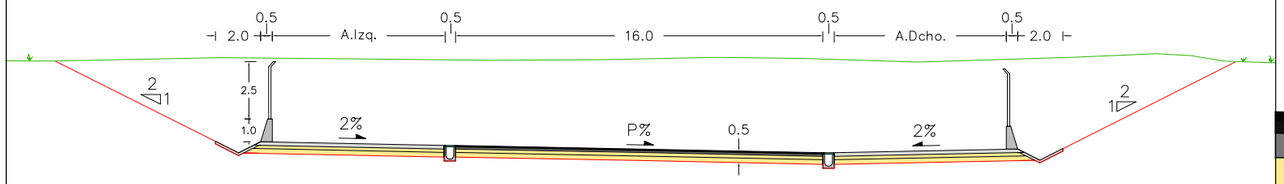
RECTA EN DESMONTE



RECTA EN TERRAPLÉN



CURVA EN DESMONTE



CURVA EN TERRAPLÉN

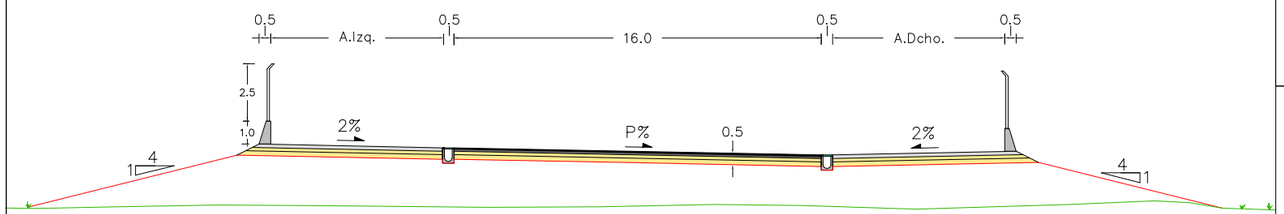
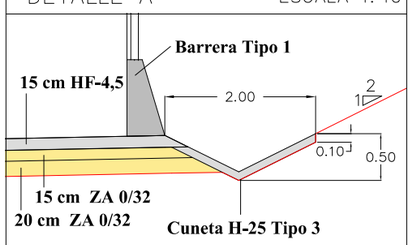


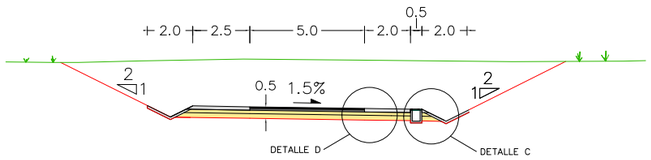
TABLA DE ANCHO DE ARCENES

	Ancho Izquerido (m)	Ancho Derecho (m)
Sección Tipo 1	7.50	7.50
Sección Tipo 2	29.50	7.50
Sección Tipo 3	14.50	14.50

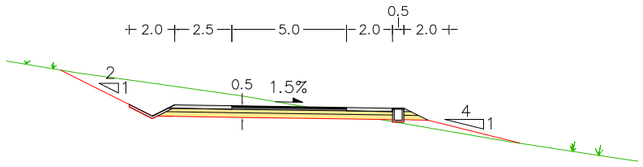
DETALLE A ESCALA 1:40



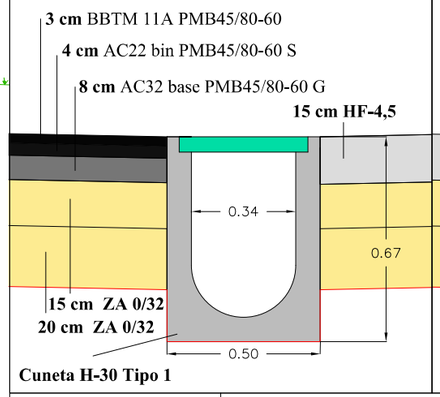
CARRIL DE BOXES EN DESMONTE



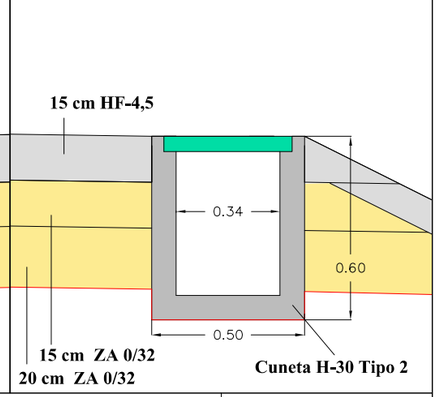
CARRIL DE BOXES A MEDIA LADERA



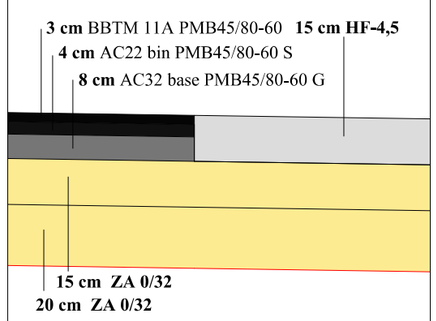
DETALLE B ESCALA 1:10



DETALLE C ESCALA 1:10



DETALLE D ESCALA 1:10



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Cotas en metros

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

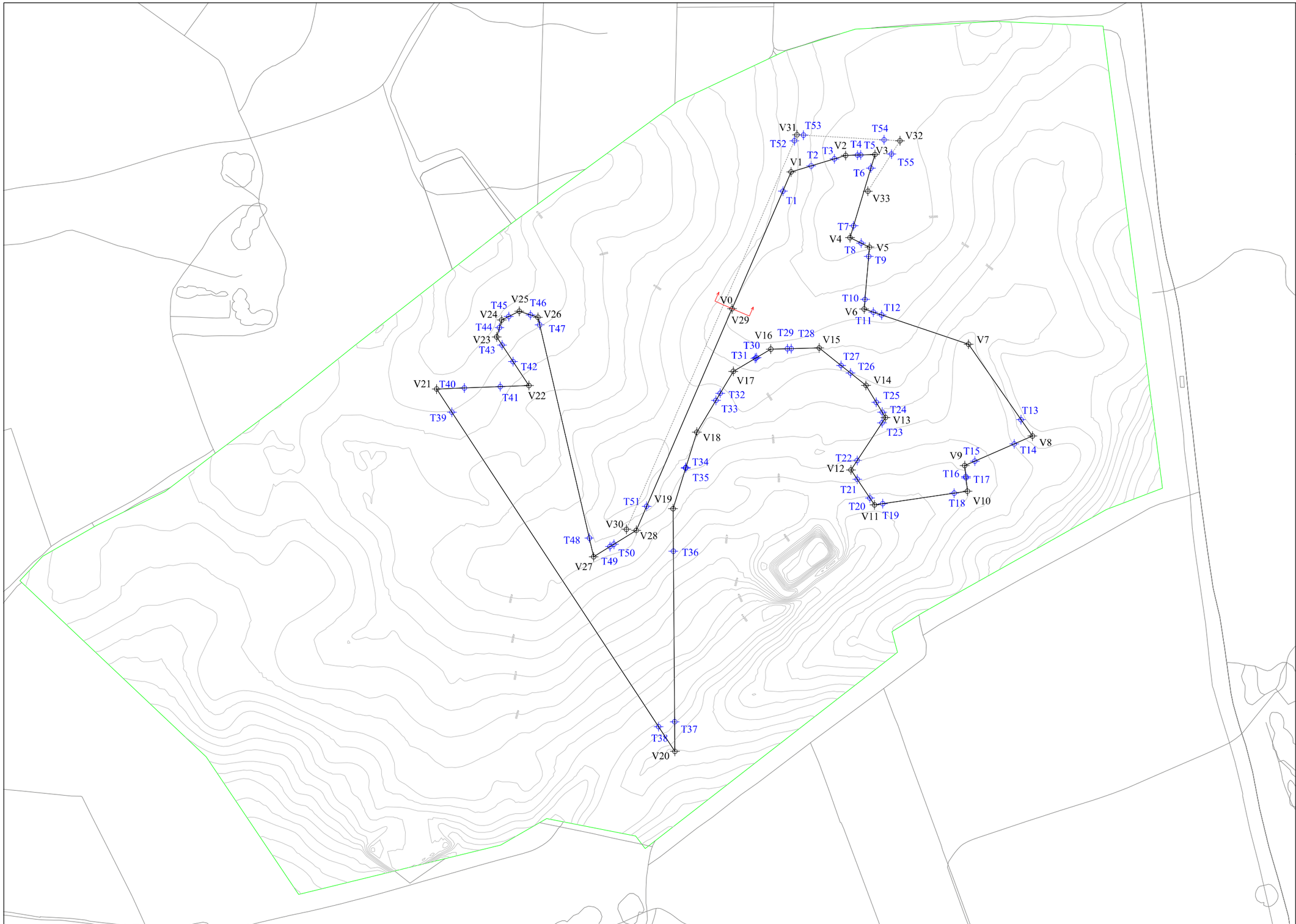
TÍTULO DEL PLANO: SECCIONES TIPO

SUBTÍTULO DEL PLANO: SECCIONES TIPO

ESCALA: 1:200
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
05	1/1



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Curvas de Nivel obtenidas a través del procesamiento con Global Mapper del Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (obtenido el dia 19 de abril de 2017).

Leyenda:

- VÉRTICE DE ALINEACIÓN
- V6 — NOMBRE DE VÉRTICE
- PUNTO DE TANGENCIA
- T12 — NOMBRE DE PUNTO DE TANGENCIA
- INICIO
- ALINEACIÓN PISTA
- ALINEACIÓN CARRRIL BOXES

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA DE ALINEACIONES	SUBTÍTULO DEL PLANO: PLANTA DE ALINEACIONES	ESCALA 1:4000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 06	NUMERACIÓN HOJA 1/2

Vértices Pista

	Coordenada X	Coordenada Y	Azimut θ
V0	249207.47	4148202.64	0.00
V1	249334.07	4148495.46	49.82
V2	249450.86	4148530.72	14.75
V3	249513.39	4148532.95	108.73
V4	249460.06	4148354.99	-80.66
V5	249501.73	4148334.64	68.90
V6	249490.32	4148202.12	-76.28
V7	249713.53	4148126.84	36.44
V8	249850.44	4147930.75	101.29
V9	249705.21	4147867.22	-72.59
V10	249711.17	4147812.51	87.82
V11	249512.52	4147783.18	64.40
V12	249462.08	4147857.98	67.33
V13	249535.94	4147970.26	-64.58
V14	249494.25	4148038.98	-20.12
V15	249394.21	4148118.94	-40.05
V16	249290.44	4148116.39	-29.16
V17	249210.21	4148069.00	-28.49
V18	249132.28	4147938.98	-13.68
V19	249081.35	4147775.01	-17.69
V20	249085.30	4147255.74	147.12
V21	248575.65	4148031.15	121.13
V22	248772.87	4148038.67	-121.41
V23	248703.90	4148142.50	50.02
V24	248714.56	4148178.65	47.20
V25	248752.28	4148197.35	44.38
V26	248792.09	4148184.41	58.86
V27	248911.51	4147672.36	-108.63
V28	249002.59	4147728.74	-34.86
V29	249207.47	4148202.64	0.00

Longitudes Totales Pista

Curvas	Longitud total (m)	2134.14
	Porcentaje	39.45%
Rectas	Longitud total (m)	3275.52
	Porcentaje	60.55%
TOTAL (m)		5409.66

Vértices

	Coordenada X	Coordenada Y	Azimut θ
V30	248981.63	4147730.89	0.00
V31	249346.67	4148575.24	69.94
V32	249566.88	4148562.46	119.09
V33	249498.15	4148454.23	0.00

Longitudes Totales Boxes

Curvas	Longitud total (m)	65.99
	Porcentaje	5.33%
Rectas	Longitud total (m)	1172.66
	Porcentaje	94.67%
TOTAL (m)		1238.64

Puntos de Tangencia Pista

	Coordenada X	Coordenada Y
T1	249316.28	4148454.33
T2	249376.97	4148508.41
T3	249426.76	4148523.44
T4	249476.03	4148531.62
T5	249482.88	4148531.86
T6	249504.63	4148503.71
T7	249467.67	4148380.39
T8	249483.89	4148343.35
T9	249500.03	4148314.90
T10	249492.11	4148222.84
T11	249510.03	4148195.48
T12	249527.64	4148189.54
T13	249826.11	4147965.60
T14	249811.50	4147913.71
T15	249726.90	4147876.71
T16	249707.77	4147843.68
T17	249708.06	4147841.04
T18	249682.78	4147808.32
T19	249530.09	4147785.77
T20	249502.59	4147797.90
T21	249475.54	4147838.02
T22	249475.31	4147878.08
T23	249528.54	4147959.02
T24	249528.96	4147981.77
T25	249516.21	4148002.77
T26	249461.17	4148065.42
T27	249441.03	4148081.52
T28	249334.29	4148117.47
T29	249325.97	4148117.27
T30	249259.84	4148098.32
T31	249257.20	4148096.76
T32	249182.16	4148022.19
T33	249173.00	4148006.91
T34	249108.79	4147863.34
T35	249108.29	4147861.73
T36	249082.04	4147684.20
T37	249084.82	4147319.44
T38	249050.32	4147308.97
T39	248608.21	4147981.61
T40	248634.89	4148033.41
T41	248711.60	4148036.33
T42	248738.94	4148089.74
T43	248715.41	4148125.18
T44	248709.78	4148162.45
T45	248729.70	4148186.16
T46	248776.26	4148189.56
T47	248795.87	4148168.20
T48	248902.16	4147712.42
T49	248946.49	4147694.01
T50	248954.80	4147699.16
T51	249024.90	4147780.33

Puntos de Tangencia Boxes

	Coordenada X	Coordenada Y
T52	249341.11	4148562.40
T53	249360.63	4148574.43
T54	249532.92	4148564.43
T55	249548.64	4148533.74

Alineaciones Pista

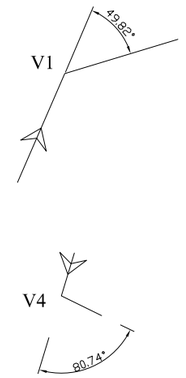
Alineación	Tipo	Numeración	Inicio	Final	Longitud	Radio
1	Recta	1	V0	T1	273.54	∞
2	Curva	1	T1	T2	83.91	96.49
3	Recta	2	T2	T3	52.01	∞
4	Curva	2	T3	T4	50.08	194.56
5	Recta	3	T4	T5	6.85	∞
6	Curva	3	T5	T6	41.53	21.89
7	Recta	4	T6	T7	128.74	∞
8	Curva	4	T7	T8	43.97	31.24
9	Curva	5	T8	T9	34.77	28,88
10	Recta	5	T9	T10	92.40	∞
11	Curva	6	T10	T11	35.26	26.49
12	Recta	6	T11	T12	18.58	∞
13	Curva	7	T12	T13	379.52	596.00
14	Curva	8	T13	T14	61.62	34.85
15	Recta	7	T14	T15	92.34	∞
16	Curva	9	T15	T16	40.84	32.24
17	Recta	8	T16	T17	2.66	∞
18	Curva	10	T17	T18	45.69	29.81
19	Recta	9	T18	T19	154.35	∞
20	Curva	11	T19	T20	31.69	28.20
21	Recta	10	T20	T21	48.39	∞
22	Curva	12	T21	T22	42.47	36.15
23	Recta	11	T22	T23	96.87	∞
24	Curva	13	T23	T24	24.00	21.29
25	Recta	12	T24	T25	24.57	∞
26	Curva	14	T25	T26	83.82	238.69
27	Recta	13	T26	T27	25.78	∞
28	Curva	15	T27	T28	114.96	164.48
29	Recta	14	T28	T29	8.33	∞
30	Curva	16	T29	T30	69.53	136.61
31	Recta	15	T30	T31	3.07	∞
32	Curva	17	T31	T32	106.89	214.95
33	Recta	16	T32	T33	17.82	∞
34	Curva	18	T33	T34	157.64	660.24
35	Recta	17	T34	T35	1.69	∞
36	Curva	19	T35	T36	180.18	583.49
37	Recta	18	T36	T37	364.77	∞
38	Curva	20	T37	T38	48.26	18.80
39	Recta	19	T38	T39	804.92	∞
40	Curva	21	T39	T40	70.72	33.45
41	Recta	20	T40	T41	76.77	∞
42	Curva	22	T41	T42	72.89	34.40
43	Recta	21	T42	T43	42.54	∞
44	Curva	23	T43	T44	38.91	44.57
45	Curva	24	T44	T45	31.85	38.67
46	Curva	25	T45	T46	47.87	61.81
47	Curva	26	T46	T47	30.31	29.51
48	Recta	22	T47	T48	468.01	∞
49	Curva	27	T48	T49	56.02	29.55
50	Recta	23	T49	T50	9.78	∞
51	Curva	28	T50	T51	108.92	179.00
52	Recta	24	T51	V29	460.74	∞

Alineaciones Boxes

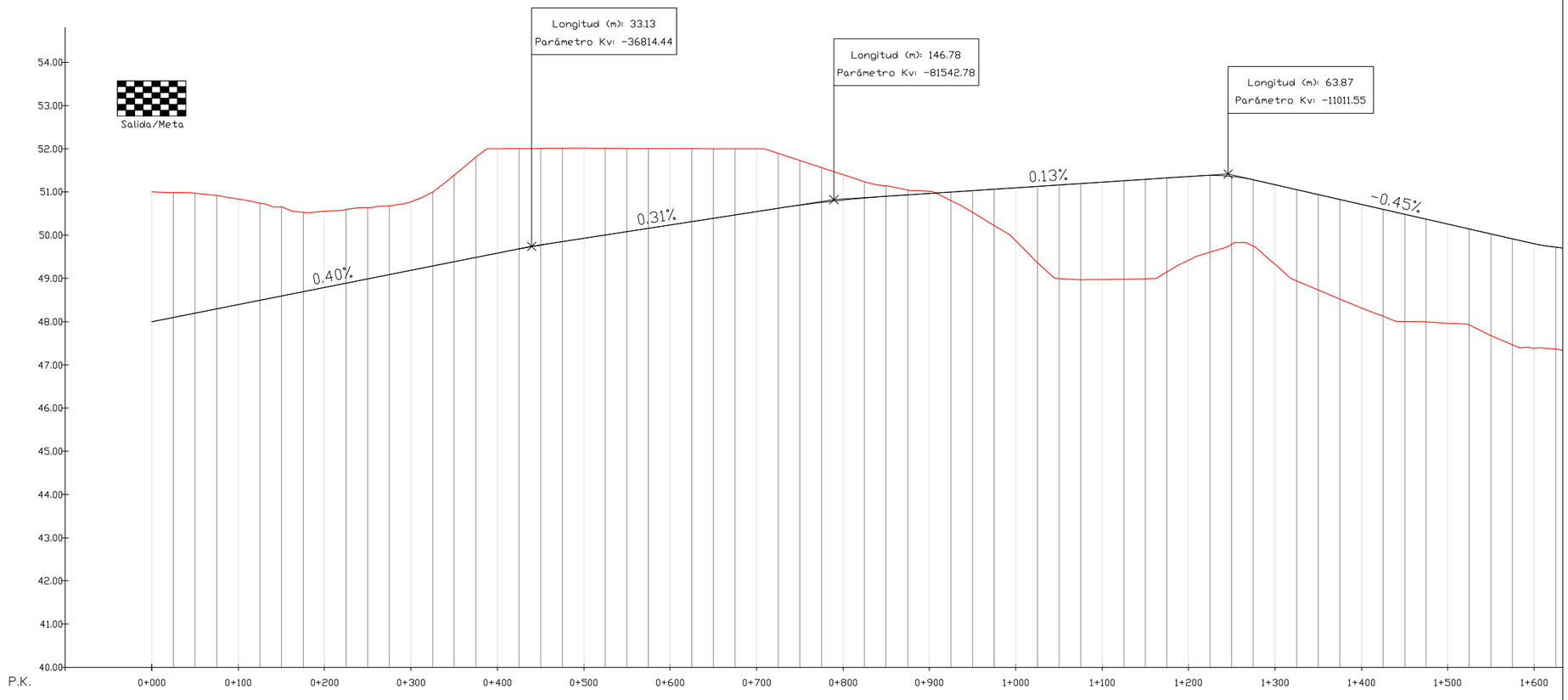
Alineación	Tipo	Numeración	Inicio	Final	Longitud	Radio
53	Recta	25	V30	T52	905.89	∞
54	Curva	29	T52	T53	24.42	20.00
55	Recta	26	T53	T54	172.58	∞
56	Curva	30	T54	T55	41.57	20.00
57	Recta	27	T55	V33	94.19	∞

NOTAS:

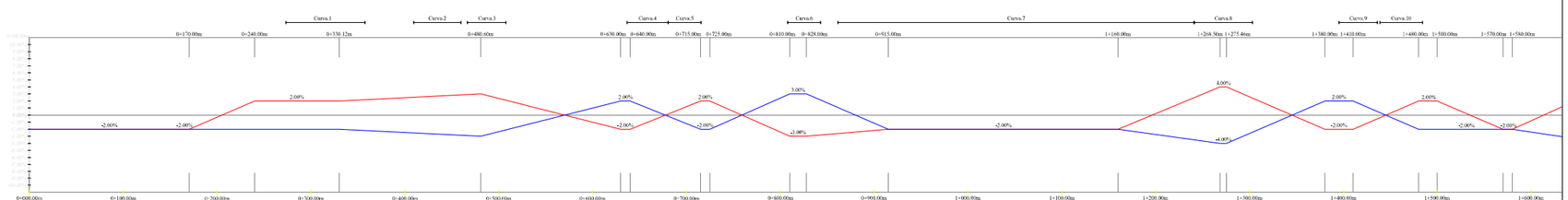
El ángulo θ corresponde al ángulo de desvío de una alineación recta con la siguiente alineación recta en un vértice. Se mide como el ángulo que se forma al prolongar la recta de entrada en el vértice con la recta de salida. Su valor es positivo si la curva es hacia la derecha y negativo si es hacia la izquierda, como en el ejemplo siguiente:



MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA DE ALINEACIONES	SUBTÍTULO DEL PLANO: TABLAS DE ALINEACIONES	ESCALA: S/E	NUMERACIÓN PLANO: 06	NUMERACIÓN HOJA: 2/2



Distancia al Origen (m)	0100.00	0200.00	0300.00	0400.00	0500.00	0600.00	0700.00	0800.00	0900.00	1000.00	1100.00	1200.00	1300.00	1400.00	1500.00	1600.00
Distancia Incremental (m)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cota Rasante (m)	48.40	48.79	49.19	49.58	49.92	50.23	50.54	50.81	50.96	51.09	51.22	51.35	51.16	50.71	50.25	49.80
Cota Terreno (m)	50.83	50.55	50.77	52.00	52.02	52.01	52.00	51.39	51.01	49.87	48.97	49.42	49.33	48.32	47.96	47.39
Diferencia de Cota (m)	-2.44	-1.76	-1.58	-2.42	-2.09	-1.77	-1.46	-0.59	-0.05	1.22	2.25	1.93	1.84	2.39	2.29	2.41
Distancia entre Acuerdos Verticales (m)	538.75					329.67				456.64				360.84		



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

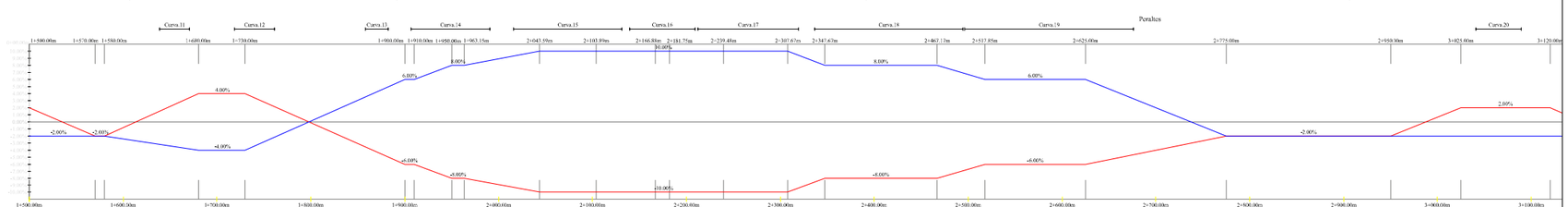
Diagrama de Peraltes:

Carril Izquierdo

Carril Derecho

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: JUNIO 2017	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL PISTA I	ESCALA 1:3000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 07	NUMERACIÓN HOJA 1/5

Distancia al Origen (m)	1600.00	1700.00	1800.00	1900.00	2000.00	2100.00	2200.00	2300.00	2400.00	2500.00	2600.00	2700.00	2800.00	2900.00	3000.00	3100.00			
Distancia Incremental (m)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00			
Cota Rasante (m)	49.80	49.52	49.25	49.00	48.95	48.90	48.85	48.80	48.51	47.64	46.61	45.59	44.56	43.61	43.41	43.36			
Cota Terreno (m)	47.39	47.55	48.67	49.42	49.98	50.52	50.77	50.24	49.54	49.43	48.70	47.71	46.35	45.36	43.95	44.75			
Diferencia de Cota (m)	2.41	1.97	0.58	-0.42	-1.02	-1.62	-1.92	-1.44	-1.04	-1.79	-2.09	-2.12	-1.79	-1.75	-0.54	-1.39			
Distancia entre Acuerdos Verticales (m)	360.84			284.46				500.49				514.48				267.74			



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

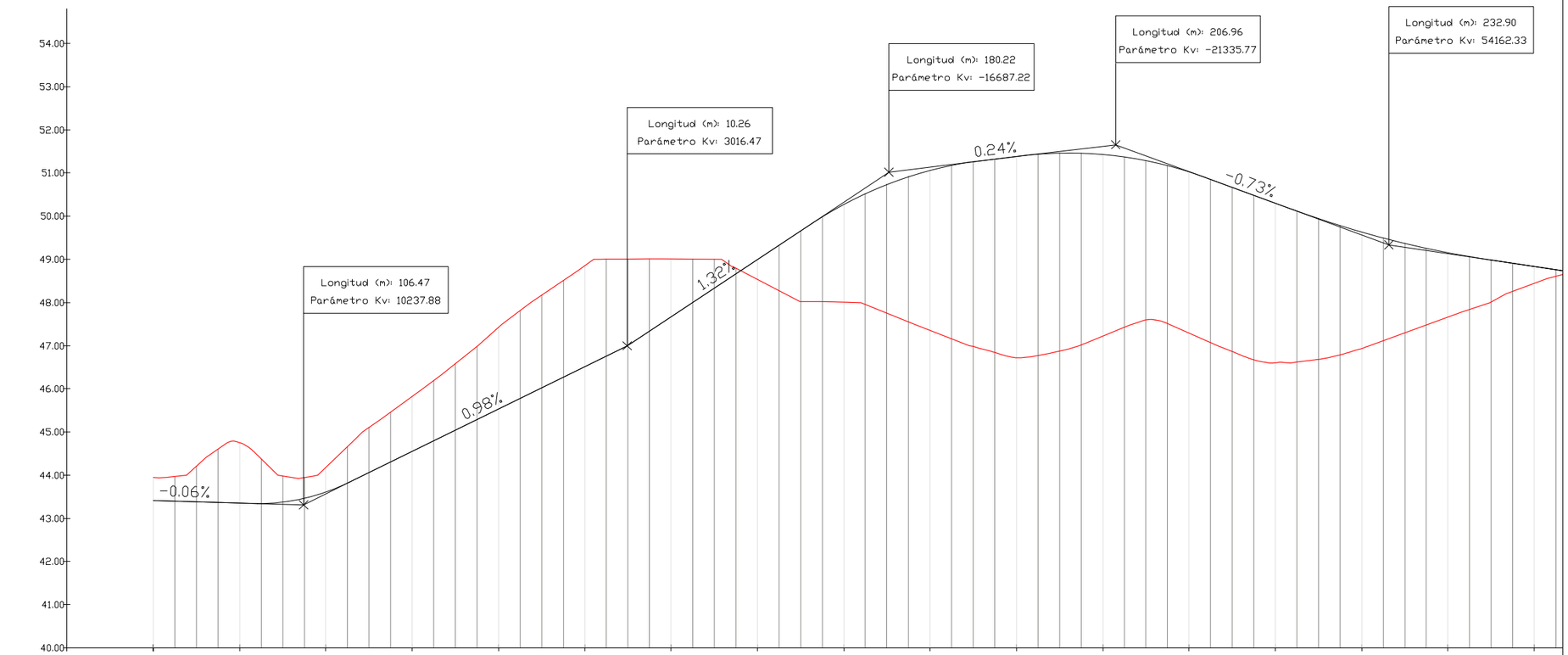
Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

Diagrama de Peraltes:

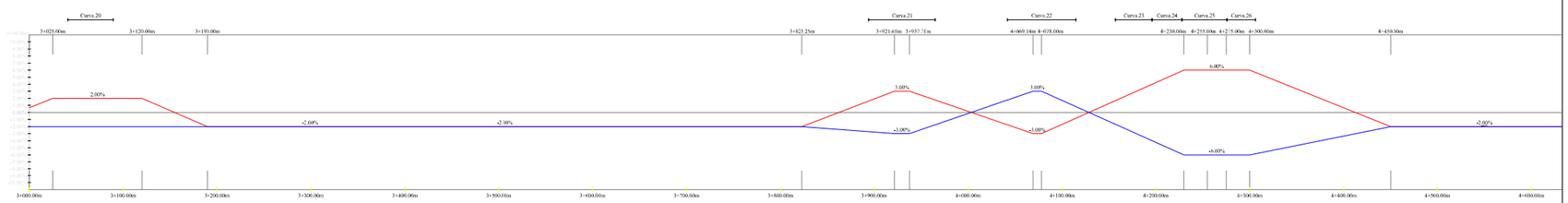
Carril Izquierdo

Carril Derecho

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: JUNIO 2017	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL PISTA II	ESCALA 1:3000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN: PLANO 07, HOJA 2/5



Distancia al Origen (m)		3100.00	3200.00	3300.00	3400.00	3500.00	3600.00	3700.00	3800.00	3900.00	4000.00	4100.00	4200.00	4300.00	4400.00	4500.00	4600.00		
Distancia Incremental (m)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
Cota Rasante (m)		43.36	43.61	44.55	45.53	46.52	47.67	49.00	50.28	51.08	51.37	51.43	51.02	50.30	49.63	49.15	48.84		
Cota Terreno (m)		44.75	44.18	45.82	47.43	48.86	49.01	48.54	48.01	47.36	46.71	47.23	47.30	46.60	46.94	47.66	48.45		
Diferencia de Cota (m)		-1.39	-0.57	-1.27	-1.90	-2.34	-1.34	0.46	2.27	3.72	4.66	4.21	3.73	3.70	2.69	1.49	0.39		
Distancia entre Acuerdos Verticales (m)		267.74		375.29		303.20			262.49			316.42			785.40				



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

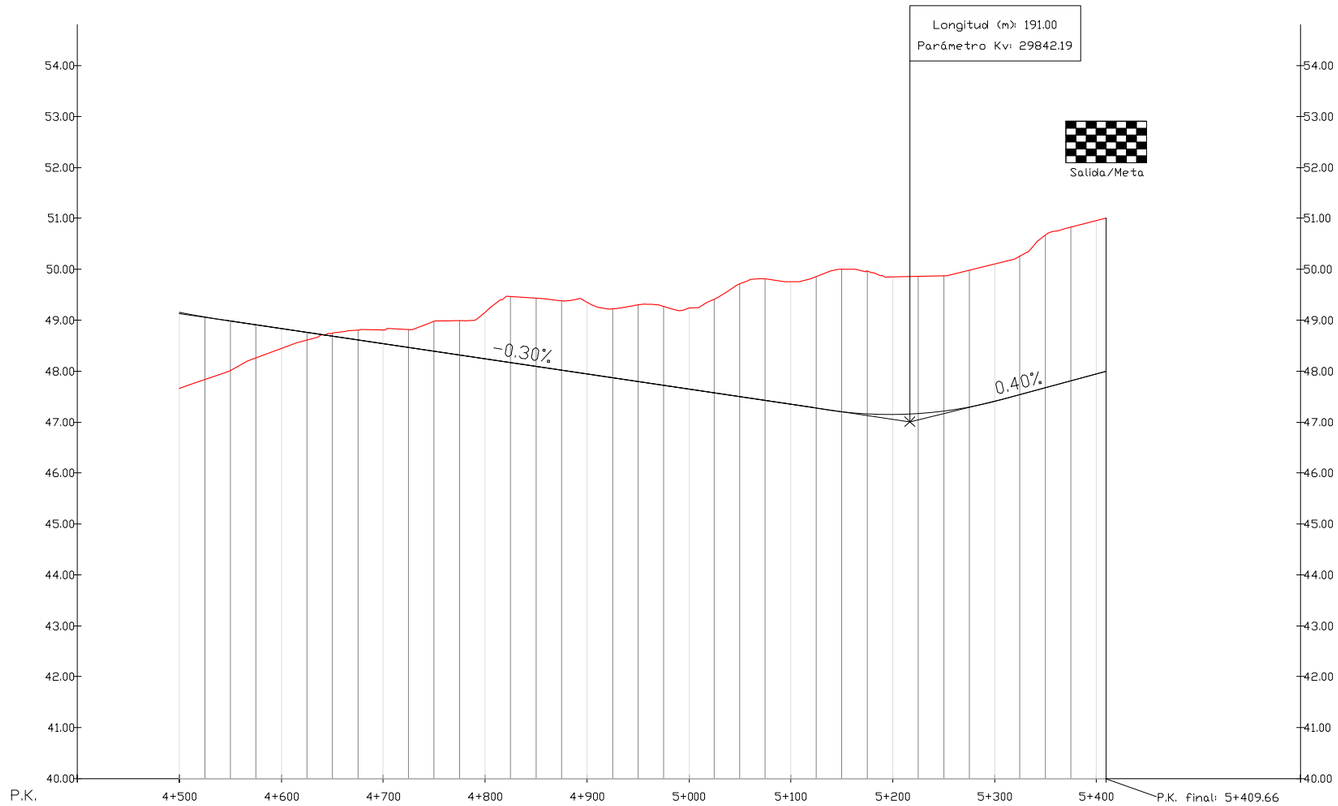
Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

Diagrama de Peraltes:

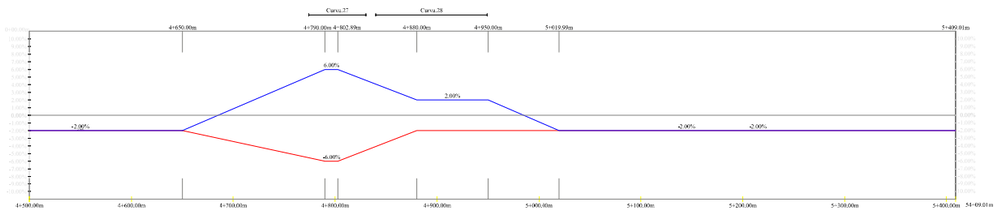
Carril Izquierdo

Carril Derecho

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: JUNIO 2017	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL PISTA III	ESCALA 1:3000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 07	NUMERACIÓN HOJA 3/5



Distancia al Origen (m)	4600.00	4700.00	4800.00	4900.00	5000.00	5100.00	5200.00	5300.00	5400.00
Distancia Incremental (m)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cota Rasante (m)	48.84	48.54	48.24	47.95	47.65	47.36	47.16	47.29	47.63
Cota Terreno (m)	48.45	48.81	49.15	49.35	49.24	49.76	49.85	49.92	50.43
Diferencia de Cota (m)	0.39	-0.27	-0.91	-1.40	-1.59	-2.40	-2.68	-2.63	-2.80
Distancia entre Acuerdos Verticales (m)	785.40						538.75		



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

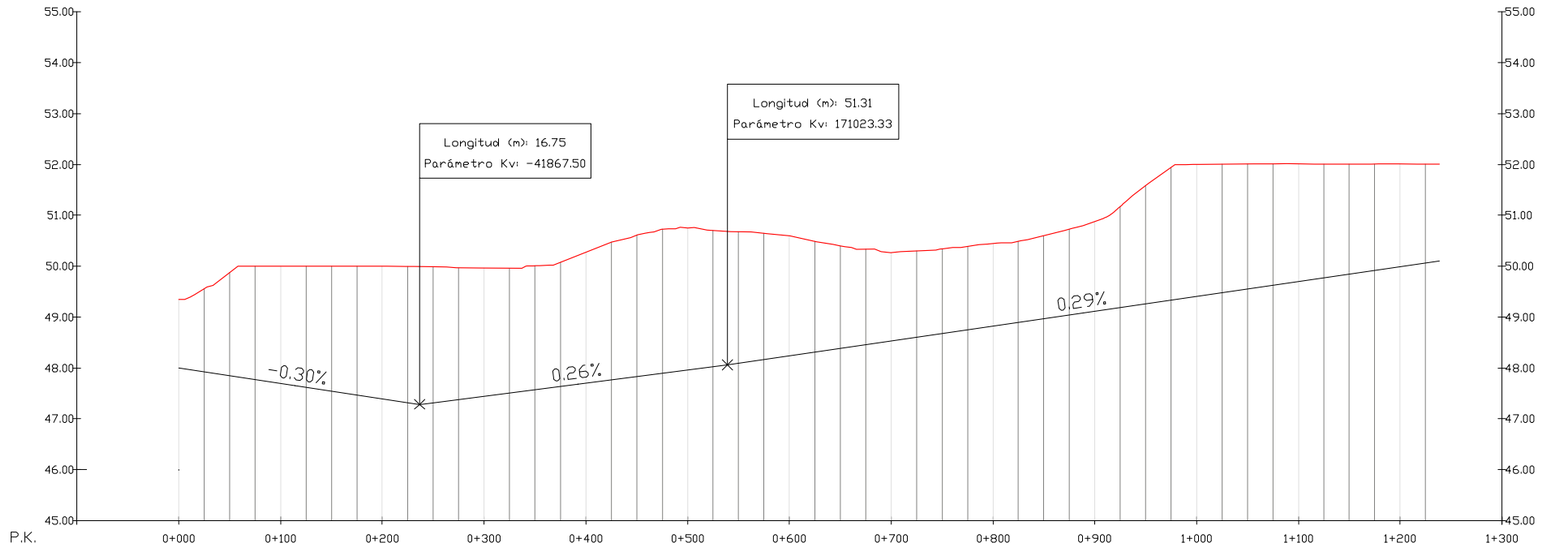
Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

Diagrama de Peraltes:

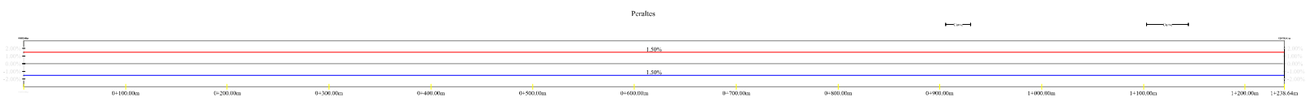
Carril Izquierdo

Carril Derecho

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: JUNIO 2017	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL PISTA IV	ESCALA 1:3000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 07	NUMERACIÓN HOJA 4/5



Distancia al Origen		0100.00	0200.00	0300.00	0400.00	0500.00	0600.00	0700.00	0800.00	0900.00	1000.00	1100.00	1200.00	1300.00
Distancia Incremental		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cota Rasante		47.40	47.40	47.45	47.71	47.96	48.24	48.53	48.82	49.11	49.41	49.70	49.99	
Cota Terreno		50.00	50.00	49.96	50.27	50.75	50.60	50.27	50.44	50.87	52.00	52.02	52.01	
Diferencia de Cota		-2.30	-2.60	-2.51	-2.57	-2.78	-2.36	-1.73	-1.62	-1.76	-2.60	-2.32	-2.03	
Acuerdos Verticales	Longitud Acuerdo			302.69										
	Parámetro Kv													



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 50:1

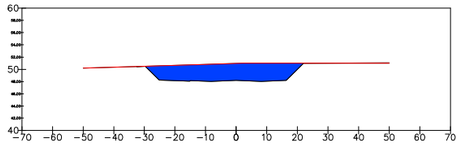
Diagrama de Peraltes:

Carril Izquierdo

Carril Derecho

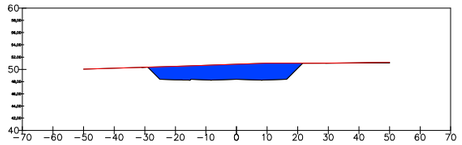
MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: JUNIO 2017	TÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL	SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFIL LONGITUDINAL CARRIL DE BOXES	ESCALA 1:3000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 07	NUMERACIÓN HOJA 5/5

PK 0+050



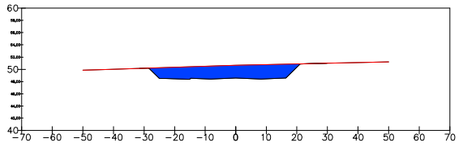
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.02	0.00
Desmonte	126.80	0.00

PK 0+100



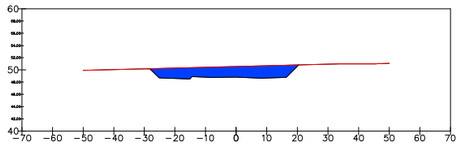
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.02	1.03
Desmonte	112.85	5991.28

PK 0+150



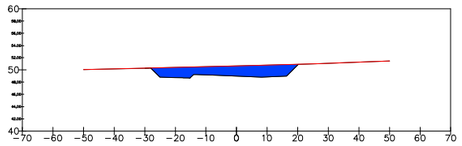
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	0.71
Desmonte	94.34	5179.69

PK 0+200



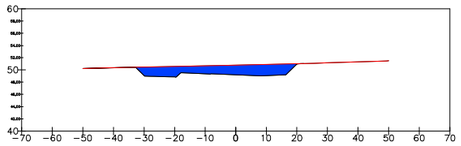
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.15
Desmonte	80.31	4366.30

PK 0+250



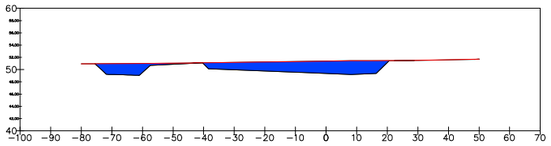
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.04
Desmonte	73.80	3852.84

PK 0+300



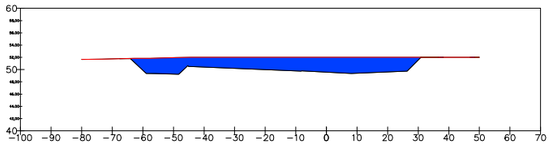
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.16	4.04
Desmonte	76.31	3752.77

PK 0+350



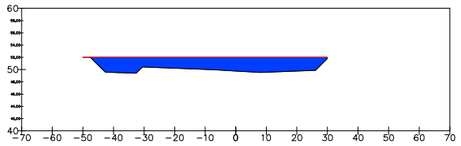
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	4.17
Desmonte	127.01	5082.99

PK 0+400



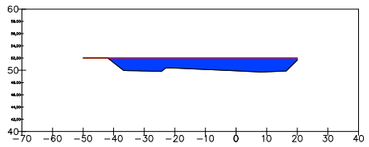
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.18
Desmonte	198.25	8131.44

PK 0+450



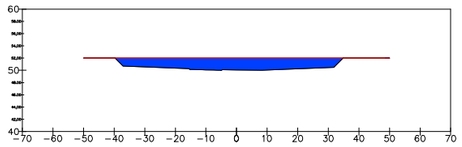
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	157.91	8904.00

PK 0+500



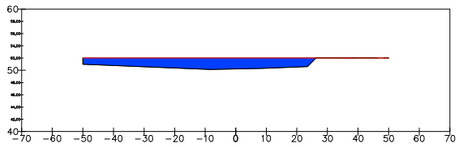
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.03
Desmonte	116.77	6867.19

PK 0+550



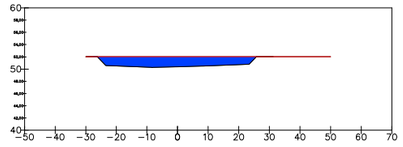
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.03
Desmonte	124.27	6026.07

PK 0+600



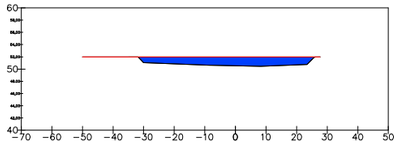
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	114.96	5980.68

PK 0+650



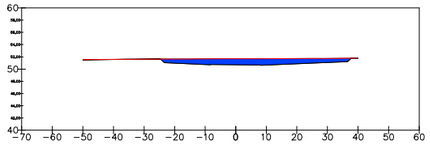
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	74.76	4742.92

PK 0+700



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	74.38	3728.49

PK 0+750



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	51.51	3147.25

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

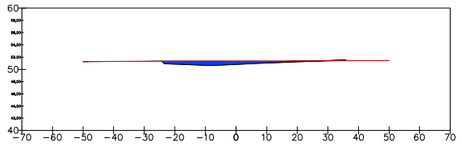
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES I

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

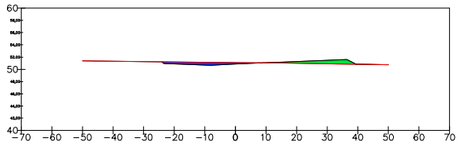
PLANO	HOJA
08	1/8

PK 0+800



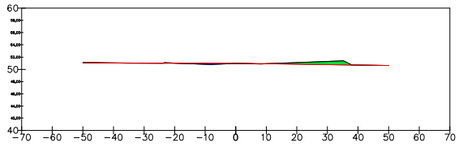
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.48	11.92
Desmonte	21.64	1828.83

PK 0+850



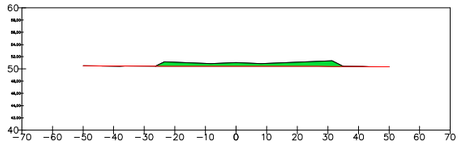
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	10.70	279.51
Desmonte	9.66	782.49

PK 0+900



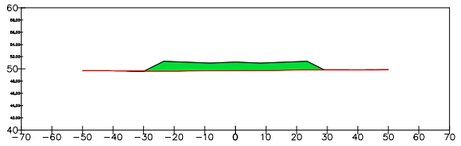
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	9.30	500.13
Desmonte	2.52	304.43

PK 0+950



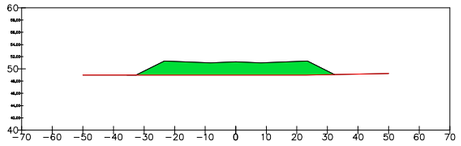
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	36.14	1136.00
Desmonte	0.10	65.67

PK 1+000



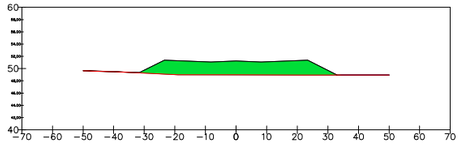
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	71.95	2702.18
Desmonte	0.00	2.72

PK 1+050



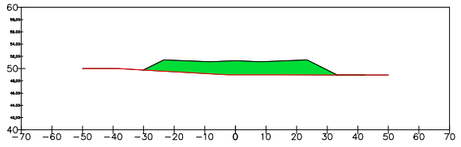
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	120.29	4805.86
Desmonte	0.00	0.11

PK 1+100



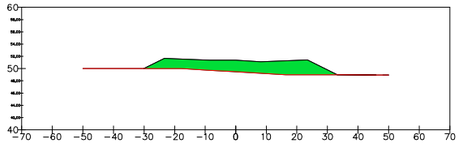
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	123.82	6102.70
Desmonte	0.11	2.75

PK 1+150



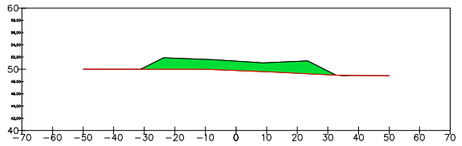
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	117.82	6041.00
Desmonte	0.00	2.74

PK 1+200



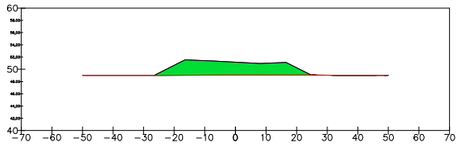
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	105.02	5570.94
Desmonte	0.00	0.01

PK 1+250



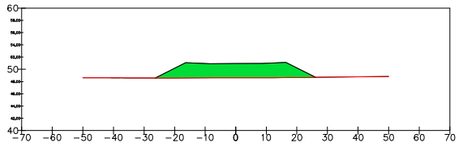
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	95.36	5009.52
Desmonte	0.00	0.01

PK 1+300



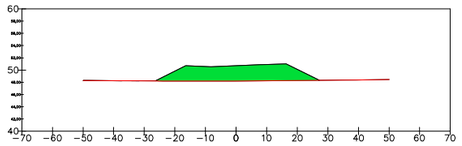
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	90.95	4657.87
Desmonte	0.00	0.10

PK 1+350



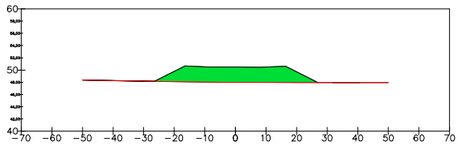
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	101.38	4808.25
Desmonte	0.00	0.10

PK 1+400



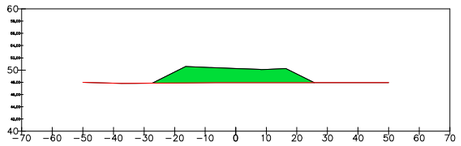
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	109.85	5280.75
Desmonte	0.03	0.77

PK 1+450



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	109.25	5477.69
Desmonte	0.00	0.77

PK 1+500



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	102.17	5285.54
Desmonte	0.00	0.00

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

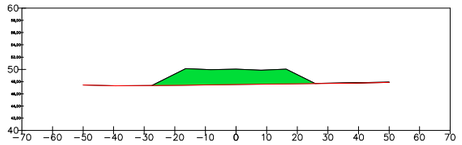
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES II

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

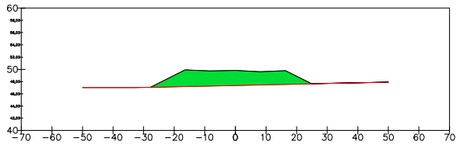
PLANO	HOJA
08	2/8

PK 1+550



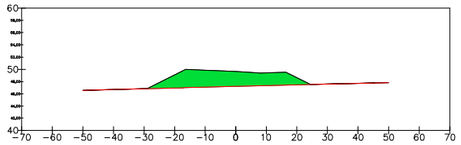
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	107.68	5246.14
Desmonte	0.00	0.00

PK 1+600



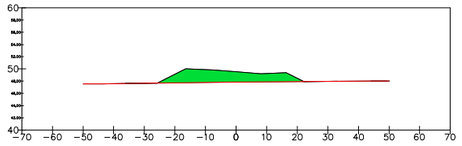
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	102.41	5252.07
Desmonte	0.02	0.59

PK 1+650



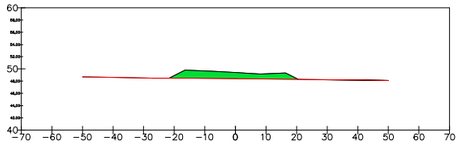
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	107.04	5236.20
Desmonte	0.04	1.52

PK 1+700



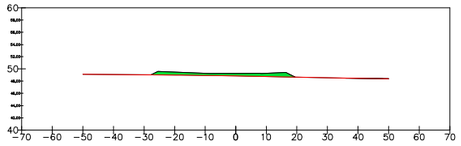
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	71.67	4467.90
Desmonte	0.03	1.58

PK 1+750



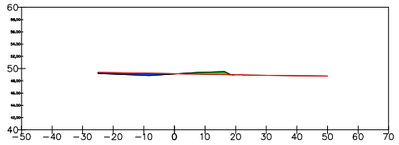
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	38.79	2761.53
Desmonte	0.02	1.24

PK 1+800



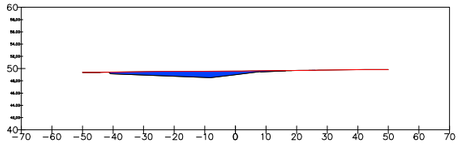
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	21.01	1494.89
Desmonte	0.00	0.62

PK 1+850



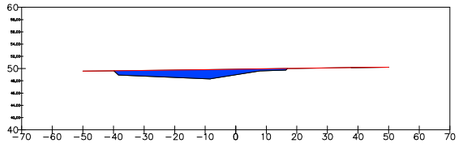
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	4.51	637.90
Desmonte	6.02	150.57

PK 1+900



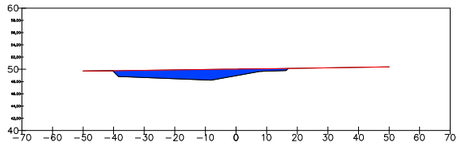
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	112.97
Desmonte	32.43	961.39

PK 1+950



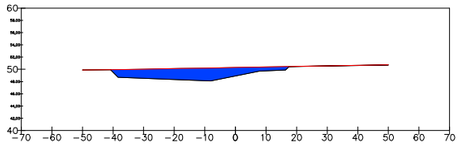
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.26
Desmonte	51.16	2089.86

PK 2+000



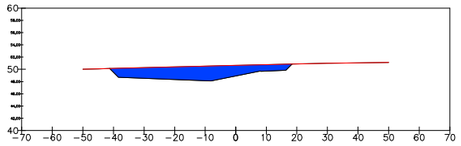
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	62.57	2843.12

PK 2+050



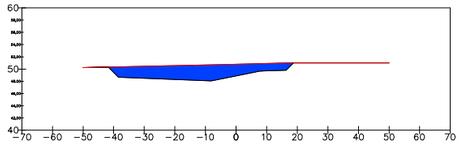
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.03	0.74
Desmonte	79.62	3554.71

PK 2+100



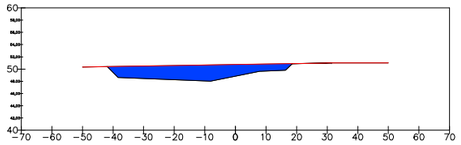
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.74
Desmonte	98.82	4460.98

PK 2+150



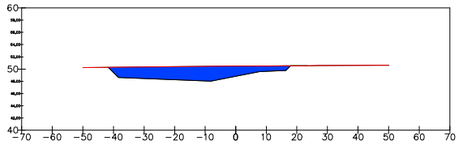
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	110.62	5235.91

PK 2+200



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.08
Desmonte	111.27	5547.16

PK 2+250



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.09
Desmonte	99.18	5261.22

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

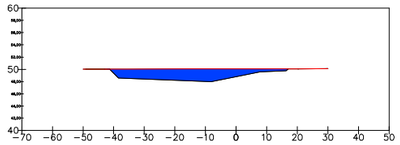
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES III

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

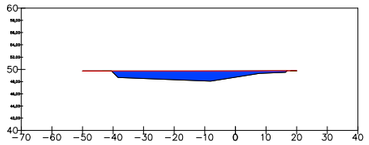
PLANO	HOJA
08	3/8

PK 2+300



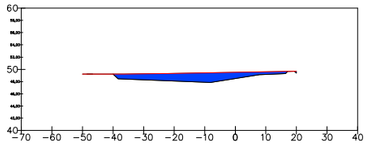
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.07
Desmonte	78.85	4450.88

PK 2+350



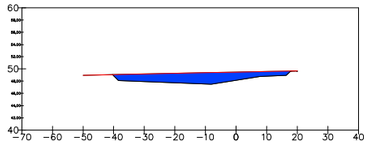
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	0.20
Desmonte	60.81	3491.58

PK 2+400



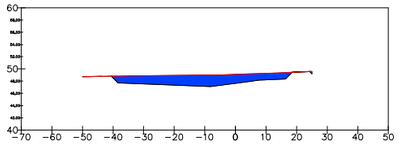
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.15
Desmonte	55.32	2903.32

PK 2+450



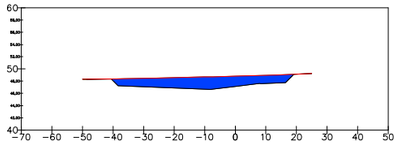
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	72.86	3204.64

PK 2+500



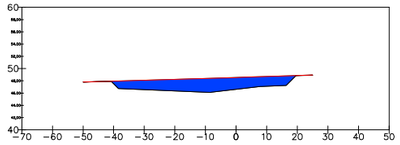
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	80.08	3823.65

PK 2+550



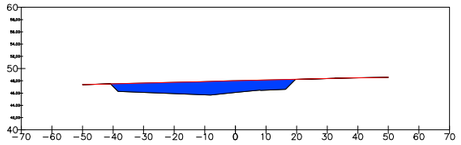
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.02	0.53
Desmonte	88.70	4219.62

PK 2+600



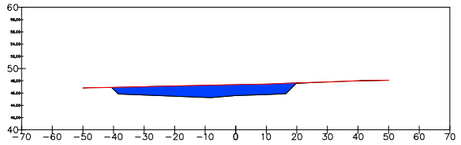
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	0.88
Desmonte	101.47	4754.34

PK 2+650



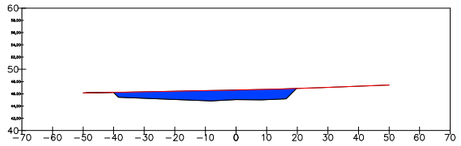
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.32	8.34
Desmonte	101.53	5075.14

PK 2+700



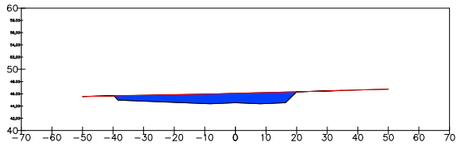
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	8.31
Desmonte	94.62	4903.78

PK 2+750



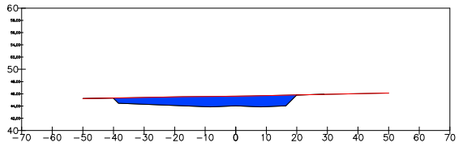
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.32
Desmonte	81.17	4394.55

PK 2+800



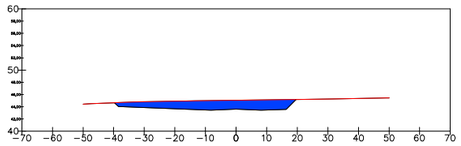
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.09	2.25
Desmonte	79.09	4006.41

PK 2+850



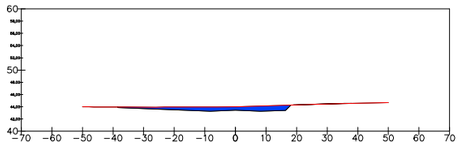
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	2.25
Desmonte	84.45	4088.55

PK 2+900



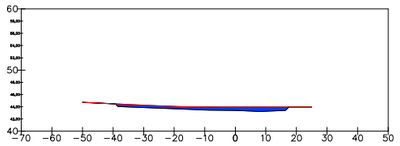
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	76.40	4021.25

PK 2+950



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.15	3.81
Desmonte	30.14	2663.48

PK 3+000



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.08	5.88
Desmonte	27.20	1433.46

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

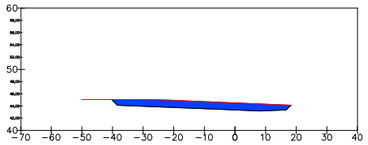
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES IV

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

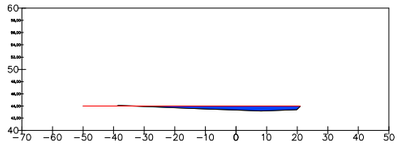
PLANO	HOJA
08	4/8

PK 3+050



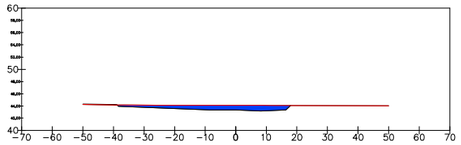
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	2.16
Desmonte	61.93	2228.32

PK 3+100



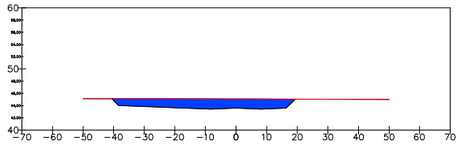
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.37	9.23
Desmonte	24.84	2169.24

PK 3+150



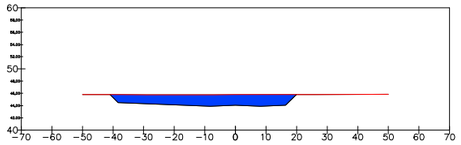
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.68	26.03
Desmonte	34.58	1485.51

PK 3+200



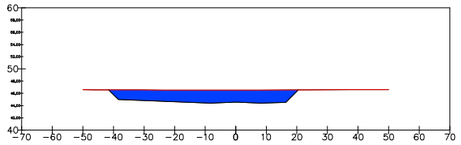
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	16.89
Desmonte	82.43	2925.47

PK 3+250



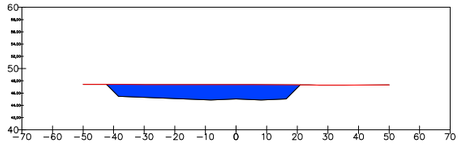
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	97.09	4488.07

PK 3+300



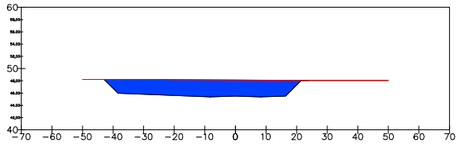
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	113.57	5266.38

PK 3+350



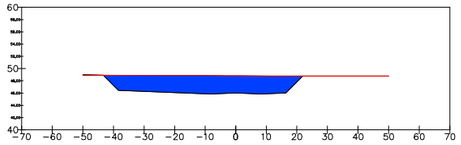
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	135.51	6226.97

PK 3+400



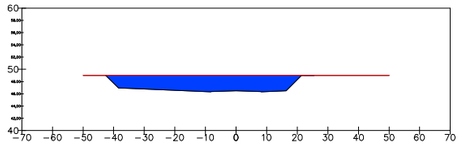
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.02
Desmonte	154.20	7242.81

PK 3+450



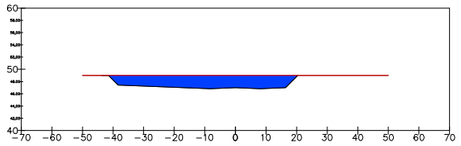
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	0.28
Desmonte	165.64	7996.07

PK 3+500



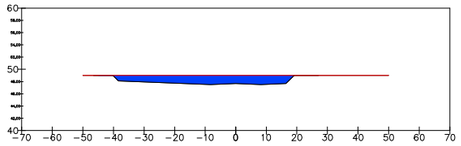
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.26
Desmonte	144.89	7763.31

PK 3+550



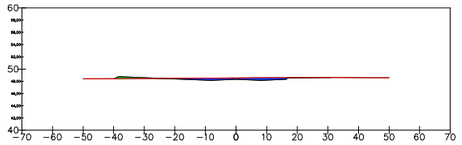
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.00
Desmonte	113.92	6470.30

PK 3+600



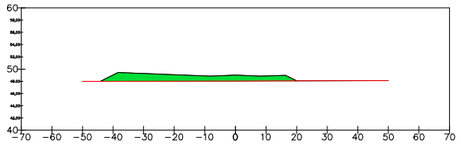
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	73.49	4685.24

PK 3+650



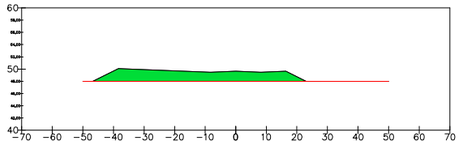
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	2.52	63.12
Desmonte	11.05	2113.50

PK 3+700



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	60.72	1581.01
Desmonte	0.00	276.34

PK 3+750



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	106.47	4179.76
Desmonte	0.00	0.00

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

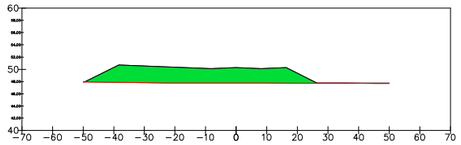
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES V

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

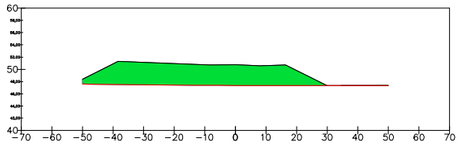
PLANO	HOJA
08	5/8

PK 3+800



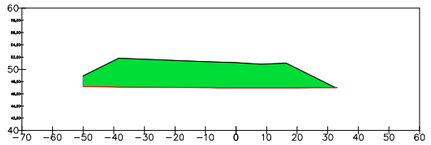
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	167.00	6836.97
Desmonte	0.00	0.01

PK 3+850



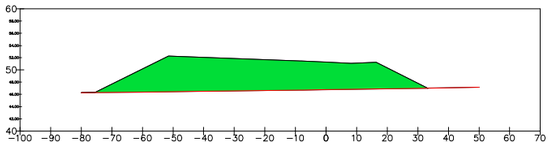
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	237.47	10111.73
Desmonte	0.00	0.01

PK 3+900



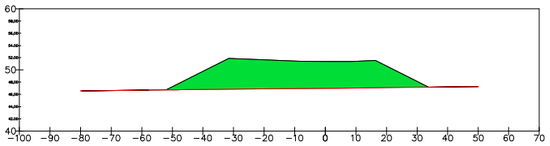
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	302.86	13508.08
Desmonte	0.00	0.00

PK 3+950



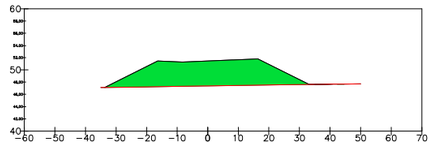
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	445.58	18710.99
Desmonte	0.00	0.00

PK 4+000



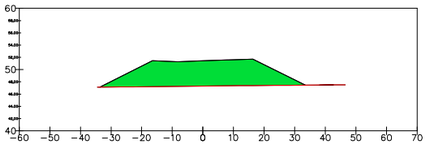
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	308.16	18843.48
Desmonte	0.02	0.43

PK 4+050



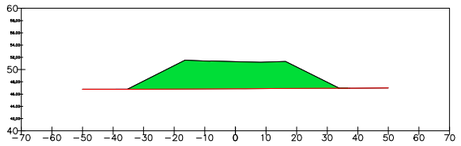
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	207.35	12887.71
Desmonte	0.00	0.46

PK 4+100



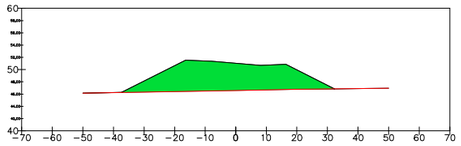
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	212.22	10489.25
Desmonte	0.00	0.10

PK 4+150



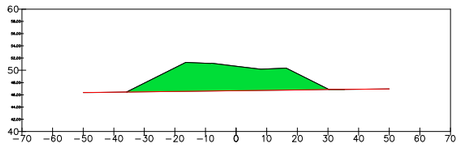
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	229.40	11040.55
Desmonte	0.01	0.32

PK 4+200



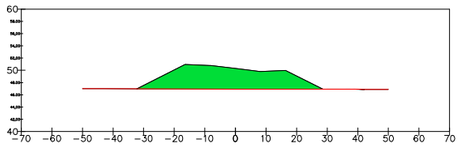
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	232.09	11537.22
Desmonte	0.00	0.25

PK 4+250



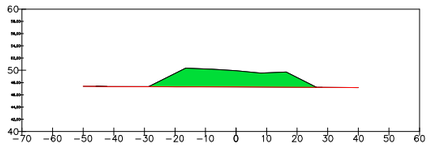
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	202.70	10869.63
Desmonte	0.00	0.00

PK 4+300



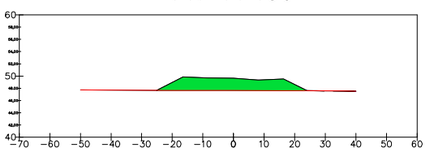
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	161.67	9109.23
Desmonte	0.00	0.02

PK 4+350



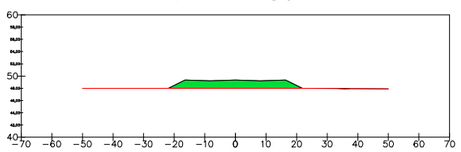
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	117.50	6979.20
Desmonte	0.00	0.06

PK 4+400



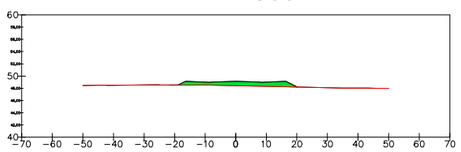
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	80.37	4946.72
Desmonte	0.00	0.16

PK 4+450



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	49.64	3250.19
Desmonte	0.00	0.19

PK 4+500



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	23.39	1825.78
Desmonte	0.00	0.07

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

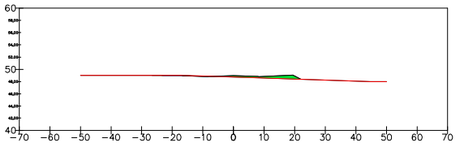
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES VI

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

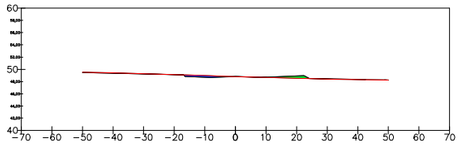
PLANO	HOJA
08	6/8

PK 4+550



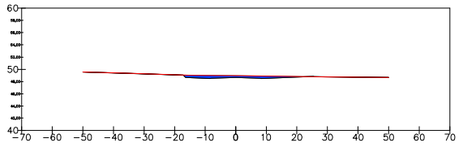
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	7.99	784.68
Desmonte	0.37	9.36

PK 4+600



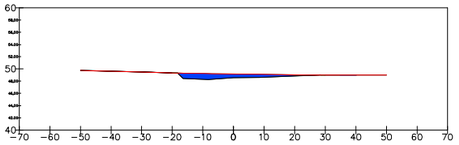
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	3.46	286.24
Desmonte	4.59	124.05

PK 4+650



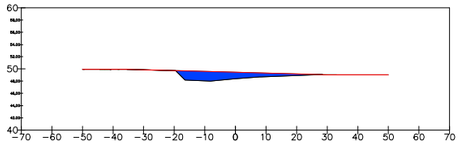
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.17	90.63
Desmonte	12.60	429.75

PK 4+700



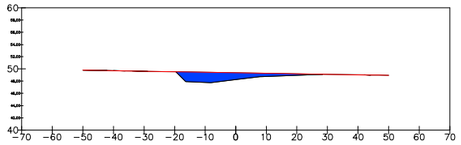
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.28	11.15
Desmonte	23.79	909.76

PK 4+750



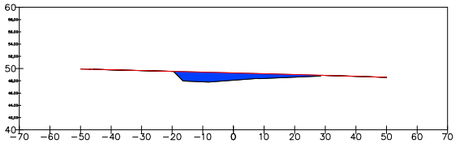
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.06	8.36
Desmonte	38.39	1554.51

PK 4+800



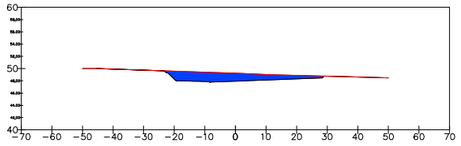
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.02	1.87
Desmonte	40.02	1960.41

PK 4+850



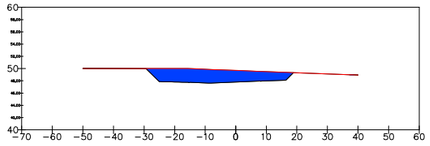
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.01	0.72
Desmonte	44.86	2122.02

PK 4+900



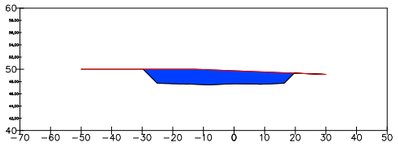
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.24	6.18
Desmonte	53.09	2448.76

PK 4+950



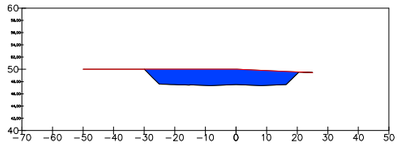
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	5.88
Desmonte	86.47	3489.02

PK 5+000



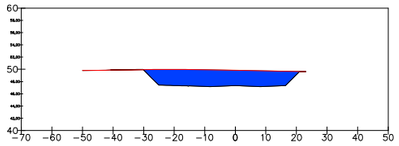
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.06
Desmonte	98.77	4630.81

PK 5+050



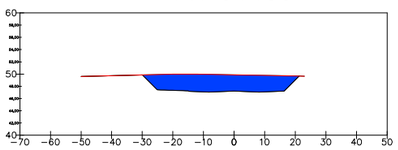
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.06
Desmonte	113.80	5314.10

PK 5+100



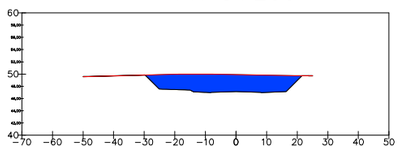
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.34	8.41
Desmonte	119.33	5828.16

PK 5+150



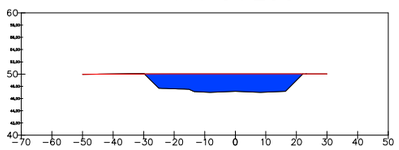
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.02	8.80
Desmonte	124.27	6089.99

PK 5+200



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.19	5.14
Desmonte	125.86	6253.41

PK 5+250



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.16	8.80
Desmonte	129.30	6379.19

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

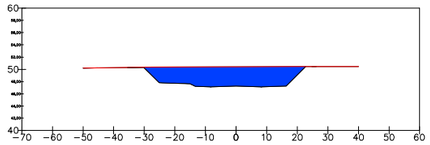
SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES VII

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

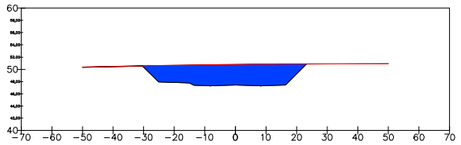
PLANO	HOJA
08	7/8

PK 5+300



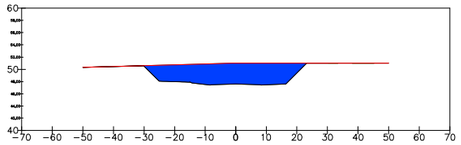
	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	4.06
Desmonte	143.90	6830.11

PK 5+350



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.02
Desmonte	154.91	7470.35

PK 5+400



	Área (m2)	Volumen (m3)
Terraplén	0.00	0.01
Desmonte	152.42	7683.20

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 2:1

Leyenda:

- Línea de Terreno Natural
- Área en Desmonte
- Área en Terraplén

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

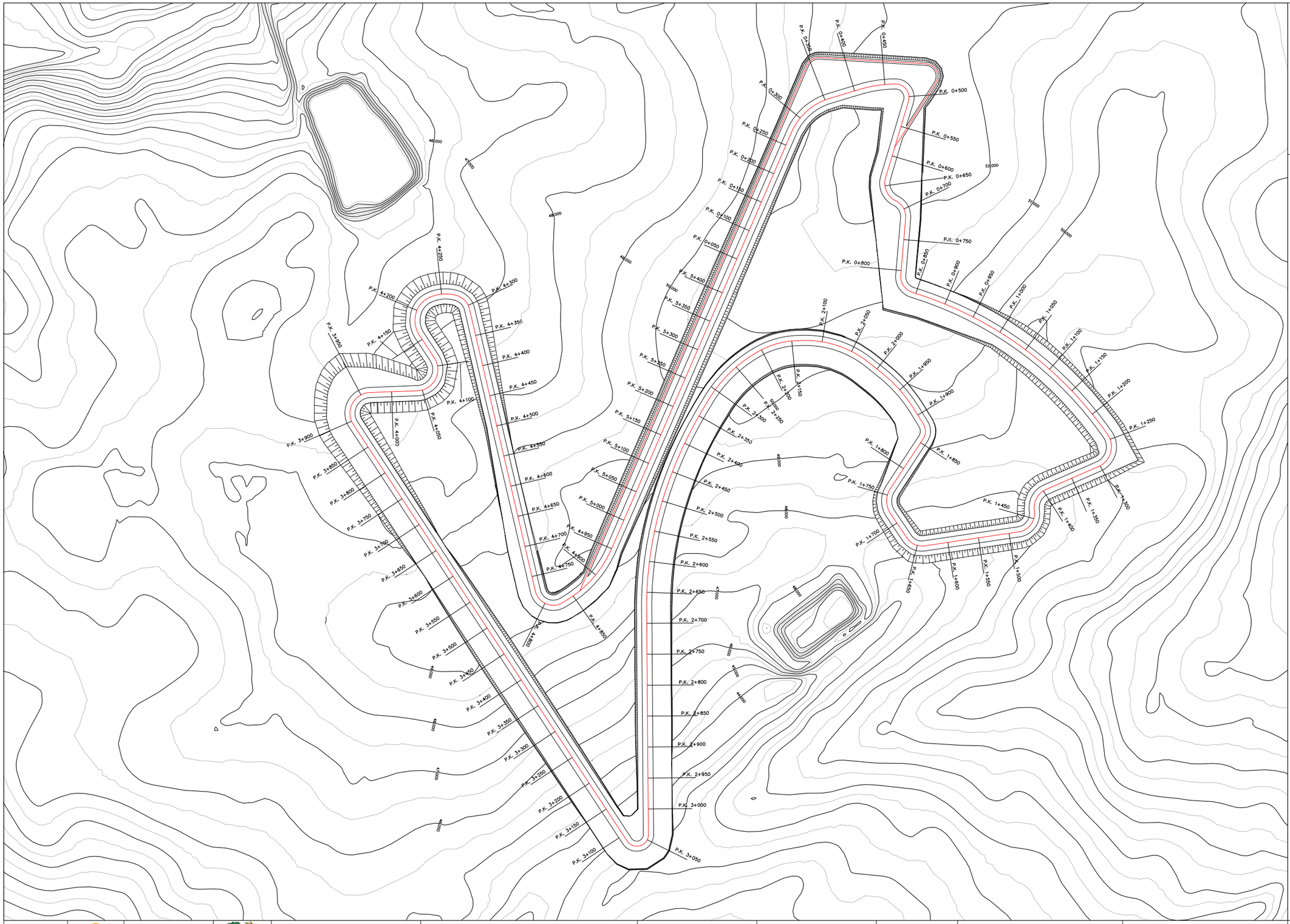
TÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES

SUBTÍTULO DEL PLANO: PERFILES TRANSVERSALES VIII

ESCALA: 1:1000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
08	8/8



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Curvas de Nivel obtenidas a través del procesamiento con Global Mapper del Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (obtenido el día 19 de abril de 2017).

Leyenda:

Eje Pista/Boxes

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

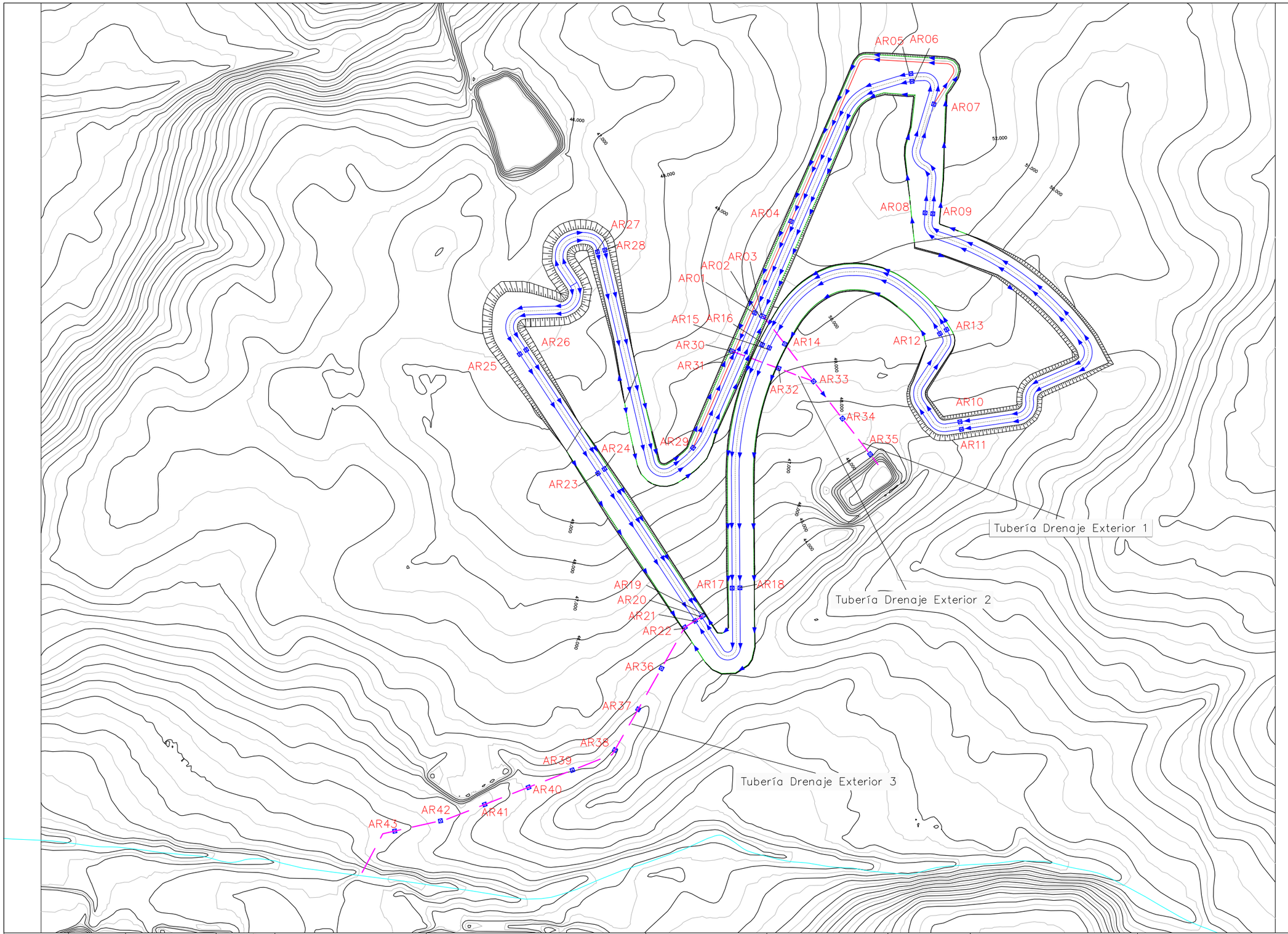
TÍTULO DEL PLANO: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

SUBTÍTULO DEL PLANO: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

ESCALA: 1:3000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
09	1/1



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Curvas de Nivel obtenidas a través del procesamiento con Global Mapper del Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (obtenido el día 19 de abril de 2017).

Leyenda:

- Cuneta Tipo 1
- Cuneta Tipo 2
- Cuneta Tipo 3
- Drenaje Exterior
- Pozo de registro
- Sentido Drenaje

Tabla de Arquetas de Registro

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Z sup (m)	Prof (m)
AR01	249.124	4.148.030	47.08	1.54
AR02	249.139	4.148.023	47.08	1.62
AR03	249.146	4.148.020	47.15	1.70
AR04	249.201	4.148.224	48.07	1.50
AR05	249.455	4.148.538	49.73	1.50
AR06	249.458	4.148.522	49.73	1.50
AR07	249.504	4.148.473	51.00	1.50
AR08	249.486	4.148.242	50.81	1.50
AR09	249.502	4.148.240	50.81	1.50
AR10	249.560	4.147.798	49.77	1.50
AR11	249.563	4.147.782	49.77	1.50
AR12	249.517	4.147.986	49.00	1.50
AR13	249.531	4.147.994	49.00	1.50
AR14	249.187	4.147.964	48.60	3.52
AR15	249.154	4.147.956	48.57	1.50
AR16	249.139	4.147.962	48.57	1.50
AR17	249.076	4.147.445	43.59	1.50
AR18	249.092	4.147.445	43.59	1.50
AR19	249.018	4.147.389	43.44	2.25
AR20	249.011	4.147.384	43.28	2.11
AR21	248.997	4.147.375	43.36	2.23
AR22	248.975	4.147.361	43.96	2.91
AR23	248.791	4.147.689	47.01	1.50
AR24	248.804	4.147.698	47.01	1.50
AR25	248.624	4.147.942	50.75	1.50
AR26	248.638	4.147.951	50.75	1.50
AR27	248.789	4.148.160	51.39	1.50
AR28	248.805	4.148.163	51.39	1.50
AR29	248.993	4.147.743	48.00	1.50
AR30	249.071	4.147.950	47.30	1.29
AR31	249.076	4.147.948	47.24	1.26
AR32	249.175	4.147.912	49.10	3.61
AR33	249.249	4.147.884	48.50	3.94
AR34	249.310	4.147.805	47.28	3.21
AR35	249.369	4.147.729	48.04	4.40
AR36	248.926	4.147.274	44.00	3.45
AR37	248.876	4.147.188	43.00	2.96
AR38	248.827	4.147.101	42.00	2.46
AR39	248.736	4.147.058	42.06	3.03
AR40	248.643	4.147.022	41.57	3.03
AR41	248.550	4.146.985	40.32	2.31
AR42	248.456	4.146.950	39.77	33.77
AR43	248.359	4.146.929	38.91	1.90

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

TÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - PLANTA DE DRENAJE LONGITUDINAL

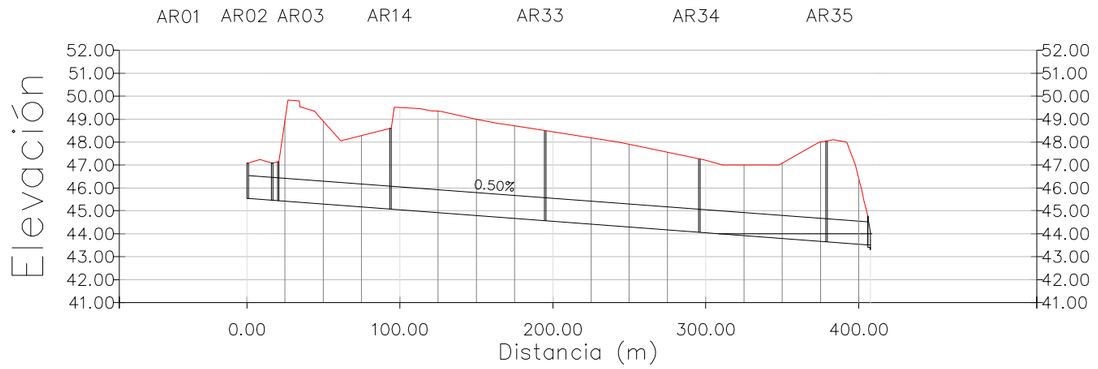
SUBTÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - PLANTA DE DRENAJE LONGITUDINAL

ESCALA: 1:4000
ORIGINAL EN A1

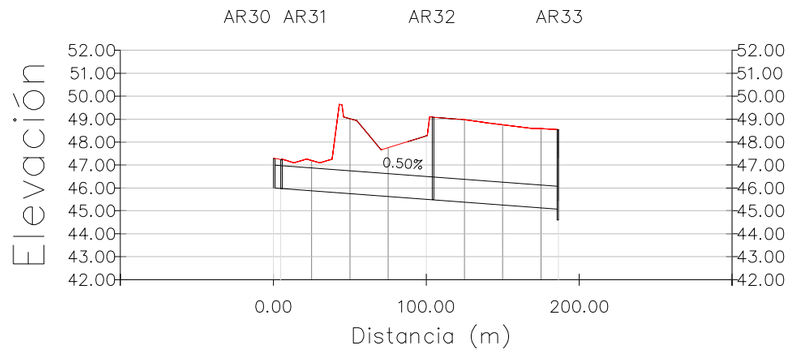
NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
10	1/1

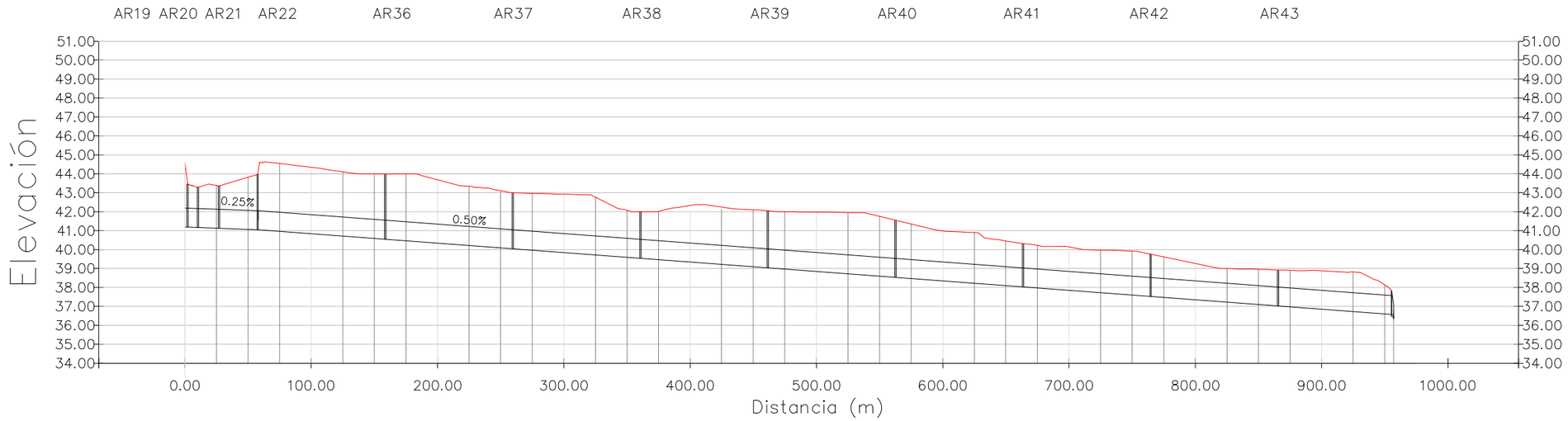
Tubería Drenaje Exterior 1



Tubería Drenaje Exterior 2



Tubería Drenaje Exterior 3



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Relación Eje Vertical/Horizontal: 15:1

Tabla de Arquetas de Registro

	Coord X (m)	Coord Y (m)	Z sup (m)	Prof (m)
AR01	249.124	4.148.030	47.08	1.54
AR02	249.139	4.148.023	47.08	1.62
AR03	249.146	4.148.020	47.15	1.70
AR14	249.187	4.147.964	48.60	3.52
AR19	249.018	4.147.389	43.44	2.25
AR20	249.011	4.147.384	43.28	2.11
AR21	248.997	4.147.375	43.36	2.23
AR22	248.975	4.147.361	43.96	2.91
AR30	249.071	4.147.950	47.30	1.29
AR31	249.076	4.147.948	47.24	1.26
AR32	249.175	4.147.912	49.10	3.61
AR33	249.249	4.147.884	48.50	3.94
AR34	249.310	4.147.805	47.28	3.21
AR35	249.369	4.147.729	48.04	4.40
AR36	248.926	4.147.274	44.00	3.45
AR37	248.876	4.147.188	43.00	2.96
AR38	248.827	4.147.101	42.00	2.46
AR39	248.736	4.147.058	42.06	3.03
AR40	248.643	4.147.022	41.57	3.03
AR41	248.550	4.146.985	40.32	2.31
AR42	248.456	4.146.950	39.77	33.77
AR43	248.359	4.146.929	38.91	1.90

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

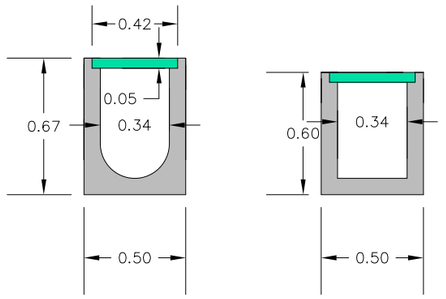
TÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - PERFILES TRANSVERSALES DE DRENAJE EXTERIOR

SUBTÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - PERFILES TRANSVERSALES DE DRENAJE EXTERIOR

ESCALA: 1:2500
ORIGINAL EN A1

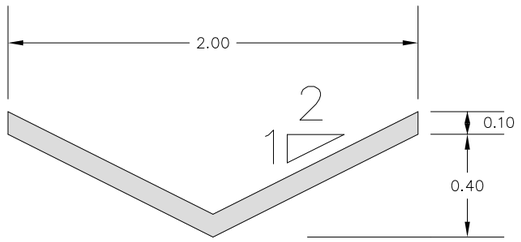
NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
11	1/1

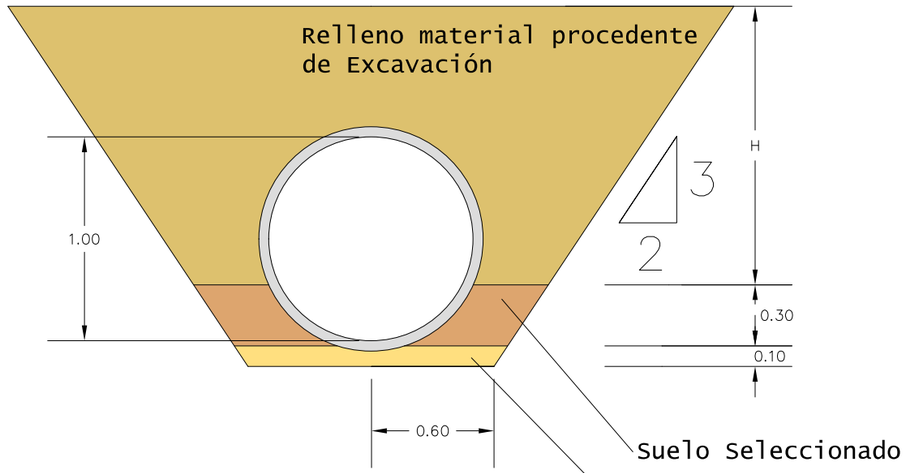


Cuneta Tipo 1

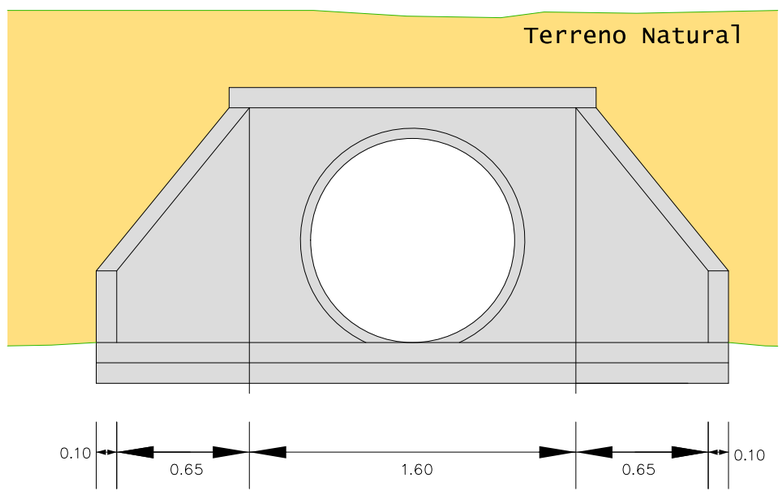
Cuneta Tipo 2

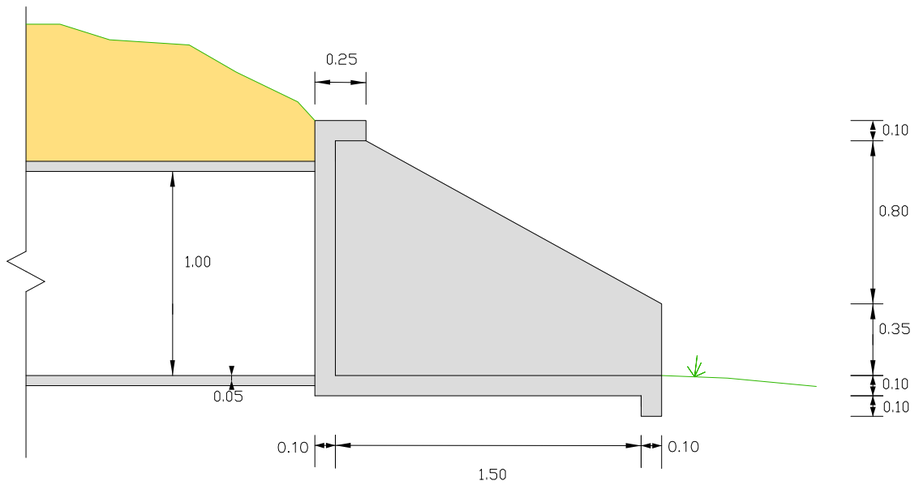


Cuneta Tipo 3



Sección Drenaje Exterior





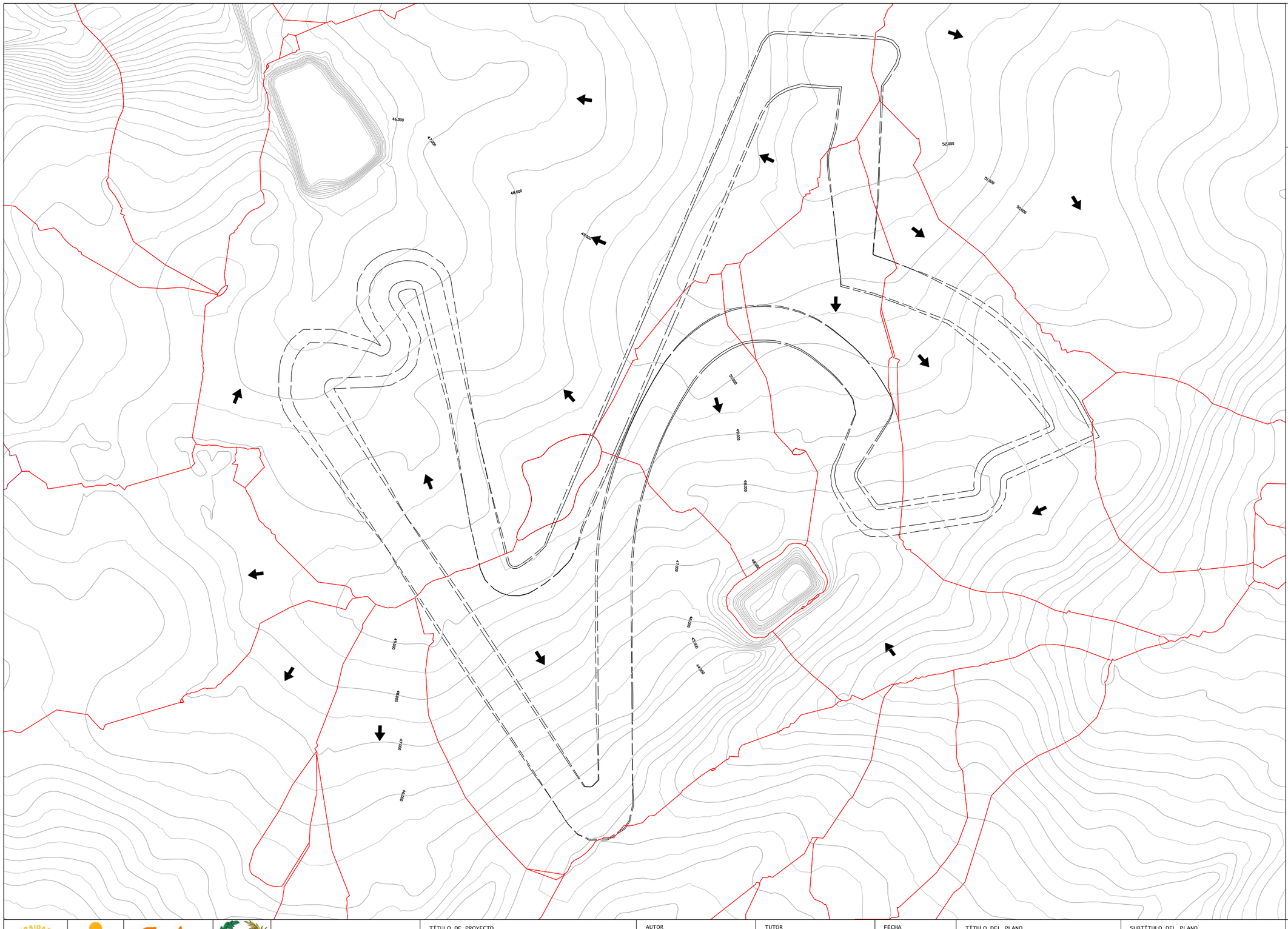
Obra de Desagúe de Drenaje Exterior

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Cotas en metros

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES	SUBTÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - SECCIONES CONSTRUCTIVAS Y DETALLES	ESCALA 1:15 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 12	NUMERACIÓN HOJA 1/1



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Curvas de Nivel obtenidas a través del procesamiento con Global Mapper del Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (obtenido el dia 19 de abril de 2017).

Leyenda:

Divisorias de cuencas

Dirección de pendiente

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR
JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR
BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA
NOVIEMBRE 2017

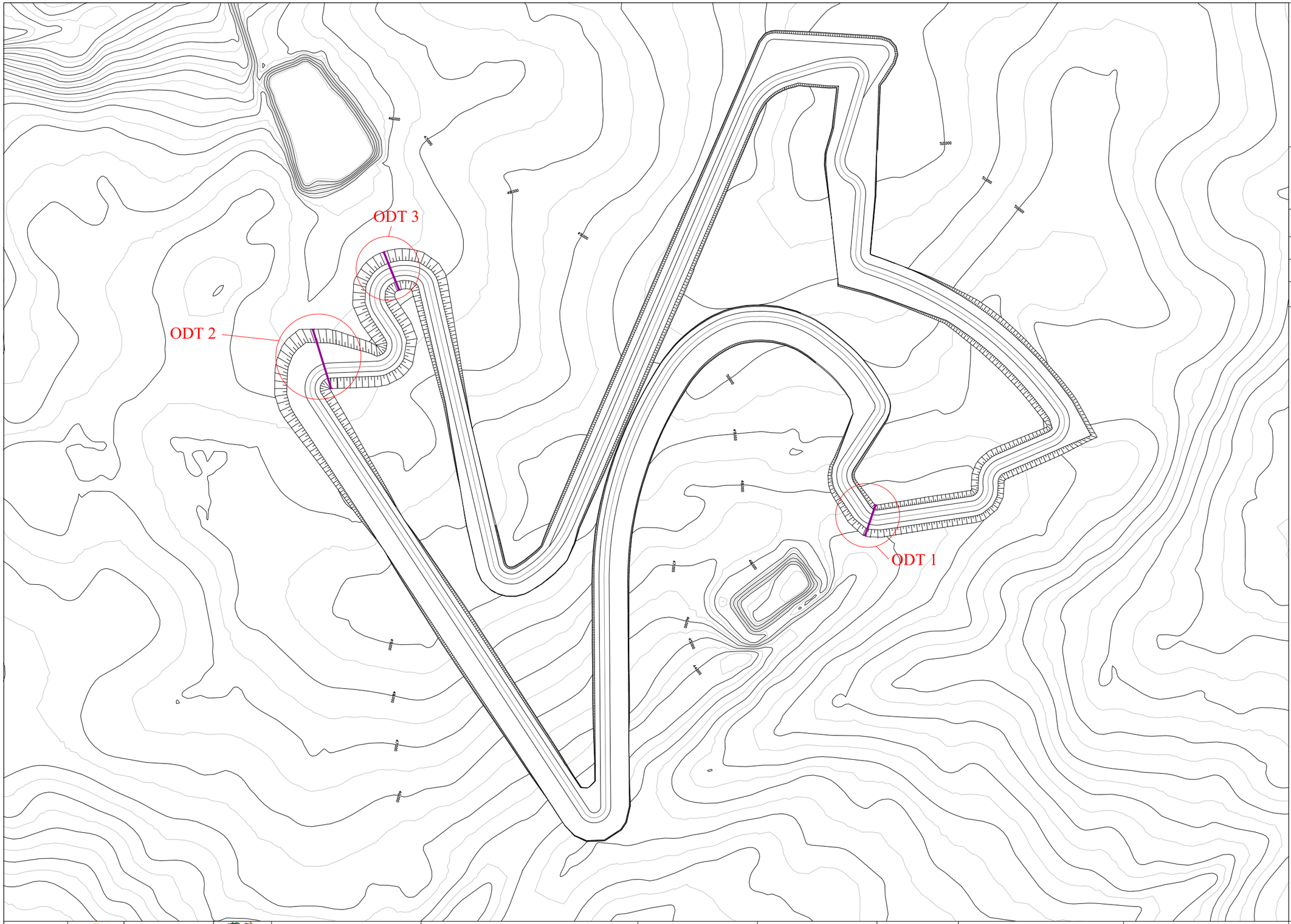
TÍTULO DEL PLANO
DRENAJE - CUENCAS HIDROGRÁFICAS

SUBTÍTULO DEL PLANO
DRENAJE - CUENCAS HIDROGRÁFICAS

ESCALA
1:3000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

PLANO	HOJA
13	1/1



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Curvas de Nivel obtenidas a través del procesamiento con Global Mapper del Modelo Digital del Terreno del Instituto Geográfico Nacional (obtenido el dia 19 de abril de 2017).

Leyenda:

Obra de Drenaje Transversal

Tabla de Longitudes de ODT

	Longitud de ODT (m)
ODT 1	53.09
ODT 2	101.07
ODT 3	67.05

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

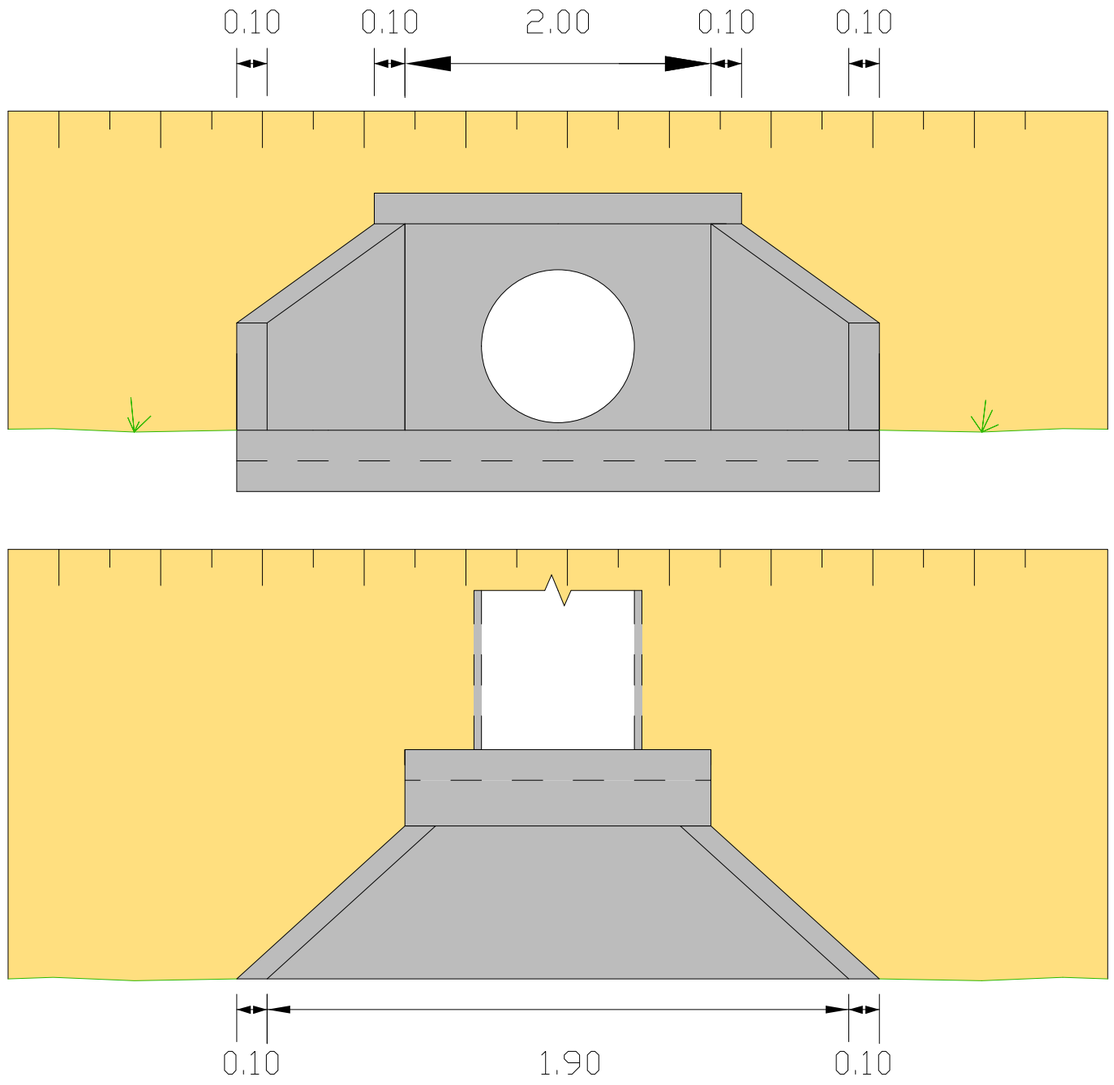
FECHA: NOVIEMBRE 2017

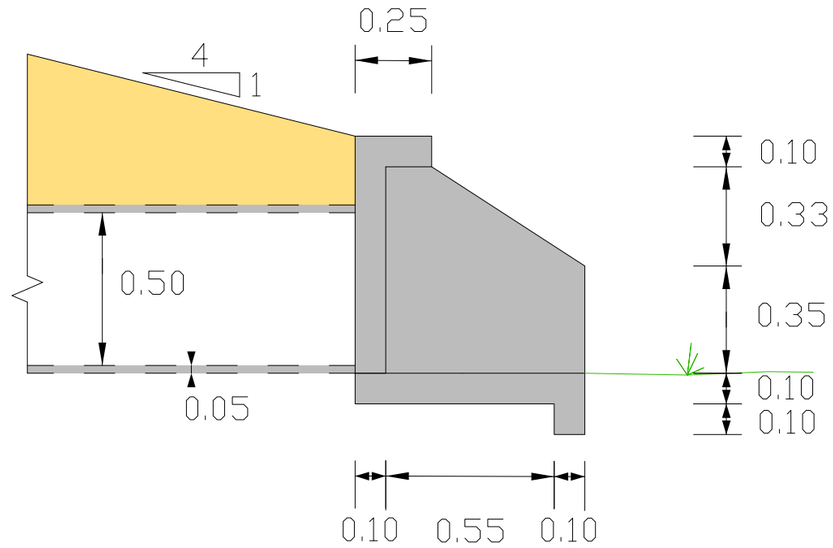
TÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL

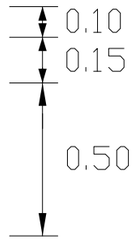
SUBTÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL

ESCALA 1:3000, ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN: PLANO 14, HOJA 1/1







NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - DETALLE OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL	SUBTÍTULO DEL PLANO: DRENAJE - DETALLE OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL	ESCALA: 1:10, ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN: PLANO 15	HOJA 1/1

NOTAS:

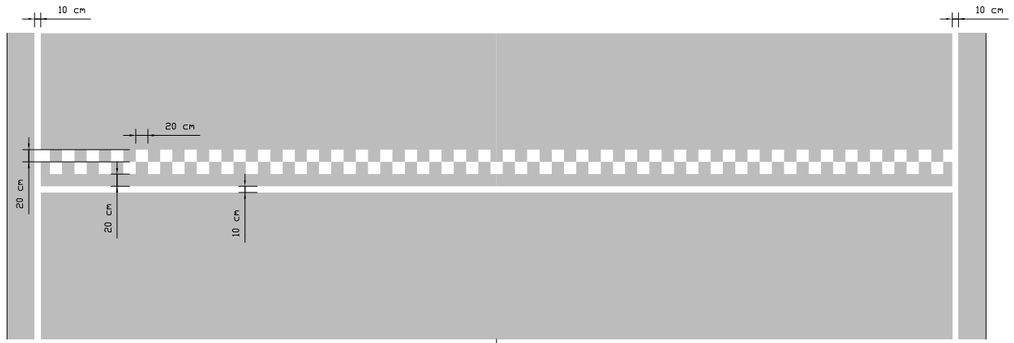
Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

Leyenda:

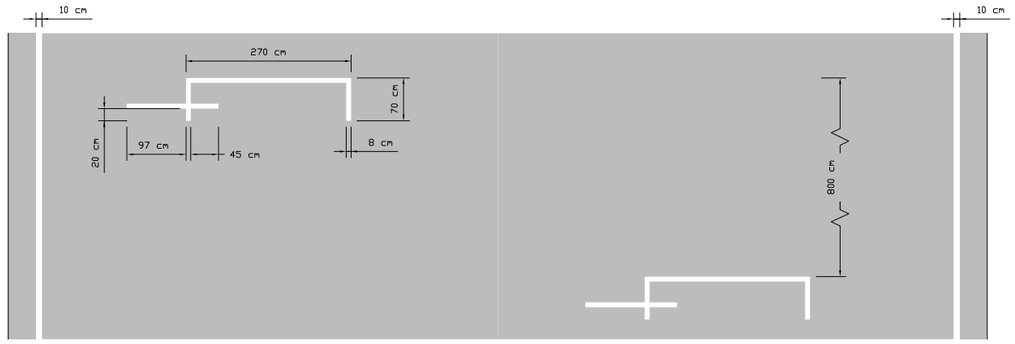
- Límites Circuito/Boxes
- Eje Circuito/Boxes
- Posiciones Salida
- Borde Piano
- Muro
- Muro SAFER
- Verja
- Césped artificial
- Escapatoria de grava
- Escapatoria de asfalto

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: SEÑALIZACIÓN	SUBTÍTULO DEL PLANO: PLANTA UBICACIÓN SEÑALES	ESCALA 1:5000 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN	PLANO 16	HOJA 1/2

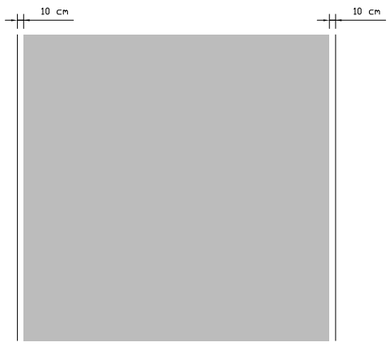
1. LÍNEAS EXTERIORES CARRIL NORMAL



2. LÍNEAS EXTERIORES CARRIL INICIO

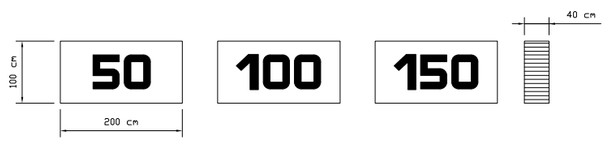


3. LÍNEA DE SALIDA/META



4. LÍNEAS DE PARRILLA DE SALIDA

5. LÍNEAS EXTERIORES DE CARRIL DE BOXES

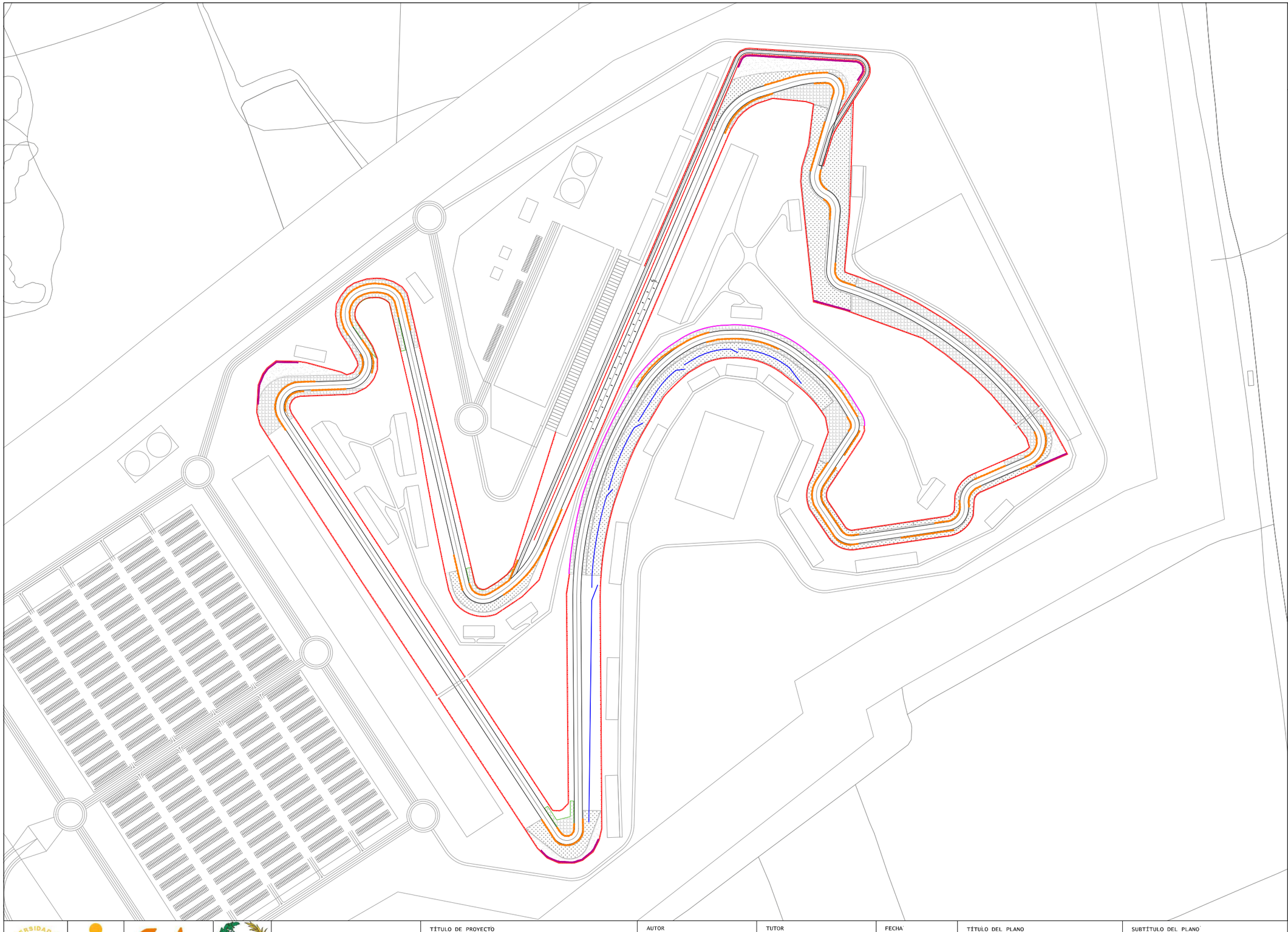


6 a,b y c. MARCAS DE DISTANCIA A CURVA

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: SEÑALIZACIÓN	SUBTÍTULO DEL PLANO: SEÑALES	ESCALA 1:50 ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN PLANO 16	NUMERACIÓN HOJA 2/2



NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía. Día: 20/05/2017

Leyenda:

1. Muro con verja
2. Barrera metálica
3. Borde Piano
4. Muro SAFER
5. Barrera de neumáticos

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL
INGENIERO CIVIL

TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ
INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

FECHA: NOVIEMBRE 2017

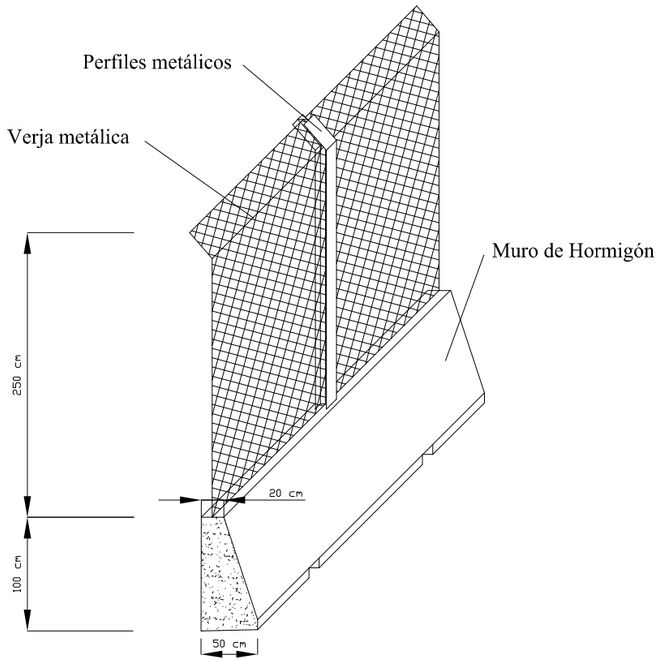
TÍTULO DEL PLANO: ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

SUBTÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

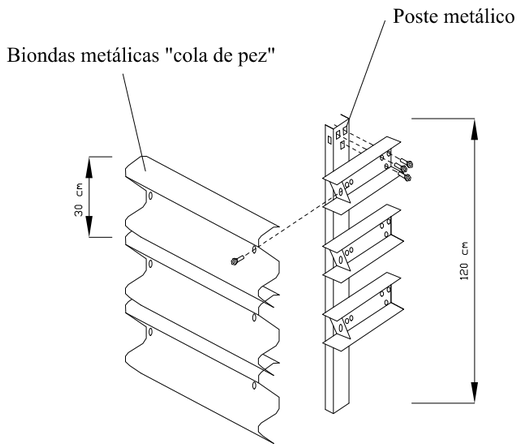
ESCALA: 1:3000
ORIGINAL EN A1

NUMERACIÓN

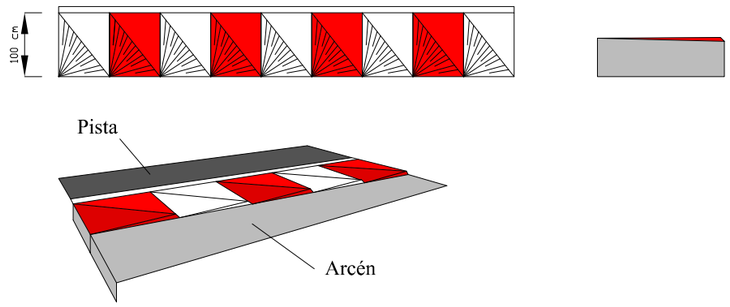
PLANO	HOJA
17	1/2



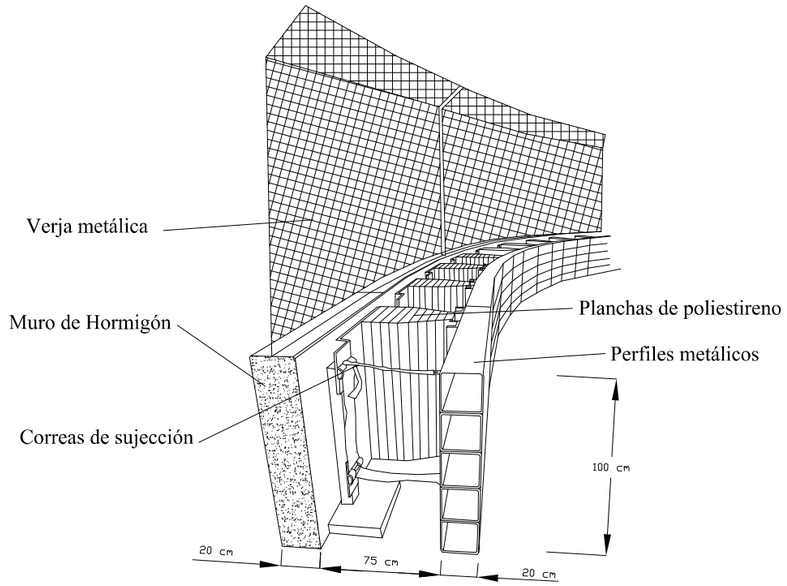
1. Muro con Verja



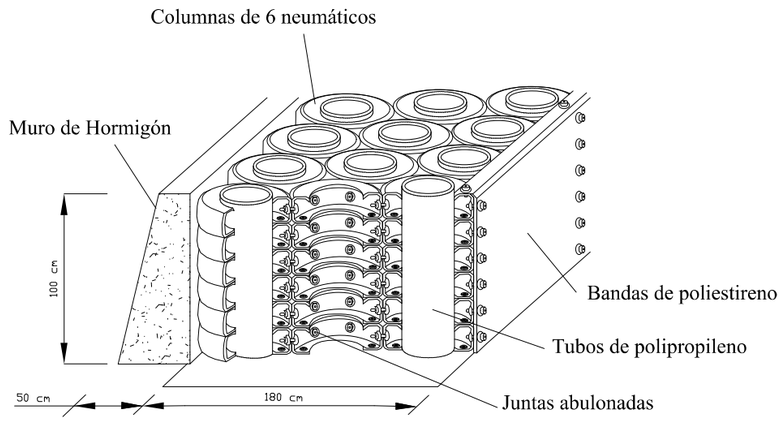
2. Barrera metálica



3. Bordes Piano



4. Muro SAFER



5. Barrera de neumáticos

NOTAS:

Datos Geográficos obtenidos del Mapa Topográfico de Andalucía en formato Vectorial (2007), fuente proveniente del Instituto de Estadística y Cartografía de la Junta de Andalucía.
Día: 20/05/2017

MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD	AUTOR: JAVIER VILLANUEVA MENA-BERNAL, INGENIERO CIVIL	TUTOR: BLAS GONZÁLEZ GONZÁLEZ, INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	FECHA: NOVIEMBRE 2017	TÍTULO DEL PLANO: ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN	SUBTÍTULO DEL PLANO: DETALLES	ESCALA: S/E, ORIGINAL EN A1	NUMERACIÓN	PLANO: 17	HOJA: 2/2

03 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

ÍNDICE

1 DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO 1

1.1 DEFINICIÓN 1

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN 1

1.3 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS 1

1.4 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DICHOS DOCUMENTOS 1

2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS GENERALES 2

2.1 DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES 2

2.2 OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO 3

2.3 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES 4

2.4 MEDICIÓN Y ABONO 6

2.5 RECEPCIÓN 6

2.6 PLAZO DE GARANTÍA 6

3 MATERIALES BÁSICOS 7

3.1 CALES 7

3.2 CEMENTOS 7

3.3 BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMEROS 7

3.4 EMULSIONES BITUMINOSAS 7

3.5 BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ESTRUCTURAL 7

4 EXPLANACIONES 7

4.1 DESBROCE DEL TERRENO 7

4.2 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN 7

4.3 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS 7

4.4 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS 7

4.5 TERRAPLENES 7

4.6 RELLENOS LOCALIZADOS 7

4.7 TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA 7

4.8 REFINO DE TALUDES 7

5 DRENAJE 7

5.1 CUNETAS DE HORMIGÓN EJECUTADAS EN OBRA 7

5.2 CUNETAS PREFABRICADAS 7

5.3 ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO 8

6 FIRMES 8

6.1 ZAHORRAS 8

6.2 SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU 8

6.3 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN 8

6.4 RIEGOS DE ADHERENCIA 8

6.5 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE TIPO HORMIGON BITUMINOSO 8

6.6 MEZCLAS BITUMINOSAS PARA CAPAS DE RODADURA. MEZCLAS DRENANTES Y DISCONTINUAS 8

6.7 PAVIMENTOS DE HORMIGÓN 8

7 OBRAS DE HORMIGÓN 8

7.1 OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO 8

8 SEÑALIZACIÓN 8

8.1 MARCAS VIALES 8

9 VARIOS 8

9.1 TRANSPORTE ADICIONAL 8

1 DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1 DEFINICIÓN

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, junto con lo señalado en los Planos del Proyecto, definen todos los requisitos técnicos necesarios para la realización de las obras. Los documentos indicados contienen además la descripción general y localizacion de las obras, las condiciones que han de cumplir los materiales, las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra y componen la norma y guía que ha de seguir en todo momento el Contratista.

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

EI presente Pliego se aplicará a la construcción, dirección, control e inspección de las obras del PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD.

1.3 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El Pliego de Condiciones establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza y caracteristicas físicas. Los Planos constituyen los documentos gráficos que definen las obras geométricarnente.

1.4 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DICHOS DOCUMENTOS

En caso de contradicciones e incompatibilidad entre los Documentos del presente Proyecto, se debera tener en cuenta lo siguiente:

a) El Documento nº 2 Planos, tiene prelacion sobre los demás documentos del Proyecto en lo que a dimensionamiento se refiere en caso de incompatibilidad entre los mismos.

b) El Documento nº 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, tiene prelacion sobre los demas documentos del Proyecto en lo que se refiere a los materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.

c) EI Cuadro de Precios nº 1, tiene prelación sobre cualquier otro documento en lo que se refiere a precios de las unidades de obra.

d) Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y omitido en los Planos, o viceversa, habra de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra este perfectamente definida en uno u otro documento, y que aquella tenga precio en el Presupuesto.

e) Las omisiones en Planos y Pliegos de Prescripciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliego de Prescripciones o que, por usa y costumbre, deben ser realizados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Prescripciones.

2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS GENERALES

2.1 DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

EL PROMOTOR

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título (en el presente caso el Promotor es CONSORCIO CIRCUITO DE VELOCIDAD DE SEVILLA).

Son obligaciones del promotor:

a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

b) Facilitar la documentacion e información previa necesaria para la redacción del proyecto, asi como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, asi como suscribir el acta de recepcion de la obra.

d) Designara al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.

e) Suscribir los seguros previstos en la legislación vigente.

EL PROYECTISTA

Son obligaciones del proyectista:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de Ingeniero de Caminos o Ingeniero Técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión, En caso de personas jurídicas, designar al Técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratacion de colaboraciones parciales.

EL CONSTRUCTOR

Son obligaciones del constructor:

a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

b) Tener la titulacion o capacitacion profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.

c) Designar al jefe de obra que asumira la representacion Técnica del constructor en la obra y que por su titulacion o experiencia debera tener la capacitacion adecuada de acuerdo con las caracteristicas y la complejidad de la obra.

d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

f) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la direccion facultativa.

h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los !imites establecidos en el contrato.

i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas Técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo eI personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero o Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

l) Custodiar los Libros de 6rdenes y seguimiento de la obra, asi como los de Seguridad y Salud y eI del Control de Calidad, estos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en elIos se practiquen.

m) Facilitar al Ingeniero e Ingeniero Técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de Iiquidación final.

o) Suscribir con el Promotor las aetas de recepción de la obra.

p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de dartos a terceros durante la obra.

q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

r) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.

s) Suscribir las garantías por dafios materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en la legislación vigente.

EL DIRECTOR DE OBRA

Corresponde al Director de Obra:

a) Estar en posesión de la titulación academica y profesional habilitante de ingeniero de caminos o ingeniero Técnico, segun corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al Técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las caracteristicas geotécnicas del terreno.

c) Dirigir la obra coordinandola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación Técnica, econ6mica y estetica.

d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

f) Coordinar, junto al Ingeniero Técnico, el programa de desarrolIo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción a las especificaciones del Proyecto.

g) Comprobar, junto al Ingeniero Técnico, los resultados de los analisis e informes realizados por Laboratorios y/o

Entidades de Control de Calidad.

h) Coordinar la intervención en obra de otros Técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la Iiquidación final.

j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, asi como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

k) Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.

l) Preparar con el Contratista, la documentación grafica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.

m) A dicha documentación se adjuntara, al menos, el acta de recepcion, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la obra construida, de conformidad con la normativa que Ie sea de aplicación. Esta documentación será entregada a los usuarios finales de la obra terminada.

EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Corresponde al Ingeniero Técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función Técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

a) Estar en posesión de la titulación academica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al Técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el documento de estudio y analisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.

c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa Técnica de aplicación, el control de calidad y econ6mico de las obras.

d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.

e) Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.

f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiendola en unión del Ingeniero y del Constructor.

g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demas unidades de obra segun las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demas comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa Técnica aplicable.

De los resultados informara puntualmente al Constructor, irnpartiendole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptara las medidas que corresponda dando cuenta al Ingeniero Director.

i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, segun las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

l) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra debera desarrollar las siguientes funciones:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevencion y de seguridad.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autonomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la accion preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevencion de Riesgo Laborales durante la ejecución de la obra.

c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los metodos de trabajo.

e) Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumira esta funcion cuando no fuera necesaria la designacion de coordinador.

LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CAUDAD DE LA EDIFICACION

Las entidades de control de calidad de la edificacion prestan asistencia Técnica en la verificacion de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la norrnativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificacion prestan asistencia Técnica, mediante la realizacion de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificacion.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

a) Prestar asistencia Técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a traves de la correspondiente acreditacion oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2 OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignara por escrito que la documentacion aportada Ie resulta suficiente para la cornprension de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitara las aclaraciones pertinentes.

PLAN DE SEGURIDAD

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentar el Plan de Seguridad y Salud Laboral de la obra a la aprobación del Director de Obra, Director de Ejecución y Coordinador de Seguridad.

OFICINA EN LA OBRA

El Constructor habilitara en la obra una oficina en la que existira una mesa, en el que puedan extenderse y consultarse los pianos. En dicha oficina tendra siempre el Contratista a disposicion de la Direccion Facultativa:

-El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.

-La Licencia de Obras.

-El Libro de Órdenes y Asistencia.

-El Plan de Seguridad y Salud Laboral y su Libro de Incidencias.

-El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.

-El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.

-La documentación de los seguros suscritos por el Constructor. Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con norrnalidad a cualquier hora de la jornada.

REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendra el caracter de Jefe de Obra de la misma, con dedicacion plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momenta cuantas decisiones competan a la contrata.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y asf se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de indole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, segun los casos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligacion o, en general, la falta de cualificacion suficiente por parte del personal segun la naturaleza de los trabajos, facultara al Director de Obra para ordenar la paralizacion de las obras sin derecho a reclamacion alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

El Jefe de Obra, por si o por medio de sus Técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acornpafiara a la Direccion Facultativa, en las visitas que hagan a las obras, poniendose a su disposicion para la practica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrandoles los datos precisos para la comprobacion de mediciones y liquidaciones.

TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligacion de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espiritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director dentro de los limites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En defecto de especificacion en el Pliego de Condiciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso del Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en mas del 20 por 100 del total del presupuesto o en más de un 10 por 100.

INTERPRETACIÓNES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El Constructor podrá requerir del Ingeniero o Ingeniero Técnico, segun sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Prescripciones o indicaciones de los pianos o croquis, las ordenes e instrucciones correspondientes se comunicaran precisamente por escrito al Constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurara al pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Ingeniero como del Ingeniero Técnico.

Cualquier reclamacion que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuno hacer el Constructor, habra de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres dias, a quien la hubiere dictado, el cual dara al Constructor el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCION FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las ordenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, s6lo podrá presentarlas, a traves del Ingeniero, ante el Promotor, si son de orden economico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Prescripciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden Técnico de la Direccion Facultativa, no se admitirá reclarnación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposicion razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestacion al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL INGENIERO SUPERIOR

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros, Ingenieros Técnicos o personal encargado por estos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del Promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de estos procedera de acuerdo con loestipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

FALTAS DEL PERSONAL

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbacion.

SUBCONTRATAS

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, segun lo estipulado en la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.3 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondra por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de esta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. EI Ingeniero o el Ingeniero Técnico podrán exigir su modificación o mejora.

REPLANTEO

El Constructor iniciara las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, sefialando las referencias principales que mantendra como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerara a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor sometera el replanteo a la aprobacion del Ingeniero e Ingeniero Técnico y una vez estos hayan dado su conformidad preparara un acta acompafiada de un plano que debera ser aprobada por el Ingeniero e Ingeniero Técnico.

INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor dara comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquel sefialados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se Ileve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, debera el Contratista dar cuenta al Ingeniero y al Ingeniero Técnico del comienzo de los

trabajos al menos con tres días de antelacion.

ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden Técnico, estime conveniente su variacion la Direccion Facultativa.

AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpiran los trabajos, continuandose segun las instrucciones dadas por el Ingeniero Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor esta obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Direccion de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de caracter urgente, anticipando de momenta este servicio, cuyo importe Ie será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, este no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no Ie fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se Ie otorgara una prorroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero Director.

Para ella, el Constructor expondra, en escrito dirigido al Técnico Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaria en los plazos acordados, razonando debidamente la pr6rroga que por dicha causa solicita.

RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de pIanos u 6rdenes de la Direccion Facultativa, a excepción del caso en que habiendolo solicitado por escrito no se Ie hubiesen proporcionado.

CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutaran con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o Ingeniero Técnico al Constructor.

DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos ala terminación de la obra, se levantaran los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderan por triplicado, entregandose: uno al Ingeniero Superior; otro al Ingeniero Técnico; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos pIanos, que deberán ir suficientemente acotados, se consideraran documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

TRABAJOS DEFECTUOSOS

EI Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado tambien en dicho documento.

Por ella, y hasta que haya transcurrido el plazo de garantía, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que Ie exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero o Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reunen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estes, y antes de verificarse la recepcion de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la decision y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteara la cuestión ante el Ingeniero Superior, quien resolverá.

VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero o Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenara efectuar en cualquier tiempo, y antes della terminación del plazo de garantía, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero Superior.

Los gastos que se ocasionen será n de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que Ie parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares preceptue una procedencia determinada. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor debera presentar al Ingeniero o Ingeneiro Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

A petición del Técnico Director, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelacion prevista en el Calendario de la Obra.

MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor, a su costa, transportara y colocará, agrupandolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciónes, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero o Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en el exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director a instancias del Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones y cumplan el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no esten en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibiran pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, será n de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligacion del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y

ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explicitamente en este Pliego ni en la restante documentacion del Proyecto, el Constructor se atendra, en primer termino, a las instrucciones que dicte la Direccion Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y practicas de la buena construcción.

2.4 MEDICIÓN Y ABONO

Se aplicará el Artículo 106 "Medición y abono" (OM 06/02/1976) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

2.5 RECEPCIÓN

Se procederá a la recepción de las obras en la forma que dispone el Contrato.

A la recepcion de las obras a su terminación concurrira el responsable del contrato, si se hubiese nombrado, o un facultativo designado por el Promotor, el facultativo encargado de la direccion de las obras y el contratista asistido, si lo estima oportuno, de su facultativo.

Dentro del plazo de tres meses contados a partir de la recepcion, el organo de contratacion debera aprobar la certificacion final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidacion del contrato.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el Promotor o el Técnico designado por el Promotor contratante, las dara por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el Director de las mismas sefialara los defectos observados y detallara las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos, Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiere efectuado, podrá concederselc otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

Podrán ser objeto de recepcion parcial aquellas partes de obra susceptibles de ser ejecutadas por fases que puedan ser entregadas al uso público, segun loestablecido en el contrato.

Siempre que por razones excepcionales de interés público debidamente motivadas en el expediente el organo de contratacion acuerde la ocupación efectiva de las obras o su puesta en servicio para el uso publico, aun sin el cumplimiento del acto formal de recepcion, desde que concurran dichas circunstancias se produciran los efectos y consecuencias propios del acto de recepcion de las obras y en los terminos en que reglamentariamente se establezcan.

2.6 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía se establecerá en el pliego de cláusulas administrativas particulares atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra y no será inferior a un año salvo casos especiales. En el caso de las obras del presente proyecto se establece un plazo de garantía de un (1) año.

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, el director facultativo de la obra, de oficio o a instancia del contratista, redactara un informe sobre el estado de las obras. Si este fuera favorable, el contratista quedara relevado de toda responsabilidad, salvo lo dispuesto en el artículo siguiente, procediendose a la dcvolucion o cancelacion de la garantía, a la liquidacion del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que debera efectuarse en el plazo de sesenta dias. En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra y no al uso de loconstruido, durante el plazo de garantía, el director facultativo procedera a dictar las oportunas instrucciones al contratista para la debida reparacion de lo construido, concediendole un plazo para ello durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por ampliación del plazo de garantía.

Durante el plazo de garantía será n de cuenta del Contratista todos los gastos necesarios para conservar las obras en perfectas condiciones, así como los que pudieran derivarse de reparaciones a efectuar por defecto de ejecución imputables al Contratista. En caso de incumplimiento, se efectuaran dichas obras de reparacion y conservación por Promotor, siendo de cuenta del Contratista el coste de dichos trabajos.

3 MATERIALES BÁSICOS

3.1 CALES

Se aplicará el Artículo 200 "Cales" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

3.2 CEMENTOS

Se aplicará el Artículo 202 "Cementos" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

3.3 BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMEROS

Se aplicará el Artículo 212 "Betunes modificados con polímeros" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

3.4 EMULSIONES BITUMINOSAS

Se aplicará el Artículo 214 "Emulsiones bituminosas" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

3.5 BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Se aplicará el Artículo 240 "Barras corrugadas para hormigón estructural" (FOM 475/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4 EXPLANACIONES

4.1 DESBROCE DEL TERRENO

Se aplicará el Artículo 300 "Desbroce del terreno" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.2 ESCARIFICACIÓN Y COMPACTACIÓN

Se aplicará el Artículo 302 "Escarificación y compactación" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.3 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS

Se aplicará el Artículo 320 "Excavación de la explanación y préstamos" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.4 EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

Se aplicará el Artículo 321 "Excavación en zanjas y pozos" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.5 TERRAPLENES

Se aplicará el Artículo 330 "Terraplenes" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.6 RELLENOS LOCALIZADOS

Se aplicará el Artículo 332 "Rellenos localizados" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.7 TERMINACIÓN Y REFINO DE LA EXPLANADA

Se aplicará el Artículo 340 "Terminación y refino de la explanada" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

4.8 REFINO DE TALUDES

Se aplicará el Artículo 341 "Refino de taludes" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

5 DRENAJE

5.1 CUNETAS DE HORMIGÓN EJECUTADAS EN OBRA

Se aplicará el Artículo 400 "Cunetas de hormigón ejecutadas en obra" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

5.2 CUNETAS PREFABRICADAS

Se aplicará el Artículo 401 "Cunetas prefabricadas" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

para obras de carreteras y puentes (PG-3).

5.3 ARQUETAS Y POZOS DE REGISTRO

Se aplicará el Artículo 410 "Arquetas y pozos de registro" (FOM 1382/2002) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6 FIRMES

6.1 ZAHORRAS

Se aplicará el Artículo 510 "Zahorras" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6.2 SUELOS ESTABILIZADOS IN SITU

Se aplicará el Artículo 512 "Suelos estabilizados in situ" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6.3 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

Se aplicará el Artículo 530 "Riegos de imprimación" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6.4 RIEGOS DE ADHERENCIA

Se aplicará el Artículo 531 "Riegos de imprimación" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6.5 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE TIPO HORMIGON BITUMINOSO

Se aplicará el Artículo 542 "Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6.6 MEZCLAS BITUMINOSAS PARA CAPAS DE RODADURA. MEZCLAS DRENANTES Y DISCONTINUAS

Se aplicará el Artículo 543 "Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

6.7 PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Se aplicará el Artículo 550 "Pavimentos de hormigón" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

7 OBRAS DE HORMIGÓN

7.1 OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

Se aplicará el Artículo 630 "Obras de hormigón en masa o armado" (OM 06/02/1976) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

8 SEÑALIZACIÓN

8.1 MARCAS VIALES

Se aplicará el Artículo 700 "Marcas viales" (FOM 2523/2014) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

9 VARIOS

9.1 TRANSPORTE ADICIONAL

Se aplicará el Artículo 800 "Transporte adicional" (OM 06/02/1976) del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

04 PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

- DOCUMENTO 1 MEDICIONES
- DOCUMENTO 2 CUADRO DE PRECIOS Nº1
- DOCUMENTO 3 CUADRO DE PRECIOS Nº2
- DOCUMENTO 4 PRESUPUESTOS PARCIALES
- DOCUMENTO 5 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DOCUMENTO 1
MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 1 TRABAJOS PREVIOS						
C001	**m Partida Alzada - Acondicionamiento de accesos**						
	Acceso provisional obra	1	735,00			735,00	
							735,00
C002	**Partida Alzada - Replanteo**						
	Replanteo en Obra	1				1,00	
							1,00
C003	**Partida Alzada - Señalización provisional en obra**						
	Señalización provisional de la obra	1				1,00	
							1,00
C004	**Partida Alzada - Implantación zona de acopios**						
	Implantación zona de acopios	1				1,00	
							1,00
C005	**Partida Alzada - Instalaciones Auxiliares**						
	Oficinas, alamcenes, talleres y laboratorio	1				1,00	
							1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 2 EXPLANACIONES						
C300abb	**m² Desbroce en terreno blando mayor de 2 m**						
	Desbroce en terreno blando mayor de 2 metros de ancho, incluso corta y arranque de especies vegetales, carga y transporte a vertedero o acopio de los productos resultantes.						
	Desbroce Tierra Vegetal	1	188.034,84			188.034,84	
							188.034,84
C302ab	**m² Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m.**						
	Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m de superficies de apoyo (fondo de desmonte y cimiento de terraplén).						
	Fondo de desmonte	1	187.212,02			187.212,02	
	Cimientos de terraplén	1	117.126,04			117.126,04	
							304.338,06
C320cbc	**m³ Desmonte en terreno blando mayor de 5 km.**						
	Excavación en desmonte en terreno blando, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.						
	Excavación Circuito	1	403.268,88			403.268,88	
							403.268,88
C330ba	**m³ Relleno general.**						
	Relleno general con material procedente de desmonte, extendido y compactado .						
	Terraplenes Circuito	1	254.425,90			254.425,90	
							254.425,90
C340aa	**m² Terminación y refino de taludes**						
	Terminación y refino de taludes, incluida humectación.						
	Superficie Taludes Terraplén	1	36.509,17			36.509,17	
							36.509,17

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 3 DRENAJE						
C321bab	**m3 Excavación zanjas, terreno blando**						
	Excavación de zanjas en terreno blando, incluso entibación y agotamiento si fuere necesario, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.						
	Drenaje Exterior 1	1	602,62	8,55		5.152,40	
	Drenaje Exterior 2	1	357,63	8,55		3.057,74	
	Drenaje Exterior 3	1	966,04	8,55		8.259,64	
							16.469,78
C405ac	**m Cuneta prefabricada de ancho 0.50 m.**						
	Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, incluso parte proporcional de conexiones, totalmente acabada y colocada.						
	Drenaje Longitudinal Pista	2	5.409,66			10.819,32	
	Drenaje Longitudinal Carril Boxes	1	1.238,64			1.238,64	
							12.057,96
C402acaa	**m Cuneta revestida de pie de terraplén, triangular y de 2 m de des**						
	Formación de cuneta revestida de pie de terraplén, de sección triangular y 2 m de desarrollo, con hormigón HM-25 y 10 cm. de espesor, incluso líquido de curado y parte proporcional de juntas y conexiones.						
	Drenaje Longitudinal Pie Desmonte	1	6.838,07			6.838,07	
							6.838,07
C413dfaa	**m Tubo de H.M. obra de paso. DN 500 mm, N material granular**						
	Tubo de hormigón en masa para obra de paso de diámetro nominal 500 mm, clase N, según norma UNE-EN 127916, recubierto de material granular, incluso parte proporcional embocaduras, juntas de estanqueidad, cama de asiento y material de relleno.						
	ODT 1	1	53,09			53,09	
	ODT 2	1	101,07			101,07	
	ODT 3	1	67,05			67,05	
							221,21
C410ab	**ud Arqueta de registro cuadrada de 1000 mm de diámetro**						
	Arquetas de registro cuadrada de 1000 mm de lado, incluso apertura de hueco y relleno de trasdós compactado (incluido material), juntas de estanqueidad, material de sellado y tapa de fundición con marco incluido, totalmente colocado y terminado, según norma UNE-EN 1917.						
	Sistema Drenaje	43				43,00	
							43,00
C413bbba	**m Colector de H.A. DN 1000 mm, clase 90 con un recubrimiento de Su**						
	Colector de Hormigón Armado de Diámetro Nominal 1000 mm clase 90, según Norma UNE-EN 127916, con un recubrimiento de Suelo Seleccionado. Colocado en obra, incluso juntas de estanqueidad y material de relleno.						
	Drenaje Exterior 1	1	602,62			602,62	
	Drenaje Exterior 2	1	357,63			357,63	
	Drenaje Exterior 3	1	966,04			966,04	
							1.926,29
C416ba	**ud Embocaduras de aletas para caño de diámetro nominal de 1000 mm**						
	Embocadura de aletas, para obra de paso, formada con hormigón armado HA-25 en ambiente IIa, incluso acero, encofrado y desencofrado, totalmente terminada.						
	Salidas Drenaje Transversal	3				3,00	
							3,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 4 FIRMES Y PAVIMENTOS						
C510adc	**m3 Zahorra artificial tipo ZA0/32**						
	Zahorra artificial tipo ZA0/32, según art. 510 del PG-3.						
	Capa Base del Firme Circuito	1	5.409,66	49,36	0,15	40.053,12	
	Capa Sub-base del Firme Circuito	1	5.409,66	49,36	0,20	53.404,16	
	Escapatorias de grava	1	11.405,78		0,20	2.281,16	
							95.738,44
C515aa	**t Cal para estabilizar.**						
	Cal empleada en estabilización de suelos.						
	Cal para S-EST 1	1	2,65			2,65	
	Cal para S-EST 2	1	3,97			3,97	
							6,62
C512aabaf	**m3 Suelo estabilizado con cal, tipo S-EST1 proc. desmonte**						
	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST1, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).						
	Capa Estabilización S-EST 1	1	66.831,89			66.831,89	
							66.831,89
C512abbaf	**m3 Suelo estabilizado con cal, tipo S-EST2 proc. desmonte**						
	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST2, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).						
	Capa Estabilización S-EST 2	1	66.831,89			66.831,89	
							66.831,89
C531ab	**t Riego de adherencia**						
	Emulsión C60BP3 ADH empleada en riego de adherencia, según artículo 531 del PG-3.						
	Riego adherencia Base Pavimento Pista	1	5,41	16,00	0,50	43,28	
	Riego adherencia Interm. Pavimento Pista	1	5,41	16,00	0,50	43,28	
	Riego adherencia Base Pavimento Carril Boxes	1	1,24	5,00	0,50	3,10	
	Riego adherencia Interm. Pavimento Carril Boxes	1	1,24	5,00	0,50	3,10	
							92,76
C530ad	**t Riego de imprimación**						
	Emulsión C60BF4 IMP empleada en riego de imprimación, según artículo 530 del PG-3						
	Riego imprimación Pista	1	5,41	16,00	0,50	43,28	
	Riego imprimación Carril Boxes	1	1,24	5,00	0,50	3,10	
							46,38
C543aabad	**t Mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60.**						
	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60, según art.543, excepto ligante y filler.						
	Capa Rodadura Pavimento Pista	2,3	5.409,66	16,00	0,03	5.972,26	
	Capa Rodadura Pavimento Carril Boxes	2,3	1.238,64	5,00	0,03	427,33	
	Escapatorias asfaltadas	2,3	44.761,85		0,03	3.088,57	
							9.488,16
C542abbbg	**t Hormigón bituminoso AC 22 bin PMB45/80-60 S**						
	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin PMB45/80-60 S, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación						

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Capa Intermedia Pavimento Pista	2,3	5.409,66	16,00	0,04	7.963,02	
	Capa Intermedia Pavimento Carril Boxes	2,3	1.238,64	5,00	0,04	569,77	
							8.532,79
C542acccf	**t Hormigón bituminoso AC 32 base PMB45/80-60 G**						
	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base PMB45/80-60 G, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación						
	Base Pavimento Pista	2,3	5.409,66	16,00	0,08	15.926,04	
	Base Pavimento Carril Boxes	2,3	1.238,64	5,00	0,08	1.139,55	
							17.065,59
C544bd	**t Betún asfáltico modificado tipo PMB45/80-60**						
	Betún asfáltico modificado con polímeros tipo PMB45/80-60, según art.212 del PG-3.						
	Betún modificado PMB45/80-60	1	1.599,90			1.599,90	
							1.599,90
C550ac	**m3 Hormigón HF-4,5**						
	Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 incluso ejecución de juntas y curado.						
	Arcenes Circuito	1	5.409,66	31,30	0,15	25.398,35	
							25.398,35

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS						
C700aaba	**m M vial permanente pintura acrílica 10 cm.**						
	Marca vial permanente realizada con pintura acrílica en formación de lineas de 10 cm de anchura, totalmente acabada incluso premarcaje y borrado de marcas existentes.						
	Líneas Exteriores Carril Pista	2	5.409,66			10.819,32	
	Líneas Exteriores Carril Boxes	2	1.238,64			2.477,28	
	Línea Salida/Meta	1	16,00			16,00	
	Marcas de Parrila de Salida	30	5,50			165,00	
							13.477,60
C761	**m Muro con Verja**						
	Barrera de hormigón de tipo New Jersey asimétrica en módulos de 4 m con verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, transportada y colocada. Completamente terminada.						
	Perímetro Exterior Circuito	1	6.500,00			6.500,00	
	Perímetro Interior Circuito	1	5.196,00			5.196,00	
							11.696,00
C762	**m Barrera metálica**						
	Barrera metálica galvanizada simple, con separador estándar y 3 vallas perfil doble onda superpuestas con postes de sección C 120 mm. de canto, separados cada 2 metros, incluso tornillería,captafaros, parte proporcional de anclaje y piezas especiales, totalmente instalada.						
	Barrera metálica	1	1.752,00			1.752,00	
							1.752,00
C763	**m Bordes piano**						
	Construcción de bordes piano homologados por la FIA, con HOrmigón HA-25 con fibra de polipropileno, de 14 cms de espesor, incluso limpieza y preparación de superficie de asiento, colocación y atado de armadura metálica, enconfrado, extendido, perfilado, desencofrado, compactado, vibrado y curado, p. p. de juntas. Totalmente terminado.						
	Bordes piano	1	2.834,64			2.834,64	
							2.834,64
C764	**m Muro SAFER**						
	Barrera de tipo Muro SAFER, formada por muros de hormigón de tipo New Jersey asimétrico en bloques de 4 metros, verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, bloques de planchas de poliestireno y valla de perfiles cuadrados de acero, transportado, montado y colocado. Completamente terminada.						
	Muro SAFER	1	807,30			807,30	
							807,30
C765	**m Barrera de neumáticos**						
	Barrera de protección de neumáticos triple, formada por tres filas de neumáticos de altura 6 neumáticos de 195 mm de anchura, unidos mediante pasadores de acero de diámetro 16 mm, y engarzados mediante tubo de polipropileno, incluido transporte y colocación. Completamente terminada.						
	Barrera de nuemáticos	1	584,00			584,00	
							584,00
C767	**m² Cobertura de Césped artifical**						
	Suministro e instalación de cobertura de pavimento de césped sintético de fibra 100% polipropileno. Totalmente terminado.						
	Cobertura Césped artificial	1	37.169,46			37.169,46	
							37.169,46

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 6 INTEGRACIÓN AMBIENTAL						
C81300100a	**m3 Mantenimiento y extendido de tierra vegetal**						
	Tierra Vegetal, incluyendo su mantenimiento en vivo (sembrado y abonado y riegos periódicos), su transporte para la restauración de zonas degradadas y afectadas por la obra y, finalmente su distribución en esas superficies.						
	Revegetación de taludes	1	18.249,69			18.249,69	
							18.249,69

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS						
E01	**Gestión de Residuos**						
	Gestión de Residuos	1				1,00	
							1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL						
E03	**Seguridad y Salud Laboral**						
	Seguridad y Salud Laboral	1				1,00	
							1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 9 CONTROL DE CALIDAD						
E02	**Control de Calidad**						
	Control de calidad	1				1,00	
							1,00

DOCUMENTO 2
CUADRO DE PRECIOS Nº 1

CUADRO DE PRECIOS 1

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001	C001	m	Partida Alzada - Acondicionamientos provisionales de obra	DIEZ EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	10,60
0002	C002		Partida alzada - Replanteo de la Obra	MIL SESENTA EUROS	1.060,00
0003	C003		Partida Alzada - Señalización provisional en obra	CUATRO MIL DOSCIENTOS CUARENTA EUROS	4.240,00
0004	C004		Partida Alzada - Implantación zona de acopios	CINCO MIL TRESCIENTOS EUROS	5.300,00
0005	C005		Partida Alzada - Instalaciones Auxiliares	CIENTO SEIS MIL EUROS	106.000,00
0006	C300abb	m²	Desbroce en terreno blando mayor de 2 metros de ancho, incluso corta y arranque de especies vegetales, carga y transporte a vertedero o acopio de los productos resultantes.	CERO EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	0,29
0007	C302ab	m²	Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m de superficies de apoyo (fondo de desmonte y cimiento de terraplén).	CERO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	0,86
0008	C320cbc	m³	Excavación en desmonte en terreno blando, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.	DOS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	2,78
0009	C321bab	m3	Excavación de zanjas en terreno blando, incluso entibación y agotamiento si fuere necesario, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.	DOS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	2,53
0010	C330ba	m³	Relleno general con material procedente de desmonte, extendido y compactado .	UN EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	1,22
0011	C340aa	m²	Terminación y refino de taludes, incluida humectación.	CERO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	0,89
0012	C402acaa	m	Formación de cuneta revestida de pie de terraplén, de sección triangular y 2 m de desarrollo, con hormigón HM-25 y 10 cm. de espesor, incluso líquido de curado y parte proporcional de juntas y conexiones.	CATORCE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	14,79
0013	C405ac	m	Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, incluso parte proporcional de conexiones, totalmente acabada y colocada.	TREINTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	38,75
0014	C410ab	ud	Arquetas de registro cuadrada de 1000 mm de lado, incluso apertura de hueco y relleno de trasdós compactado (incluido material), juntas de estanqueidad, material de sellado y tapa de fundición con marco incluido, totalmente colocado y terminado, según norma UNE-EN 1917.	CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	468,88

CUADRO DE PRECIOS 1

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0015	C413bbba	m	Colector de Hormigón Armado de Diámetro Nominal 1000 mm clase 90, según Norma UNE-EN 127916, con un recubrimiento de Suelo Seleccionado. Colocado en obra, incluso juntas de estanqueidad y material de relleno.	CIENTO VEINTISIETE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	127,18
0016	C413dfaa	m	Tubo de hormigón en masa para obra de paso de diámetro nominal 500 mm, clase N, según norma UNE-EN 127916, recubierto de material granular, incluso parte proporcional embocaduras, juntas de estanqueidad, cama de asiento y material de relleno.	SETENTA Y UN EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	71,26
0017	C416ba	ud	Embocadura de aletas, para obra de paso, formada con hormigón armado HA-25 en ambiente IIa, incluso acero, encofrado y desencofrado, totalmente terminada.	MIL CUATROCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	1.428,50
0018	C510adc	m3	Zahorra artificial tipo ZA0/32, según art. 510 del PG-3.	VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	21,49
0019	C512aabaf	m3	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST1, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).	TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	3,94
0020	C512abbaf	m3	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST2, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).	TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	3,94
0021	C515aa	t	Cal empleada en establización de suelos.	SESENTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS	65,41
0022	C530ad	t	Emulsión C60BF4 IMP empleada en riego de imprimación, según artículo 530 del PG-3	DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	287,71
0023	C531ab	t	Emulsión C60BP3 ADH empleada en riego de adherencia, según artículo 531 del PG-3.	DOSCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	271,78
0024	C542abbbg	t	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin PMB45/80-60 S, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación	VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	24,47
0025	C542acccf	t	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base PMB45/80-60 G, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación	VEINTIUN EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	21,23
0026	C543aabad	t	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60, según art.543, excepto ligante y filler.	TREINTA Y UN EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	31,04

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0027	C544bd	t	Betún asfáltico modificado con polímeros tipo PMB45/80-60, según art.212 del PG-3.		458,67
				CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
0028	C550ac	m3	Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 incluso ejecución de juntas y curado.		83,21
				OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS	
0029	C700aaba	m	Marca vial permanente realizada con pintura acrílica en formación de líneas de 10 cm de anchura, totalmente acabada incluso premarcaje y borrado de marcas existentes.		0,55
				CERO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
0030	C761	m	Barrera de hormigón de tipo New Jersey asimétrica en módulos de 4 m con verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, transportada y colocada. Completamente terminada.		57,92
				CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
0031	C762	m	Barrera metálica galvanizada simple, con separador estándar y 3 vallas perfil doble onda superpuestas con postes de sección C 120 mm. de canto, separados cada 2 metros, incluso tornillería,captafaros, parte proporcional de anclaje y piezas especiales, totalmente instalada.		46,57
				CUARENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
0032	C763	m	Construcción de bordes piano homologados por la FIA, con HOrmigón HA-25 con fibra de polipropileno, de 14 cms de espesor, incluso limpieza y preparación de superficie de asiento, colocación y atado de armadura metálica, enconfrado, extendido, perfilado, desencofrado, compactado, vibrado y curado, p. p. de juntas. Totalmente terminado.		28,92
				VEINTIOCHO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
0033	C764	m	Barrera de tipo Muro SAFER, formada por muros de hormigón de tipo New Jersey asimétrico en bloques de 4 metros, verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, bloques de planchas de poliestireno y valla de perfiles cuadrados de acero, transportado, montado y colocado. Completamente terminada.		124,53
				CIENTO VEINTICUATRO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	
0034	C765	m	Barrera de protección de neumáticos triple, formada por tres filas de neumáticos de altura 6 neumáticos de 195 mm de anchura, unidos mediante pasadores de acero de diámetro 16 mm, y engarzados mediante tubo de polipropileno, incluido transporte y colocación. Completamente terminada.		47,79
				CUARENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
0035	C767	m²	Suministro e instalación de cobertura de pavimento de césped sintético de fibra 100% polipropileno. Totalmente terminado.		13,15
				TRECE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
0036	C81300100a	m3	Tierra Vegetal, incluyendo su mantenimiento en vivo (sembrado y abonado y riegos periódicos), su transporte para la restauración de zonas degradadas y afectadas por la obra y, finalmente su distribución en esas superficies.		6,31
				SEIS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0037	E01		Gestión de Residuos		115.300,62
				CIENTO QUINCE MIL TRESCIENTOS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
0038	E02		Seguridad y Salud Laboral		11.292,43
				ONCE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	
0039	E03		Control de Calidad		113.128,35
				CIENTO TRECE MIL CIENTO VEINTIOCHO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	

DOCUMENTO 3
CUADRO DE PRECIOS Nº 2

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN		IMPORTE
0001	C001	m	Partida Alzada - Acondicionamientos provisionales de obra		
				Resto de obra y materiales	10,60
				TOTAL PARTIDA	**10,60**
0002	C002		Partida alzada - Replanteo de la Obra		
				Resto de obra y materiales	1.060,00
				TOTAL PARTIDA	**1.060,00**
0003	C003		Partida Alzada - Señalización provisional en obra		
				Resto de obra y materiales	4.240,00
				TOTAL PARTIDA	**4.240,00**
0004	C004		Partida Alzada - Implantación zona de acopios		
				Resto de obra y materiales	5.300,00
				TOTAL PARTIDA	**5.300,00**
0005	C005		Partida Alzada - Instalaciones Auxiliares		
				Resto de obra y materiales	106.000,00
				TOTAL PARTIDA	**106.000,00**
0006	C300abb	m²	Desbroce en terreno blando mayor de 2 metros de ancho, incluso corta y arranque de especies vegetales, carga y transporte a vertedero o acopio de los productos resultantes.		
				Mano de obra	0,05
				Maquinaria	0,22
				Resto de obra y materiales	0,02
				TOTAL PARTIDA	**0,29**
0007	C302ab	m²	Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m de superficies de apoyo (fondo de desmonte y cimiento de terraplén).		
				Mano de obra	0,09
				Maquinaria	0,72
				Resto de obra y materiales	0,05
				TOTAL PARTIDA	**0,86**
0008	C320cbc	m³	Excavación en desmonte en terreno blando, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.		
				Mano de obra	0,07
				Maquinaria	2,55
				Resto de obra y materiales	0,16
				TOTAL PARTIDA	**2,78**
0009	C321bab	m3	Excavación de zanjas en terreno blando, incluso entibación y agotamiento si fuere necesario, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.		
				Mano de obra	0,14
				Maquinaria	2,08
				Resto de obra y materiales	0,31
				TOTAL PARTIDA	**2,53**
0010	C330ba	m³	Relleno general con material procedente de desmonte, extendido y compactado .		
				Mano de obra	0,07
				Maquinaria	1,04
				Resto de obra y materiales	0,11
				TOTAL PARTIDA	**1,22**

CUADRO DE PRECIOS 2

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN		IMPORTE
0011	C340aa	m²	Terminación y refino de taludes, incluida humectación.		
				Mano de obra	0,11
				Maquinaria	0,70
				Resto de obra y materiales	0,08
				TOTAL PARTIDA	**0,89**
0012	C402acaa	m	Formación de cuneta revestida de pie de terraplén, de sección triangular y 2 m de desarrollo, con hormigón HM-25 y 10 cm. de espesor, incluso líquido de curado y parte proporcional de juntas y conexiones.		
				Mano de obra	1,70
				Maquinaria	0,13
				Resto de obra y materiales	12,96
				TOTAL PARTIDA	**14,79**
0013	C405ac	m	Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, incluso parte proporcional de conexiones, totalmente acabada y colocada.		
				Mano de obra	7,85
				Maquinaria	0,19
				Resto de obra y materiales	30,71
				TOTAL PARTIDA	**38,75**
0014	C410ab	ud	Arquetas de registro cuadrada de 1000 mm de lado, incluso apertura de hueco y relleno de trasdós compactado (incluido material), juntas de estanqueidad, material de sellado y tapa de fundición con marco incluido, totalmente colocado y terminado, según norma UNE-EN 1917.		
				Mano de obra	22,42
				Maquinaria	17,73
				Resto de obra y materiales	428,73
				TOTAL PARTIDA	**468,88**
0015	C413bbba	m	Colector de Hormigón Armado de Diámetro Nominal 1000 mm clase 90, según Norma UNE-EN 127916, con un recubrimiento de Suelo Seleccionado. Colocado en obra, incluso juntas de estanqueidad y material de relleno.		
				Mano de obra	3,45
				Maquinaria	10,42
				Resto de obra y materiales	113,31
				TOTAL PARTIDA	**127,18**
0016	C413dfaa	m	Tubo de hormigón en masa para obra de paso de diámetro nominal 500 mm, clase N, según norma UNE-EN 127916, recubierto de material granular, incluso parte proporcional embocaduras, juntas de estanqueidad, cama de asiento y material de relleno.		
				Mano de obra	14,76
				Maquinaria	10,64
				Resto de obra y materiales	45,86
				TOTAL PARTIDA	**71,26**
0017	C416ba	ud	Embocadura de aletas, para obra de paso, formada con hormigón armado HA-25 en ambiente IIa, incluso acero, encofrado y desencofrado, totalmente terminada.		
				Mano de obra	638,22
				Maquinaria	34,20
				Resto de obra y materiales	756,08
				TOTAL PARTIDA	**1.428,50**

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
0018	C510adc	m3	Zahorra artificial tipo ZA0/32, según art. 510 del PG-3.	
			Mano de obra	1,28
			Maquinaria	2,67
			Resto de obra y materiales	17,54
			TOTAL PARTIDA	**21,49**
0019	C512aabaf	m3	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST1, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).	
			Mano de obra	0,21
			Maquinaria	3,46
			Resto de obra y materiales	0,27
			TOTAL PARTIDA	**3,94**
0020	C512abbaf	m3	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST2, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).	
			Mano de obra	0,21
			Maquinaria	3,46
			Resto de obra y materiales	0,27
			TOTAL PARTIDA	**3,94**
0021	C515aa	t	Cal empleada en establización de suelos.	
			Mano de obra	0,18
			Resto de obra y materiales	65,23
			TOTAL PARTIDA	**65,41**
0022	C530ad	t	Emulsión C60BF4 IMP empleada en riego de imprimación, según artículo 530 del PG-3	
			Mano de obra	0,18
			Maquinaria	1,25
			Resto de obra y materiales	286,28
			TOTAL PARTIDA	**287,71**
0023	C531ab	t	Emulsión C60BP3 ADH empleada en riego de adherencia, según artículo 531 del PG-3.	
			Mano de obra	0,18
			Maquinaria	1,22
			Resto de obra y materiales	270,38
			TOTAL PARTIDA	**271,78**
0024	C542abbbg	t	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin PMB45/80-60 S, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación	
			Mano de obra	0,92
			Maquinaria	16,78
			Resto de obra y materiales	6,77
			TOTAL PARTIDA	**24,47**
0025	C542acccf	t	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base PMB45/80-60 G, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación	
			Mano de obra	0,78
			Maquinaria	14,21
			Resto de obra y materiales	6,24
			TOTAL PARTIDA	**21,23**

CUADRO DE PRECIOS 2

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
0026	C543aabad	t	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60, según art.543, excepto ligante y filler.	
			Mano de obra	0,18
			Maquinaria	23,82
			Resto de obra y materiales	7,04
			TOTAL PARTIDA	**31,04**
0027	C544bd	t	Betún asfáltico modificado con polímeros tipo PMB45/80-60, según art.212 del PG-3.	
			Mano de obra	0,18
			Resto de obra y materiales	458,49
			TOTAL PARTIDA	**458,67**
0028	C550ac	m3	Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 incluso ejecución de juntas y curado.	
			Mano de obra	0,86
			Maquinaria	9,71
			Resto de obra y materiales	72,64
			TOTAL PARTIDA	**83,21**
0029	C700aaba	m	Marca vial permanente realizada con pintura acrílica en formación de líneas de 10 cm de anchura, totalmente acabada incluso premarcaje y borrado de marcas existentes.	
			Mano de obra	0,20
			Maquinaria	0,16
			Resto de obra y materiales	0,19
			TOTAL PARTIDA	**0,55**
0030	C761	m	Barrera de hormigón de tipo New Jersey asimétrica en módulos de 4 m con verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, transportada y colocada. Completamente terminada.	
			Mano de obra	5,06
			Maquinaria	9,14
			Resto de obra y materiales	43,72
			TOTAL PARTIDA	**57,92**
0031	C762	m	Barrera metálica galvanizada simple, con separador estándar y 3 vallas perfil doble onda superpuestas con postes de sección C 120 mm. de canto, separados cada 2 metros, incluso tornillería,captafaros, parte proporcional de anclaje y piezas especiales, totalmente instalada.	
			Mano de obra	5,06
			Maquinaria	9,13
			Resto de obra y materiales	32,38
			TOTAL PARTIDA	**46,57**
0032	C763	m	Construcción de bordes piano homologados por la FIA, con HOrmigón HA-25 con fibra de polipropileno, de 14 cms de espesor, incluso limpieza y preparación de superficie de asiento, colocación y atado de armadura metálica, enconfrado, extendido, perfilado, desencofrado, compactado, vibrado y curado, p. p. de juntas. Totalmente terminado.	
			Mano de obra	5,06
			Maquinaria	9,13
			Resto de obra y materiales	14,73
			TOTAL PARTIDA	**28,92**

Nº	CÓDIGO	UD	RESUMEN		IMPORTE
0033	C764	m	Barrera de tipo Muro SAFER, formada por muros de hormigón de tipo New Jersey asimétrico en bloques de 4 metros, verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, bloques de planchas de poliestireno y valla de perfiles cuadrados de acero, transportado, montado y colocado. Completamente terminada.		
				Mano de obra.....	5,06
				Maquinaria.....	9,80
				Resto de obra y materiales.....	109,67
				TOTAL PARTIDA.....	**124,53**
0034	C765	m	Barrera de protección de neumáticos triple, formada por tres filas de neumáticos de altura 6 neumáticos de 195 mm de anchura, unidos mediante pasadores de acero de diámetro 16 mm, y engarzados mediante tubo de polipropileno, incluido transporte y colocación. Completamente terminada.		
				Mano de obra.....	5,06
				Maquinaria.....	8,06
				Resto de obra y materiales.....	34,67
				TOTAL PARTIDA.....	**47,79**
0035	C767	m²	Suministro e instalación de cobertura de pavimento de césped sintético de fibra 100% polipropileno. Totalmente terminado.		
				Mano de obra.....	5,06
				Maquinaria.....	2,85
				Resto de obra y materiales.....	5,24
				TOTAL PARTIDA.....	**13,15**
0036	C81300100a	m3	Tierra Vegetal, incluyendo su mantenimiento en vivo (sembrado y abonado y riegos periódicos), su transporte para la restauración de zonas degradadas y afectadas por la obra y, finalmente su distribución en esas superficies.		
				Mano de obra.....	1,56
				Maquinaria.....	3,02
				Resto de obra y materiales.....	1,73
				TOTAL PARTIDA.....	**6,31**
0037	E01		Gestión de Residuos		
				Resto de obra y materiales.....	115.300,62
				TOTAL PARTIDA.....	**115.300,62**
0038	E02		Seguridad y Salud Laboral		
				Resto de obra y materiales.....	11.292,43
				TOTAL PARTIDA.....	**11.292,43**
0039	E03		Control de Calidad		
				Resto de obra y materiales.....	113.128,35
				TOTAL PARTIDA.....	**113.128,35**

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTOS PARCIALES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 1 TRABAJOS PREVIOS			
C001	m **Partida Alzada - Acondicionamiento de accesos**			
	Partida Alzada - Acondicionamientos provisionales de obra			
		735,00	10,60	7.791,00
C002	**Partida Alzada - Replanteo**			
	Partida alzada - Replanteo de la Obra			
		1,00	1.060,00	1.060,00
C003	**Partida Alzada - Señalización provisional en obra**			
	Partida Alzada - Señalización provisional en obra			
		1,00	4.240,00	4.240,00
C004	**Partida Alzada - Implantación zona de acopios**			
	Partida Alzada - Implantación zona de acopios			
		1,00	5.300,00	5.300,00
C005	**Partida Alzada - Instalaciones Auxiliares**			
	Partida Alzada - Instalaciones Auxiliares			
		1,00	106.000,00	106.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 1 TRABAJOS PREVIOS.....			**124.391,00**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 2 EXPLANACIONES			
C300abb	**m² Desbroce en terreno blando mayor de 2 m**			
	Desbroce en terreno blando mayor de 2 metros de ancho, incluso corta y arranque de especies vegetales, carga y transporte a vertedero o acopio de los productos resultantes.			
		188.034,84	0,29	54.530,10
C302ab	**m² Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m.**			
	Escarificado y compactación de ancho mayor de 2 m de superficies de apoyo (fondo de desmonte y cimiento de terraplén).			
		304.338,06	0,86	261.730,73
C320cbc	**m³ Desmonte en terreno blando mayor de 5 km.**			
	Excavación en desmonte en terreno blando, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.			
		403.268,88	2,78	1.121.087,49
C330ba	**m³ Relleno general.**			
	Relleno general con material procedente de desmonte, extendido y compactado .			
		254.425,90	1,22	310.399,60
C340aa	**m² Terminación y refino de taludes**			
	Terminación y refino de taludes, incluida humectación.			
		36.509,17	0,89	32.493,16
	TOTAL CAPÍTULO 2 EXPLANACIONES.....			**1.780.241,08**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 3 DRENAJE			
C321bab	**m3 Excavación zanjas, terreno blando**			
	Excavación de zanjas en terreno blando, incluso entibación y agotamiento si fuere necesario, carga y transporte a lugar de empleo o vertedero.			
		16.469,78	2,53	41.668,54
C405ac	**m Cuneta prefabricada de ancho 0.50 m.**			
	Cuneta prefabricada de hormigón de 0.50 m de ancho, incluso parte proporcional de conexiones, totalmente acabada y colocada.			
		12.057,96	38,75	467.245,95
C402acaa	**m Cuneta revestida de pie de terraplén, triangular y de 2 m de des**			
	Formación de cuneta revestida de pie de terraplén, de sección triangular y 2 m de desarrollo, con hormigón HM-25 y 10 cm. de espesor, incluso líquido de curado y parte proporcional de juntas y conexiones.			
		6.838,07	14,79	101.135,06
C413dfaa	**m Tubo de H.M. obra de paso. DN 500 mm, N material granular**			
	Tubo de hormigón en masa para obra de paso de diámetro nominal 500 mm, clase N, según norma UNE-EN 127916, recubierto de material granular, incluso parte proporcional embocaduras, juntas de estanqueidad, cama de asiento y material de relleno.			
		221,21	71,26	15.763,42
C410ab	**ud Arqueta de registro cuadrada de 1000 mm de diámetro**			
	Arquetas de registro cuadrada de 1000 mm de lado, incluso apertura de hueco y relleno de trasdós compactado (incluido material), juntas de estanqueidad, material de sellado y tapa de fundición con marco incluido, totalmente colocado y terminado, según norma UNE-EN 1917.			
		43,00	468,88	20.161,84
C413bbba	**m Colector de H.A. DN 1000 mm, clase 90 con un recubrimiento de Su**			
	Colector de Hormigón Armado de Diámetro Nominal 1000 mm clase 90, según Norma UNE-EN 127916, con un recubrimiento de Suelo Seleccionado. Colocado en obra, incluso juntas de estanqueidad y material de relleno.			
		1.926,29	127,18	244.985,56
C416ba	**ud Embocaduras de aletas para caño de diámetro nominal de 1000 mm**			
	Embocadura de aletas, para obra de paso, formada con hormigón armado HA-25 en ambiente IIa, incluso acero, encofrado y desencofrado, totalmente terminada.			
		3,00	1.428,50	4.285,50
	TOTAL CAPÍTULO 3 DRENAJE.....			**895.245,87**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 4 FIRMES Y PAVIMENTOS			
C510adc	**m3 Zahorra artificial tipo ZA0/32**			
	Zahorra artificial tipo ZA0/32, según art. 510 del PG-3.			
		95.738,44	21,49	2.057.419,08
C515aa	**t Cal para estabilizar.**			
	Cal empleada en establización de suelos.			
		6,62	65,41	433,01
C512aabaf	**m3 Suelo estabilizado con cal, tipo S-EST1 proc. desmonte**			
	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST1, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).			
		66.831,89	3,94	263.317,65
C512abbaf	**m3 Suelo estabilizado con cal, tipo S-EST2 proc. desmonte**			
	Suelo procedente de desmonte estabilizado in situ con cal, tipo S-EST2, según art.512 del PG-3 (excluido conglomerante).			
		66.831,89	3,94	263.317,65
C531ab	**t Riego de adherencia**			
	Emulsión C60BP3 ADH empleada en riego de adherencia, según artículo 531 del PG-3.			
		92,76	271,78	25.210,31
C530ad	**t Riego de imprimación**			
	Emulsión C60BF4 IMP empleada en riego de imprimación, según artículo 530 del PG-3			
		46,38	287,71	13.343,99
C543aabad	**t Mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60.**			
	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa tipo BBTM 11 A PMB45/80-60, según art.543, excepto ligante y filler.			
		9.488,16	31,04	294.512,49
C542abbbg	**t Hormigón bituminoso AC 22 bin PMB45/80-60 S**			
	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin PMB45/80-60 S, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación			
		8.532,79	24,47	208.797,37
C542acccf	**t Hormigón bituminoso AC 32 base PMB45/80-60 G**			
	Fabricación, transporte y extendido de mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base PMB45/80-60 G, según artículo 542 del PG-3, excepto ligante y filler de aportación			
		17.065,59	21,23	362.302,48
C544bd	**t Betún asfáltico modificado tipo PMB45/80-60**			
	Betún asfáltico modificado con polímeros tipo PMB45/80-60, según art.212 del PG-3.			
		1.599,90	458,67	733.826,13
C550ac	**m3 Hormigón HF-4,5**			
	Pavimento de hormigón vibrado HF-4,5 incluso ejecución de juntas y curado.			
		25.398,35	83,21	2.113.396,70
	TOTAL CAPÍTULO 4 FIRMES Y PAVIMENTOS.....			**6.335.876,86**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS			
C700aaba	**m M vial permanente pintura acrílica 10 cm.**			
	Marca vial permanente realizada con pintura acrílica en formación de lineas de 10 cm de anchura, totalmente acabada incluso premarcaje y borrado de marcas existentes.			
		13.477,60	0,55	7.412,68
C761	**m Muro con Verja**			
	Barrera de hormigón de tipo New Jersey asimétrica en módulos de 4 m con verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, transportada y colocada. Completamente terminada.			
		11.696,00	57,92	677.432,32
C762	**m Barrera metálica**			
	Barrera metálica galvanizada simple, con separador estándar y 3 vallas perfil doble onda superpuestas con postes de sección C 120 mm. de canto, separados cada 2 metros, incluso tornillería,captafaros, parte proporcional de anclaje y piezas especiales, totalmente instalada.			
		1.752,00	46,57	81.590,64
C763	**m Bordes piano**			
	Construcción de bordes piano homologados por la FIA, con HOrmigón HA-25 con fibra de polipropileno, de 14 cms de espesor, incluso limpieza y preparación de superficie de asiento, colocación y atado de armadura metálica, enconfrado, extendido, perfilado, desencofrado, compactado, vibrado y curado, p. p. de juntas. Totalmente terminado.			
		2.834,64	28,92	81.977,79
C764	**m Muro SAFER**			
	Barrera de tipo Muro SAFER, formada por muros de hormigón de tipo New Jersey asimétrico en bloques de 4 metros, verja metálica superior soportada por perfil metálico doble T laminado en frío, bloques de planchas de poliestireno y valla de perfiles cuadrados de acero, transportado, montado y colocado. Completamente terminada.			
		807,30	124,53	100.533,07
C765	**m Barrera de neumáticos**			
	Barrera de protección de neumáticos triple, formada por tres filas de neumáticos de altura 6 neumáticos de 195 mm de anchura, unidos mediante pasadores de acero de diámetro 16 mm, y engarzados mediante tubo de polipropileno, incluido transporte y colocación. Completamente terminada.			
		584,00	47,79	27.909,36
C767	**m² Cobertura de Césped artifical**			
	Suministro e instalación de cobertura de pavimento de césped sintético de fibra 100% polipropileno. Totalmente terminado.			
		37.169,46	13,15	488.778,40
	TOTAL CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS			**1.465.634,26**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 6 INTEGRACIÓN AMBIENTAL			
C81300100a	**m3 Mantenimiento y extendido de tierra vegetal**			
	Tierra Vegetal, incluyendo su mantenimiento en vivo (sembrado y abonado y riegos periódicos), su transporte para la restauración de zonas degradadas y afectadas por la obra y, finalmente su distribución en esas superficies.			
		18.249,69	6,31	115.155,54
	TOTAL CAPÍTULO 6 INTEGRACIÓN AMBIENTAL			**115.155,54**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS			
E01	**Gestión de Residuos**			
	Gestión de Residuos			
		1,00	115.300,62	115.300,62
	TOTAL CAPÍTULO 7 GESTIÓN DE RESIDUOS			**115.300,62**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL			
E02	**Seguridad y Salud Laboral**			
	Seguridad y Salud Laboral			
		1,00	11.292,43	11.292,43
	TOTAL CAPÍTULO 8 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL			**11.292,43**

PRESUPUESTO

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 9 CONTROL DE CALIDAD			
E03	**Control de Calidad**			
	Control de Calidad			
		1,00	113.128,35	113.128,35
	TOTAL CAPÍTULO 9 CONTROL DE CALIDAD.....			**113.128,35**
	TOTAL.....			**10.956.266,01**

DOCUMENTO 5
RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

TFM_PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN CIRCUITO DE VELOCIDAD

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	TRABAJOS PREVIOS	124.391,00	1,14
2	EXPLANACIONES	1.780.241,08	16,25
3	DRENAJE	895.245,87	8,17
4	FIRMES Y PAVIMENTOS	6.335.876,86	57,83
5	SEÑALIZACIÓN Y DEFENSAS	1.465.634,26	13,38
6	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	115.155,54	1,05
7	GESTIÓN DE RESIDUOS	115.300,62	1,05
8	SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	11.292,43	0,10
9	CONTROL DE CALIDAD	113.128,35	1,03
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**10.956.266,01**	
	13,00% Gastos generales	1.424.314,58	
	6,00% Beneficio industrial	657.375,96	
	SUMA DE G.G. y B.I.	2.081.690,54	
	21,00% I.V.A.	2.737.970,88	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**15.775.927,43**	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**15.775.927,43**	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINCE MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS VEINTISIETE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

Sevilla, a 19 de noviembre de 2017.

Autor del Proyecto — Javier Villanueva Mena-Bernal

Tutor del Proyecto — Blas González González