

- LEYENDA:
- Curva de Nivel (equidist. 0,25 m)
 - Curva Directora (equidist. 1,25 m)
 - Parcelas catastrales
 - Subparcelas catastrales
 - Limite cantera (100.000 m2)

NOTAS:

Sistema geodésico de referencia: ETRS89; Proyección UTM, HUSO 30.

Fuente: Levantamiento topográfico propio DTM (26/09/2025).

PROMOTOR:



EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.

DENOMINACION PROYECTO:


SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO
RECURSOS SECCION A) –GRAVAS Y ARENAS–
PARCELA 225 (C–D), POL. 7, T.M. MARCILLA

DENOMINACION PLANO:

PLANO DE VOLUMETRIAS
ESTADO FINAL RESTAURACION

| | | |
|---|---|--|
| PROYECTADO POR: | AUTOR DEL PROYECTO: | |
|  |  | |
| | Alfonso Martínez Andrés Doctor Ingeniero de Minas Colegiado NE–062–A | |

| | | | |
|-------------------------|------------|-----------|--------|
| EMPLAZAMIENTO: | FECHA: | PLANO N°: | |
| T.M. MARCILLA (NAVARRA) | 11/2025 | 7 | |
| ESCALA: 1:1500 | TAMAÑO: A1 | HOJA: 1/1 | REV: 2 |

| | | |
|--|--|--|
| PROMOTOR: “EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.” | PLAN DE RESTAURACIÓN | Consultor:  |
| | SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO RECURSOS SECCION A) CANTERA “AMANECER” | |

ANEXO II. PROPOSICION GARANTIA FINANCIERA.

20 ANEXO 2. PROPOSICIÓN GARANTÍA FINANCIERA.

ASUNTO: PROPUESTA GARANTIA FINANCIERA SEGÚN ARTICULOS 41,42 Y 43 DEL REAL DECRETO 975/2009, DE 12 DE JUNIO, SOBRE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS Y DE PROTECCIÓN Y REHABILITACIÓN DEL ESPACIO AFECTADO POR LA SOLICITUD DE AUTORIZACION DE APROVECHAMIENTO DE LA SECCION A) "GRAVAS Y ARENAS" DENOMINADA "AMANECER". T.M. MARCILLA (NAVARRA).


D. Alfonso Martínez Andrés, en representación de la mercantil "EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U." con CIF A31213127, y domicilio a los efectos de comunicaciones en la Ctra. Pamplona, nº 44, 31330 Villafranca, Navarra, en su calidad de titular de la solicitud de autorización del aprovechamiento del recurso de la sección A) -gravas y arenas-, denominada "AMANECER".

EXPONE:


Que en cuanto a la proposición de garantía financiera según artículo 41,42 y 43 del Real Decreto 975/2009, de 12 de Junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por la actividad desarrollada por la autorización del aprovechamiento del recurso de la Sección A) -gravas y arenas- denominada "AMANECER" cuyo titular es la mercantil "EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U." propone como garantía financiera la cantidad de 96.565,59 €, calculados según lo indicado en el Artículo 43 como garantía financiera o equivalente para el cumplimiento de las condiciones impuestas en la autorización del plan de restauración para la gestión de residuos generados y la rehabilitación del espacio natural afectado por la actividad desarrollada por la autorización del aprovechamiento del recurso de la Sección A) denominada "AMANECER", es decir, esta garantía se impone por parte de "EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U." para garantizar el tratamiento integral de los residuos generados por la actividad desarrollada por la autorización del aprovechamiento del recurso de la Sección A) -gravas y arenas-, denominada "AMANECER" restitución del terrenos sobre el que se desarrollara la actividad extractiva. De modo que de esta manera queda ajustado a lo establecido por el Artículo 41, 42 y 43 del RD 975/2009 de 12 de Junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.

En Marcilla, a 12 de noviembre de 2025



| | | |
|--|--|--|
| PROMOTOR: “EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.” | PLAN DE RESTAURACIÓN | Consultor:  |
| | SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO RECURSOS SECCION A) CANTERA “AMANECER” | |


21 ANEXO 3.- ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

ANEXO:

GEOTÉCNICO.

ESTABILIDAD DE TALUDES.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

1 ESTUDIO GEOTÉCNICO.

1.1 Introducción.

Desde la idea de independizar escenarios, debido a las distintas tipologías, se ha realizado en estudio inicial de conocimiento del medio, con el uso de PIX4D en 3D, para verificar las situaciones, a posteriori de la visita de campo, por lo que ya estaban reconocidos.

Disponemos de una ubicación, que resulta del perímetro de la explotación:

1 ZONA DE EXPLOTACION.


Examinado el levantamiento topográfico y dimensiones de taludes, se plantea un perfil tipo más desfavorable, para realizar la estabilidad del talud actual y su restauración.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El objetivo del presente estudio geotécnico, pretende justificar la estabilidad de los taludes proyectados, en los trabajos del aprovechamiento solicitado, determinando en primer lugar el dimensionamiento de los más desfavorables. De esta forma, realizado el análisis de estabilidad, el valor del factor de seguridad para dichos taludes demostraría, con un amplio margen, que son estables, y podremos asegurar que los de menores dimensiones (menor altura) en iguales condiciones que los analizados, lo serán sin lugar a dudas. En cualquier caso, el estudio indicará la situación.

El procedimiento para evaluar la estabilidad de los taludes consta de las siguientes etapas:

- Dimensionamiento del talud o taludes tipo.
- Definición y caracterización geotécnica de los materiales del talud o taludes.
- Identificación del tipo o tipos de rotura que con mayor probabilidad se pueden presentar.
- Determinación del factor o coeficiente de seguridad para los taludes tipo.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

3. IDENTIFICACIÓN SÍSMICA.

La aceleración sísmica es una medida utilizada en terremotos que consiste en una medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo. Es una medida muy importante en ingeniería sísmica. Normalmente la unidad de aceleración utilizada es la intensidad del campo gravitatorio ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).


A diferencia de otras medidas que cuantifican terremotos, como la escala Richter o la escala de magnitud de momento, no es una medida de la energía total liberada del terremoto, por lo que no es una medida de magnitud sino de intensidad. Se puede medir con simples acelerómetros y es sencillo correlacionar la aceleración sísmica con la escala de Mercalli.

La aceleración sísmica es la medida de un terremoto más utilizada en ingeniería, y es el valor utilizado para establecer normativas sísmicas y zonas de riesgo sísmico. Durante un terremoto, el daño en los edificios y las infraestructuras está íntimamente relacionado con la velocidad y la aceleración sísmica, y no con la magnitud del temblor. En terremotos moderados, la aceleración es un indicador preciso del daño, mientras que en terremotos muy severos la velocidad sísmica adquiere una mayor importancia.

La escala de Mercalli mide la intensidad de un terremoto según los daños que produce. Normalmente, esta escala es directamente relacionable con la intensidad, aunque la existencia en la zona de construcciones mucho más resistentes (o mucho menos resistentes) de lo normal puede falsear la medición de la escala de Mercalli, perdiéndose la correlación.

| | Aceleración sísmica (g) | Potencial de daño |
|--------|--------------------------------|--------------------------|
| I | < 0.0017 | Ninguno |
| II-III | 0.0017 – 0.014 | Ninguno |
| IV | 0.014 – 0.039 | Ninguno |
| V | 0.039 – 0.092 | Muy leve |
| VI | 0.092 – 0.18 | Leve |
| VII | 0.18 – 0.34 | Moderado |
| VIII | 0.34 – 0.65 | Moderado a fuerte |
| IX | 0.65 – 1.24 | Fuerte |
| X+ | > 1.24 | Muy fuerte |

El peligro sísmico (o peligrosidad sísmica) de una región se denomina a la probabilidad de que se produzcan en ella movimientos sísmicos de una cierta importancia en un plazo determinado. No debe confundirse este concepto con el de riesgo sísmico, que depende de factores antrópicos y se refiere a los daños potenciales.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|



Para la realización de los cálculos estructurales de la zona de estudio, y en cumplimiento del Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), se deberá comprobar si dada la ubicación de la excavación se encuentra afectada por las acciones sísmicas.


La NCSE-02 proporciona los criterios a seguir dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en los proyectos de construcción, reforma y conservación de edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1.2 de la citada norma.

El apartado 1.2.2 de la NCSE-02 se clasifican las construcciones en función del uso al que se destinan y del daño que puede ocasionar su destrucción, distinguiéndose los siguientes tipos de construcciones:

- De importancia moderada.
- De importancia normal.
- De importancia especial.

El apartado 1.2.3 de la NCSE-02 indica los criterios de aplicación de la Norma, estableciendo que, para valores de la aceleración sísmica básica (a_b) inferiores a 0,04 g, no es necesario tener en cuenta la acción sísmica para realizar los cálculos de las estructuras proyectadas.

a_b/g k

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Las acciones sísmicas en las obras de excavación proyectadas, teniendo en cuenta la Norma NCSE-02 la aceleración sísmica básica correspondiente a la zona es de 0,04 g (K=1).

Valores que encontramos listados por autonomía y localidad en la citada norma.

Este valor es, junto otros dos factores relacionados con el tipo de obra y tipo de suelos que formarán la base de las obras, el que permite obtener la denominada aceleración sísmica de cálculo que se establece a continuación.

Aceleración sísmica de cálculo.

La aceleración sísmica de cálculo en el terreno (a_c), aplicando la Norma NCSE-02, adopta la expresión: $a_c = S \times \rho \times a_b$.

, siendo:

a_b la aceleración sísmica básica, ρ el coeficiente adimensional de riesgo que adopta un valor de 1,3 para obras de especial importancia como son los almacenamientos de agua para abastecimiento, y S el coeficiente de amplificación del terreno, que tomará valores en función del valor de las dos primeras variables, es decir:

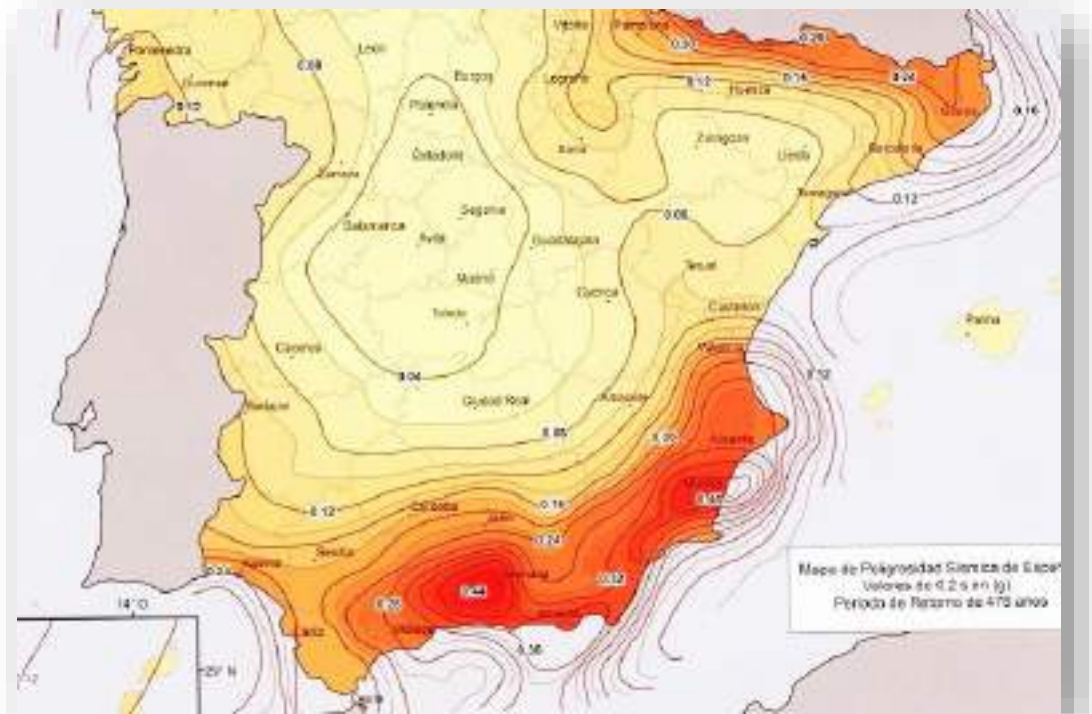
| | |
|---|---|
| Para $\rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g}$ | $S = \frac{C}{1,25}$ |
| Para $0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g}$ | $S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$ |
| Para $0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b$ | $S = 1,0$ |

Promotor:


**EXCAVACIONES
MUÑOZ, S.A.U.**

**AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO
DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A)
GRAVAS Y ARENAS
DENOMINADA CANTERA “AMANECER”,
T.M. MARCILLA (NAVARRA).**

Consultora:



Los valores de a_b y K los podemos encontrar en la misma normativa por comunidades y localidades.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

En nuestro caso el valor $a_b \times p$ es igual a $0,04 \text{ g} = 1,37$, puesto que a_b corresponde a $0,04 \text{ g}$ para el término municipal en cuestión. Por lo tanto, el resultado es $= a 0,4 \text{ g}$, adoptando la SEGUNDA expresión de las tres indicadas anteriormente.

$$\begin{array}{ll} \text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g} & S = \frac{C}{1,25} \\ \text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g} & S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right) \\ \text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b & S = 1,0 \end{array}$$

El valor C de la expresión corresponde al denominado Coeficiente del terreno que puede presentar según la Norma diferentes valores según los terrenos.


En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_S > 750 \text{ m/s}$.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_S > 400 \text{ m/s}$.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_S > 200 \text{ m/s}$.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_S \leq 200 \text{ m/s}$.

| TIPO DE TERRENO | COEFICIENTE C |
|-----------------|---------------|
| I | 1 |
| II | 1,3 |
| III | 1,6 |
| IV | 2 |

Para la zona de estudio se toma el valor de 2 que corresponde a alternancias de terrenos de tipo II.

Resolviendo dicha expresión,

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Aceleración sísmica de cálculo

| DATOS | | |
|-----------------------------------|--|---|
| Importancia de la construcción: | normal | |
| Aceleración sísmica básica: | 0.04 · g | |
| Tipo de terreno: | Espesor (m) | |
| Tipo I | 0.00 | |
| Tipo II | 0.00 | |
| Tipo III | 18.00 | |
| Tipo IV | 0.00 | |
| RESULTADO | | |
| Coefficiente de riesgo (ρ) | coeficiente de amplificación del terreno (S) | Aceleración sísmica de cálculo (a_{cl}) |
| 1.00 | 1.28 | 0.05 |
| DETALLES DEL CÁLCULO | | |

Notación y metodología según Art. 2.2 NSCE-02

Aceleración sísmica de cálculo: $0.05 \cdot g$
 con:

$$a_s = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

- a_b (aceleración sísmica básica) = $0.04 \cdot g$
- ρ (coeficiente de riesgo) = 1.00
construcción normal
- S (coeficiente de amplificación del terreno) = 1.28

Caso $\rho \cdot a_b / g = 0.04 \leq 0.10$


$S = C / 1.25$, con

• C (coeficiente del terreno) = 1.60

$$C = \frac{\sum C_i \cdot \theta_i}{\sum \theta_i}$$

$$C = (1.0 \cdot 0.00 + 1.3 \cdot 0.00 + 1.6 \cdot 18.00 + 2.0 \cdot 0.00) / 18.00$$

Vistos los ábacos, y sostenido el valor sísmico de $0.04g$ y $K 1$, SOBRE VALORES DE LA ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA, a_b , Y DEL COEFICIENTE DE CONTRIBUCIÓN, K , DE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES, y por lo tanto a NO tener en cuenta en importancia.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA "AMANECER", T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

4. CARACTERIZACION GEOTECNICA.

Características Geotécnicas.

Se trata de materiales poco consolidados, donde los problemas geotécnicos están condicionados por su disposición. En la presente zona no se dispone de ensayos geotécnicos. Por lo tanto, se muestran a continuación, los resultados incorporados en la HOJA 205-I (LODOSA), a ESCALA 1:25.000, DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE NAVARRA, publicada por el Departamento de Obras públicas, Transportes y Comunicaciones del Gobierno de Navarra realizada por "Informes y Proyectos, S.A. (INYPISA)", durante el año 2000, con normas, dirección y supervisión del Gobierno de Navarra, cuyo documento integro se aporta en capítulo de anexos.

En el apartado 5.3.- GEOTECNIA de dicha publicación, se describe la cartografía geotécnica de la Hoja a escala 1:25.000 de Lodosa (205-I) correspondiente al Mapa 1:50.000 con el mismo nombre y se establecen las características geomecánicas de los materiales que la componen.

Ya se indica en dicho documento, tal y como mencionamos en el proyecto de explotación, que la escasa disponibilidad de datos procedentes de obras y proyectos ha condicionado que la valoración geotécnica de esta Hoja se realice fundamentalmente a partir de las características litológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas de los materiales, por lo que se trata de una valoración esencialmente cualitativa.

Las Áreas geotécnicas consideradas en el conjunto de la Hoja 205 de Lodosa son las siguientes:

ÁREA I: Engloba los materiales plegados del Oligoceno y Mioceno inferior.


ÁREA II: Comprende los materiales poco plegados o subhorizontales de la parte alta del Mioceno inferior y del Mioceno medio.

ÁREA III: Agrupa todos los depósitos cuaternarios.

Estas áreas se han dividido en las siguientes zonas:

ÁREA I: ZONAS I1, I2, I3 y I4

ÁREA II: ZONA II1

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

ÁREA III: ZONA III1, III2, III3, III4.

En el siguiente cuadro se muestra la correlación entre las unidades geológicas y las zonas geotécnicas, correspondiéndose la zona de estudio con el AREA III. ZONACION GEOTECNICA III1. Gravas y Arenas, arenas con cantos, lutitas y limos ocre.


| UNIDAD CARTOGRAFICA | ZONACION GEOTECNICA | DESCRIPCION |
|---|------------------------|---|
| 550 | III4 | Escombreras y vertederos |
| 541, 523 | III3 | Lutitas grises y limos |
| 543, 545 | III2 | Grandes bloques, arcillas y limos a veces con cantos |
| 508, 521, 524, 519, 512 a 527 | III1 | Gravas y arenas, arenas con cantos, lutitas y limos ocre |
| 384 | III | Arcillas rojas con intercalaciones de areniscas y calizas |
| 333, 332, 335 a 11, 342 a 344, 347, 350 a 352 | I4 | Lutitas rojas. Areniscas, calizas, dolomías, margas y yesos |
| 316 | I2 | Arcillas, margas y yesos |
| 312, 338, 341, 349, 354, 357 | I1 | Yesos con intercalaciones de margas |

Así las características geotécnicas para dicha zona III1, son las que se describen a continuación:

Constituyen los depósitos fluviales y aluviales de los principales valles y barrancos, y depósitos poligénicos, representados por conos de deyección, depósitos de fondo de valle, cauces abandonados y activos, terrazas y glacia. Están formados por gravas y cantos de naturaleza calcárea y cuarcítica, arenas, limos y arcillas. Su proporción y distribución son muy variables, aumentando la proporción de finos en los depósitos poligénicos y en los de fondo de valle mientras que en las terrazas dominan las gravas. Estas últimas ocupan una extensión importante con relación al cauce del río Ebro. La naturaleza de la fracción gruesa depende del área de procedencia.

Características geotécnicas:

Se trata de materiales poco consolidados, donde los problemas geotécnicos están condicionados a su disposición geomorfológica y estratigráfica. En la memoria de dicha Hoja se indica que no se dispone de ensayos geotécnicos. **Sin embargo, se menciona que hay ensayos de materiales equivalentes, procedentes de catas realizadas sobre tramos arcillosos de terrazas aluviales y depósitos de glacia en la Hoja de Sangüesa (173), que se consideran representativos para el conjunto de esta zona. Los valores medios obtenidos en estos ensayos son los siguientes:**

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|


| Cuadro Resumen de Características Geotécnicas | |
|--|-------------|
| Contenido en Grava (>5mm) | 65% |
| Contenido en Arena (5-0,08mm) | 20% |
| Contenido en Finos (<0,08mm) | 15% |
| Límite Líquido (WL) | -- |
| Límite Plástico (WP) | No plástico |

Podemos establecer como valores medios del recurso minero en “AMANECER”: **ojo con estos valores**

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| Índice de Plasticidad (IP) | -- |
| Clasificación de Casagrande | GW-GM |
| Densidad Máxima Proctor Normal | 2,13 g/cm ³ |
| Humedad Óptima Proctor Normal | 7% |
| Angulo de Rozamiento interno (Ø) | 40° |
| Cohesión (C°) | 2,50 |

En esta Zona hay que evaluar el riesgo potencial de inundaciones y avenidas debido a precipitaciones importantes concentradas. Presentan una permeabilidad variable entre alta (detriticos gruesos) y baja (áreas con alto contenido en finos), y un nivel freático continuo y somero.

Los materiales poseen, en general, una permeabilidad alta por permeabilidad intergranular. Las terrazas bajas y otros depósitos fluviales relacionados presentan un nivel freático continuo y somero. Las terrazas medias, altas y abanicos constituyen acuíferos locales colgados.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Características Constructivas

a. **CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

Para el conjunto de los materiales que definen la Zona, se estima una capacidad portante variable entre 1 y 3,5 Kp/cm², dependiendo de que se trate de un limo de consistencia más o menos rígida o una grava de compacidad alta, y de la presencia o ausencia de nivel freático.

El tipo de cimentación será superficial, salvo cuando no se reúnan las condiciones anteriores, las cargas proyectadas sean superiores a las dadas, en el caso de depósitos aluviales (con alto riesgo de avenidas), que será necesario encontrar niveles profundos más resistentes (incluso el sustrato). En estos casos, el tipo de cimentación será semiprofunda.

Los condicionantes geotécnicos más importantes estarán relacionados con la posición del nivel freático, que puede dar lugar a supresiones y fenómenos de inestabilidad en excavaciones y obras, así como agotamientos importantes. Por otro lado, la presencia eventual de intercalaciones de arcillas blandas puede provocar asentamientos diferenciales no admisibles y sobre sustrato yesífero es elevado el riesgo de hundimientos del terreno por colapso.


b. **CONDICIONES PARA OBRAS DE TIERRA**

Excavabilidad. Constituyen Terrenos Medios, su excavación puede efectuarse por medios mecánicos sin dificultad.

Estabilidad de taludes recomendados según el estudio geotécnico. La estabilidad del talud dependerá de la profundidad del nivel freático y del tipo de unidad morfológica. En general, para alturas superiores a 3 metros, pueden proyectarse taludes 3H:4V según indica la memoria geotécnica.

Para la “CANTERA AMANECER”, se han proyectado taludes 1H:2V de modo que estamos ante un modelo estable geotécnicamente. De manera ocasional, pueden producirse pequeños desprendimientos de escasa relevancia en los bordes de taludes subverticales.

El talud final de trabajo tendrá una altura máxima de 11 metros, con una inclinación de 27°, estable a todos los efectos.


| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Empujes sobre contenciones. Serán de tipo Medio. En zonas de gravas varían de Altos o Bajos en función de la profundidad del nivel freático.

Aptitud para préstamos. En general constituyen Terrenos Aptos, ocasionalmente marginales. Los tramos de gravas se consideran Aptos, si bien precisan una clasificación que elimine los tamaños gruesos (8-10 cm).

Aptitud para explanada en carreteras. Se trata esencialmente de suelos Aptos constituyendo explanadas de tipo E2 y E3, exceptuando los niveles de gravas formadas por cantos de gran tamaño que precisen una regularización de la superficie o aquellos fondos de desmonte que queden en términos lutíticos.

Obras subterráneas. La mayoría de las obras subterráneas de envergadura afectan al sustrato. Sin embargo, en obras de menor diámetro (conducciones subterráneas) encontrarán Terrenos Dificiles, según lo establecido en la metodología que precisarán entibación total.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

A continuación se muestran los datos para la zona de estudio, extraídos del MAPA GEOTECNICO GENERAL a escala 1/200.000, correspondiente a la memoria TUDELA, HOJA 7-3/22, publicada por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS.

AREA III₁

Se emplaza, principalmente, al S de la Hoja, donde ocupa zonas muy extensas (depósitos de los ríos Ebro, Aragón, Arba de Biel y Gállego).

Su litología es compleja y se compone de gravas (a veces cementadas), arenas, limos y arcillas. Normalmente en esta Hoja predominan las gravas o las arcillas; las arenas se presentan en menor proporción.

Posee una morfología de formas llanas con pendientes topográficas siempre inferiores al 7 por ciento. En los puntos donde la potencia erosiva de los r(íos es importante y éstos aparecen encajados en sus propios depósitos, dando paredes laterales verticales, es frecuente observar desmoronamientos debidos a la acción del r(ío en la base de dichas paredes.


Los materiales que la forman son semipermeables, lo que unido a una morfología llana, condiciona un drenaje deficiente, con abundancia de zonas propensas a encharcamientos.

En los depósitos de gravas el drenaje es favorable.

Es normal la existencia de acuíferos y la aparición de agua a escasa profundidad.

Su capacidad de carga oscila de media a alta, dándose esta última en los aluviales de gravas. Las magnitudes de los asentamientos son, por lo general, de tipo medio, aunque es preciso hacer notar que, en los aluviales de gravas, no se producen asentamientos.

Los problemas geotécnicos estarán siempre relacionados con las rápidas variaciones litológicas en profundidad, que darán lugar a asentamientos diferenciales.

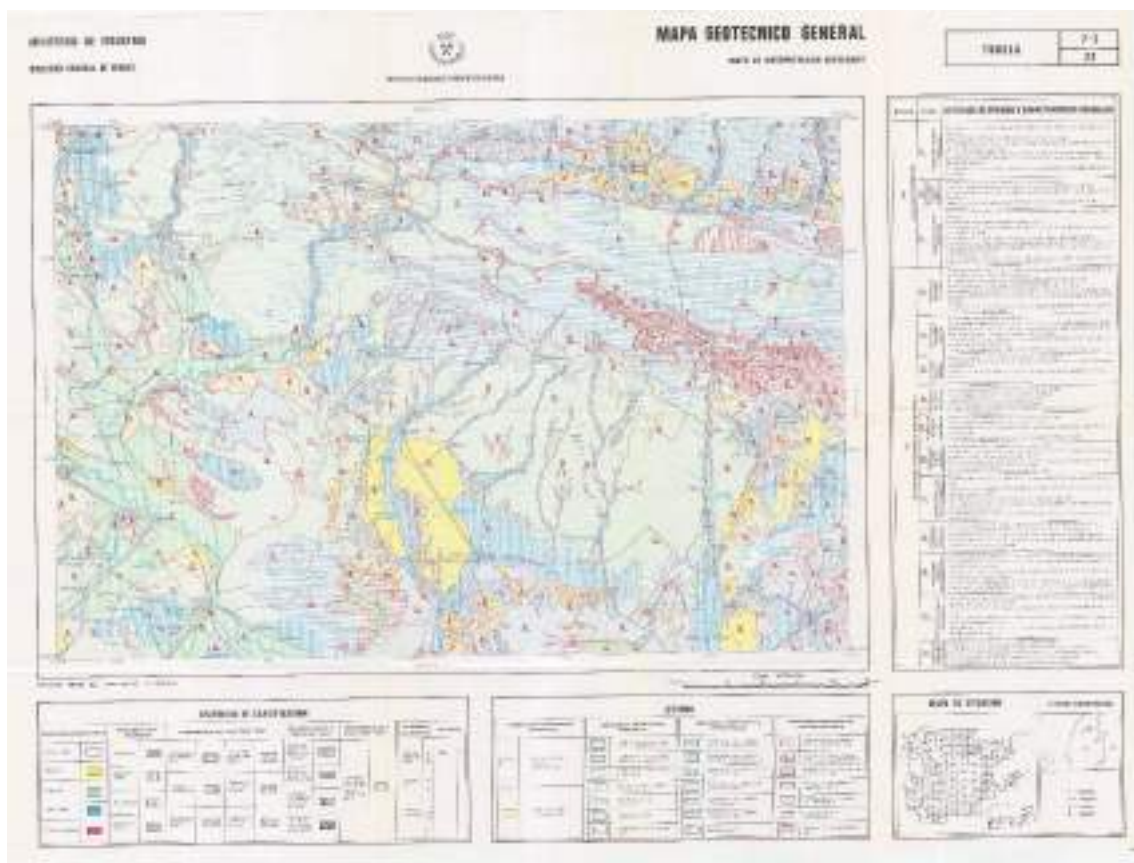
| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

AREA III₄

Es una de las zonas con mayor representación superficial en la Hoja. Tiene una repartición desigual, pero se puede decir que sus afloramientos más importantes se sitúan al N y al O.


La característica litológica más importante es la constante presencia de materiales yesíferos, acompañados de margas, areniscas, calizas y, en menor proporción arenas y arcillas.

No hay ningún tipo de relieve característico en esta Área, puesto que se presentan formas desde llanas hasta muy acusadas, pasando por todas las morfologías intermedias.



FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

AREA III₁

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Se agrupan en este apartado el conjunto de materiales poco o nada consolidados, conectados al cauce actual de los ríos.

Arcillas arenosas y gravas (Depósitos aluviales) - Qa

Están formados estos depósitos por acumulación de materiales finos arcillosos (en ocasiones, también, limosos), que engloban arenas y entre los que se disponen delgados horizontes de materiales gruesos (gravas). La potencia es muy variable, predominando la de tipo medio, excepción hecha de los aluviales del Ebro y del Aragón, cuyos espesores son considerables.

Gravas con niveles de arcillas (Depósitos aluviales) – Qa/2

En este tipo de aluviales, los materiales que predominan son las gravas, que suelen presentarse bastante homométricas y, probablemente, tengan distinto origen, pues algunas de ellas procederán de los conglomerados de la Sierra. Aparece también arcilla, bien en nivelillos o diseminada entre las gravas a manera de matriz.

AREA III₄


El Área que a continuación se describe agrupa un elevado número de litologías, algunas de las cuales poseen similares características, diferenciándose solamente, en ocasiones, por el porcentaje relativo de unos materiales respecto a los otros o por la selectiva aparición zonal de un determinado tipo de roca. Por estas razones, y para mayor sencillez del trabajo, algunas litologías serán descritas en conjunto.

Margas yesíferas, arenas y calizas - T 105/8-8-12- Margas yesíferas, calizas y areniscas T105/8-12-8 Margas yesíferas y calizas- 105/8-12

Poseen una amplia repartición superficial por toda la Hoja ..

Las margas, que son el material dominante, se presentan en bancos muy finos, poseen tonalidades claras y se alteran con facilidad. Entre ellas, y de manera discontinua, se intercalan nivelillos de yeso que adoptan sus tonalidades y, en los recubrimientos de alteración, forman unas eflorescencias blanquecinas.

Las areniscas, de colores parduzcos o grisáceos, presentan una clara disyunción en bloques o lajas que se desprenden con facilidad. Cuando están plegadas dan lugar a resaltes en zonas relativamente llanas.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Las calizas se disponen en bancos poco potentes, de tonos gris-azulados y, normalmente, están fracturadas.

Margas yesíferas con niveles de areniscas - T 105/8-8

Afloran al S de Tudela. Este grupo se parece mucho a los anteriormente descritos, pero hay que destacar que las margas son más arcillosas y plásticas; las areniscas se presentan en bancos aislados de reducida potencia.

Yesos masivos- T14

Aparecen en la zona de Valtierra y Caparrosa, al O de la Hoja.

Potentes masas de yesos que adoptan variadas tonalidades y poseen normalmente aspecto sacaroideo. Aguantan muy bien taludes de fuertes pendientes e incluso verticales.

Yesos y margas- T14-105. Yesos, areniscas y margas- T14-8-105

Se disponen ambos grupos en los bordes S y O de la Hoja respectivamente.

Los porcentajes de yesos y margas son muy parecidos, siendo más esporádica la aparición de bancos de areniscas.

Margas yesíferas y arenas T105/8-3


Se sitúan en la comarca de las Bardenas, dando un afloramiento de forma de herradura.

Las margas se presentan en bancos finos, entre los que se incluyen nivelillos de yesos; dan tonalidades claras. Alternan con lentejones de arenas, bastante compactadas, entre las que destacan los tamaños gruesos.

Areniscas y arcillas, con niveles de yesos- T8-5-14

Afloran al O de la Hoja, en la zona de Alfaro.

Predominan las arcillas, que poseen un aceptable índice de plasticidad, y alternan con bancos de areniscas, pardas y grisáceas, de regular potencia. Entre estos materiales se incluyen nivelillos de yeso.


| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Margas con niveles de calizas y yesos - T 105-12-14.

Los afloramientos de este grupo se sitúan en los alrededores de Almudévar, ángulo SE de la Hoja.

En margas de tonos claros, se presentan débiles bancos de calizas tableadas grisáceas y yesos diseminados.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS |
|--------|--------------------|--|
| II | II ₁ | Calizas masivas o disgregadas en bancos de considerable potencia. De color grisáceo, muestran tonos ocres y rojizos en forma trazo. Son resistentes a la erosión. Se intercalan niveles, poco potentes, de margas arcillosas pardorrojizas. |
| | II ₃ | Calizas laminas de grano fino, muy resistentes a la erosión y de tonalidades grisáceas y parduzcas. Entre ellas se intercalan niveles de arcillas abigarradas. |
| | II _{3'} | Se mezclan, desordenadamente, arcillas y margas supralíticas abigarradas, entre las que aparecen cristales y niveles de yeso. |
| III | III ₁ | Se agrupan aquí los materiales, poco o nada consolidados, conectados al cauce actual de los ríos. Se trata, principalmente, de arcillas arenosas y gravas. |
| | III _{1'} | Predominan las gravas con laminas de arcillas (degradadas de arenas). Las gravas suelen ser homogéneas y pueden estar cementadas. |
| | III _{1IV} | Son depósitos de tipo fluvial en los que la proporción relativa arena/arcilla, es muy variable. |
| | III _{1V} | Depósitos macinados, formados por una desordenada acumulación de bloques, cantos, gravas y fracción fina. |
| | III _{1VI} | Depósitos de origen lagunar, formados por materiales muy finos, limos y arcillas. |
| | III ₂ | Predominan las margas, materiales fácilmente erosionables se distribuyen en bancos muy finos que tonos son claros o amarillos. Aparecen con bastante frecuencia, areniscas, areniscas calcáreas y colitas arenosas. A veces también se encuentran niveles de arenas gruesas. |
| | III _{2'} | Se pueden distinguir dos litologías: aquella en que predominan las arcillas y la de conglomerados. En la primera aparecen también margas y calizas; los conglomerados suelen ir acompañados de brechas, margas, areniscas y calizas. |
| | III ₃ | Bancos potentes de calizas que pueden dar lugar a resacas por su resistencia a la erosión. Alternan, en algunos tramos, con niveles finos de margas. En los alrededores de N. aparecen también calcosquistos. |
| | III ₄ | La característica común a todos los litologías de la Área es la presencia de yesos, bien masivos o en masas, o simplemente diseminados en margas. Calizas, areniscas, arcillas y arenas, acompañan a los yesos y a las margas ya citadas. |
| | III ₅ | Absencia de margas de tonos claros, muy alterables, con areniscas. A veces, presentan niveles de arcilla. |
| | III ₆ | Fines margas-calizas. |

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

En este apartado se analizarán los principales rasgos morfológicos, viendo qué repercusión tienen o pueden tener sobre las condiciones constructivas de los terrenos.

Este análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes familias de rocas ante las condiciones ambientales, resaltando aquellos problemas que surjan en el terreno, bien por causas puramente naturales, bien al ser trastocado su equilibrio bajo la acción directa del hombre.

Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

AREA III₁

Su morfología es, exclusivamente, de formas llanas, con pendientes topográficas siempre inferiores al 7 por ciento, excepción hecha del caso de los conos de deyección, en los que la pendiente puede tener un porcentaje superior a esa cifra.


Pese a estar constituidas por materiales sueltos, fácilmente erosionables, la inexistencia de formas acusadas hace que la acción de los agentes erosivos esté poco marcada, observándose únicamente pequeños fenómenos exógenos (abarrancamientos y rupturas bruscas de pendiente) en el contacto con las Áreas que las circundan.

Su grado de estabilidad natural es elevado, mayor en III₁, que en III₂, y únicamente se ve afectado por las eventuales acciones de los cursos de agua que las atraviesan y que pueden crear zonas puntualmente inestables.

AREA III₄


Sus formas de relieve van de llanas a muy acusadas, pasando por todos los tipos de morfologías intermedias. No existe, por tanto, una característica morfológica concreta.

Bajo condiciones naturales, la Área es estable, pero la acción del hombre, en algunas zonas, puede modificar este carácter, volviéndola inestable.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA "AMANECER", T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Por otra parte, existen gran cantidad de recubrimientos de alteración, abarrancamientos, deslizamientos, etc., factores que pueden originar serios problemas geomorfológicos de tipo local.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS |
|--------|--------------------|--|
| II | II ₁ | Presenta una morfología con formas acusadas y abruptas. Las pendientes topográficas superan el 15 por ciento. |
| | II ₃ | Se considera estable, aunque localmente la alteración química de las aguas y la acción del hielo (heladicidad) pueden alterar esta condición. |
| | II _{3'} | Normalmente presenta una morfología acusada y abrupta, pero en el NO, las formas de relieve son muy suaves. Es una Area inestable. |
| III | III ₁ | Excepción hecha de los conos de deyección, la morfología de estas Areas es siempre llana, con pendientes inferiores al 7 por ciento. |
| | III _{1'} | Su estabilidad natural es elevada y solo se ve afectada por la acción de los cursos de agua que pueden crear zonas puntualmente inestables. |
| | III _{1IV} | Ambas presentan formas de relieve completamente llanas. |
| | III _{1VI} | Su estabilidad natural es elevada, aunque pueden surgir problemas puntuales. |
| | III _{1V} | Presenta una morfología variada, con formas de relieve abruptas, acusadas y llanas. Su estabilidad es elevada. |
| | III ₂ | Presenta formas de relieve llanas, alomadas, acusadas y abruptas. Las litologías compuestas exclusivamente de margas son inestables. Los restantes grupos litológicos son estables, excepto en las zonas donde la actividad del hombre provoca condicionamientos desfavorables. |
| | III _{2'} | La morfología es muy variada, con formas llanas, alomadas, acusadas y abruptas. Su estabilidad natural es elevada, pero en las litologías margosas aparecen problemas puntuales. |
| | III ₃ | Presenta una morfología acusada y abrupta, excepto en el S de la Hoja, donde las pendientes no superan el 15 por ciento. Su estabilidad natural se ve afectada, localmente, por deslizamientos, heladicidad y por la acción del hombre. |
| | III ₄ | Sus formas de relieve van de llanas a muy acusadas, pasando por todas las morfologías intermedias. Bajo condiciones naturales, la Area es estable, pero la acción del hombre puede modificar este carácter en algunas zonas. |
| | III ₅ | Predominan las formas alomadas y llanas aunque, en algunas zonas, pueden aparecer pendientes superiores al 15 por ciento. Una serie de fenómenos exógenos disminuyen localmente la condición estable de esta Area. |
| | III ₆ | Presenta una morfología de formas acusadas y abruptas, con pendientes superiores al 15 por ciento. La Area posee una acusada inestabilidad. |

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS.

En este apartado se analizarán las características que afectan, de manera más o menos directa, a las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales y en sus condiciones de drenaje, concluyendo con el estudio de los problemas que, de la conjunción de ambos aspectos, pueden aparecer.

Se completará con un mapa y una ficha, en la que se harán constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

AREA III₁

Los materiales que componen la Área III1 han sido considerados, en conjunto, como semipermeables. Se trata de materiales granulares, con una gran heterogeneidad de tamaños, entre los que abundan los finos.

Las formas de relieve a que dan origen este tipo de depósitos son prácticamente llanas y las condiciones de drenaje (que se realiza por percolación natural) son deficientes.

Abundan las zonas propensas a encharcamientos, que acarrearán una serie de problemas hidrológicos de importancia.


No es extraña la aparición de niveles acuíferos, bien en forma de bolsadas discontinuas, bien con una amplia continuidad. A veces el agua se presenta a escasa profundidad.

En los depósitos de los ríos que afluyen al Aragón por el N, el drenaje se realiza por percolación superficial y es aceptable.

Al E de la Hoja se desarrolla un aluvial de gravas. materiales permeables en los que las condiciones de drenaje son muy favorables por percolación. Es normal la existencia de algún acuífero en esta zona.

AREA III₄

Posee una amplia representación superficial y está caracterizada por la presencia constante de formaciones yesíferas. El drenaje, condicionado por la impermeabilidad de los materiales y la morfología, puede ser


| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

deficiente, aceptable o favorable, dependiendo de que las formas de relieve sean llanas, alomadas o acusadas.

Los problemas hidrológicos que se presentan son de importancia, y se deben a la presencia de zonas de encharcamiento, de vaguadas con recubrimientos impermeables y, muy especialmente, a las aguas seleníticas, que poseen una acción altamente corrosiva frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

No es probable que existan niveles acuíferos en profundidad.

| REGION | AREA | FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS |
|--------|-------------------|--|
| II | II ₁ | En ambas las materiales se consideran impermeables, con un cierto permeabilidad ligera a su mayor o menor grado de fracturación. Esto, unido a la morfología acusada, ocasiona un drenaje muy favorable. La aparición de agua en profundidad está ligada a zonas de fracturación. |
| | II ₂ | Los materiales se consideran impermeables, con un drenaje aceptable o favorable, dependiendo de la morfología. Es normal que las aguas que discurren por esta Área al margen de zonas sulfúreas, con lo que no poder controlar, frente a las aguas seleníticas, sean muy ácidas. La probabilidad de que existan sulfuros en profundidad es alta. |
| | II ₃ | Formada por materiales impermeables. Las condiciones de drenaje son deficientes, abarcando las zonas próximas a encharcamientos. En los procesos de grageo el drenaje es favorable. Es normal la existencia de sulfuros y la aparición de agua a cierta profundidad. |
| III | III ₁ | Se han observado las hidrologías formadas exclusivamente por grutas de aguas res, además, presentan un porcentaje de frentes freáticos. Los frentes son permeables y las condiciones de drenaje son aceptables y favorables. Las litologías que poseen la misma grutas, se consideran impermeables y el drenaje puede ser favorable, aceptable o deficiente. No se sabe la aparición, en profundidad, de sulfuros del tipo o de bicarbonatos de agua. |
| | III _{1V} | Materiales conglomerados emplazados en zonas de relieve. Son (C) (D) (E) (F) (G) (H) (I) (J) (K) (L) (M) (N) (O) (P) (Q) (R) (S) (T) (U) (V) (W) (X) (Y) (Z) (AA) (AB) (AC) (AD) (AE) (AF) (AG) (AH) (AI) (AJ) (AK) (AL) (AM) (AN) (AO) (AP) (AQ) (AR) (AS) (AT) (AU) (AV) (AW) (AX) (AY) (AZ) (BA) (BB) (BC) (BD) (BE) (BF) (BG) (BH) (BI) (BJ) (BK) (BL) (BM) (BN) (BO) (BP) (BQ) (BR) (BS) (BT) (BU) (BV) (BW) (BX) (BY) (BZ) (CA) (CB) (CC) (CD) (CE) (CF) (CG) (CH) (CI) (CJ) (CK) (CL) (CM) (CN) (CO) (CP) (CQ) (CR) (CS) (CT) (CU) (CV) (CW) (CX) (CY) (CZ) (DA) (DB) (DC) (DD) (DE) (DF) (DG) (DH) (DI) (DJ) (DK) (DL) (DM) (DN) (DO) (DP) (DQ) (DR) (DS) (DT) (DU) (DV) (DW) (DX) (DY) (DZ) (EA) (EB) (EC) (ED) (EE) (EF) (EG) (EH) (EI) (EJ) (EK) (EL) (EM) (EN) (EO) (EP) (EQ) (ER) (ES) (ET) (EU) (EV) (EW) (EX) (EY) (EZ) (FA) (FB) (FC) (FD) (FE) (FF) (FG) (FH) (FI) (FJ) (FK) (FL) (FM) (FN) (FO) (FP) (FQ) (FR) (FS) (FT) (FU) (FV) (FW) (FX) (FY) (FZ) (GA) (GB) (GC) (GD) (GE) (GF) (GG) (GH) (GI) (GJ) (GK) (GL) (GM) (GN) (GO) (GP) (GQ) (GR) (GS) (GT) (GU) (GV) (GW) (GX) (GY) (GZ) (HA) (HB) (HC) (HD) (HE) (HF) (HG) (HH) (HI) (HJ) (HK) (HL) (HM) (HN) (HO) (HP) (HQ) (HR) (HS) (HT) (HU) (HV) (HW) (HX) (HY) (HZ) (IA) (IB) (IC) (ID) (IE) (IF) (IG) (IH) (II) (IJ) (IK) (IL) (IM) (IN) (IO) (IP) (IQ) (IR) (IS) (IT) (IU) (IV) (IW) (IX) (IY) (IZ) (JA) (JB) (JC) (JD) (JE) (JF) (JG) (JH) (JI) (JJ) (JK) (JL) (JM) (JN) (JO) (JP) (JQ) (JR) (JS) (JT) (JU) (JV) (JW) (JX) (JY) (JZ) (KA) (KB) (KC) (KD) (KE) (KF) (KG) (KH) (KI) (KJ) (KK) (KL) (KM) (KN) (KO) (KP) (KQ) (KR) (KS) (KT) (KU) (KV) (KW) (KX) (KY) (KZ) (LA) (LB) (LC) (LD) (LE) (LF) (LG) (LH) (LI) (LJ) (LK) (LL) (LM) (LN) (LO) (LP) (LQ) (LR) (LS) (LT) (LU) (LV) (LW) (LX) (LY) (LZ) (MA) (MB) (MC) (MD) (ME) (MF) (MG) (MH) (MI) (MJ) (MK) (ML) (MM) (MN) (MO) (MP) (MQ) (MR) (MS) (MT) (MU) (MV) (MW) (MX) (MY) (MZ) (NA) (NB) (NC) (ND) (NE) (NF) (NG) (NH) (NI) (NJ) (NK) (NL) (NM) (NN) (NO) (NP) (NQ) (NR) (NS) (NT) (NU) (NV) (NW) (NX) (NY) (NZ) (OA) (OB) (OC) (OD) (OE) (OF) (OG) (OH) (OI) (OJ) (OK) (OL) (OM) (ON) (OO) (OP) (OQ) (OR) (OS) (OT) (OU) (OV) (OW) (OX) (OY) (OZ) (PA) (PB) (PC) (PD) (PE) (PF) (PG) (PH) (PI) (PJ) (PK) (PL) (PM) (PN) (PO) (PP) (PQ) (PR) (PS) (PT) (PU) (PV) (PW) (PX) (PY) (PZ) (QA) (QB) (QC) (QD) (QE) (QF) (QG) (QH) (QI) (QJ) (QK) (QL) (QM) (QN) (QO) (QP) (QQ) (QR) (QS) (QT) (QU) (QV) (QW) (QX) (QY) (QZ) (RA) (RB) (RC) (RD) (RE) (RF) (RG) (RH) (RI) (RJ) (RK) (RL) (RM) (RN) (RO) (RP) (RQ) (RR) (RS) (RT) (RU) (RV) (RW) (RX) (RY) (RZ) (SA) (SB) (SC) (SD) (SE) (SF) (SG) (SH) (SI) (SJ) (SK) (SL) (SM) (SN) (SO) (SP) (SQ) (SR) (SS) (ST) (SU) (SV) (SW) (SX) (SY) (SZ) (TA) (TB) (TC) (TD) (TE) (TF) (TG) (TH) (TI) (TJ) (TK) (TL) (TM) (TN) (TO) (TP) (TQ) (TR) (TS) (TT) (TU) (TV) (TW) (TX) (TY) (TZ) (UA) (UB) (UC) (UD) (UE) (UF) (UG) (UH) (UI) (UJ) (UK) (UL) (UM) (UN) (UO) (UP) (UQ) (UR) (US) (UT) (UU) (UV) (UW) (UX) (UY) (UZ) (VA) (VB) (VC) (VD) (VE) (VF) (VG) (VH) (VI) (VJ) (VK) (VL) (VM) (VN) (VO) (VP) (VQ) (VR) (VS) (VT) (VU) (VV) (VW) (VX) (VY) (VZ) (WA) (WB) (WC) (WD) (WE) (WF) (WG) (WH) (WI) (WJ) (WK) (WL) (WM) (WN) (WO) (WP) (WQ) (WR) (WS) (WT) (WU) (WV) (WW) (WX) (WY) (WZ) (XA) (XB) (XC) (XD) (XE) (XF) (XG) (XH) (XI) (XJ) (XK) (XL) (XM) (XN) (XO) (XP) (XQ) (XR) (XS) (XT) (XU) (XV) (XW) (XX) (XY) (XZ) (YA) (YB) (YC) (YD) (YE) (YF) (YG) (YH) (YI) (YJ) (YK) (YL) (YM) (YN) (YO) (YP) (YQ) (YR) (YS) (YT) (YU) (YV) (YW) (YX) (YY) (YZ) (ZA) (ZB) (ZC) (ZD) (ZE) (ZF) (ZG) (ZH) (ZI) (ZJ) (ZK) (ZL) (ZM) (ZN) (ZO) (ZP) (ZQ) (ZR) (ZS) (ZT) (ZU) (ZV) (ZW) (ZX) (ZY) (ZZ) |
| | III _{1V} | Materiales conglomerados emplazados en zonas de relieve. Son (C) (D) (E) (F) (G) (H) (I) (J) (K) (L) (M) (N) (O) (P) (Q) (R) (S) (T) (U) (V) (W) (X) (Y) (Z) (AA) (AB) (AC) (AD) (AE) (AF) (AG) (AH) (AI) (AJ) (AK) (AL) (AM) (AN) (AO) (AP) (AQ) (AR) (AS) (AT) (AU) (AV) (AW) (AX) (AY) (AZ) (BA) (BB) (BC) (BD) (BE) (BF) (BG) (BH) (BI) (BJ) (BK) (BL) (BM) (BN) (BO) (BP) (BQ) (BR) (BS) (BT) (BU) (BV) (BW) (BX) (BY) (BZ) (CA) (CB) (CC) (CD) (CE) (CF) (CG) (CH) (CI) (CJ) (CK) (CL) (CM) (CN) (CO) (CP) (CQ) (CR) (CS) (CT) (CU) (CV) (CW) (CX) (CY) (CZ) (DA) (DB) (DC) (DD) (DE) (DF) (DG) (DH) (DI) (DJ) (DK) (DL) (DM) (DN) (DO) (DP) (DQ) (DR) (DS) (DT) (DU) (DV) (DW) (DX) (DY) (DZ) (EA) (EB) (EC) (ED) (EE) (EF) (EG) (EH) (EI) (EJ) (EK) (EL) (EM) (EN) (EO) (EP) (EQ) (ER) (ES) (ET) (EU) (EV) (EW) (EX) (EY) (EZ) (FA) (FB) (FC) (FD) (FE) (FF) (FG) (FH) (FI) (FJ) (FK) (FL) (FM) (FN) (FO) (FP) (FQ) (FR) (FS) (FT) (FU) (FV) (FW) (FX) (FY) (FZ) (GA) (GB) (GC) (GD) (GE) (GF) (GG) (GH) (GI) (GJ) (GK) (GL) (GM) (GN) (GO) (GP) (GQ) (GR) (GS) (GT) (GU) (GV) (GW) (GX) (GY) (GZ) (HA) (HB) (HC) (HD) (HE) (HF) (HG) (HH) (HI) (HJ) (HK) (HL) (HM) (HN) (HO) (HP) (HQ) (HR) (HS) (HT) (HU) (HV) (HW) (HX) (HY) (HZ) (IA) (IB) (IC) (ID) (IE) (IF) (IG) (IH) (II) (IJ) (IK) (IL) (IM) (IN) (IO) (IP) (IQ) (IR) (IS) (IT) (IU) (IV) (IW) (IX) (IY) (IZ) (JA) (JB) (JC) (JD) (JE) (JF) (JG) (JH) (JI) (JJ) (JK) (JL) (JM) (JN) (JO) (JP) (JQ) (JR) (JS) (JT) (JU) (JV) (JW) (JX) (JY) (JZ) (KA) (KB) (KC) (KD) (KE) (KF) (KG) (KH) (KI) (KJ) (KK) (KL) (KM) (KN) (KO) (KP) (KQ) (KR) (KS) (KT) (KU) (KV) (KW) (KX) (KY) (KZ) (LA) (LB) (LC) (LD) (LE) (LF) (LG) (LH) (LI) (LJ) (LK) (LM) (LN) (LO) (LP) (LQ) (LR) (LS) (LT) (LU) (LV) (LW) (LX) (LY) (LZ) (MA) (MB) (MC) (MD) (ME) (MF) (MG) (MH) (MI) (MJ) (MK) (ML) (MM) (MN) (MO) (MP) (MQ) (MR) (MS) (MT) (MU) (MV) (MW) (MX) (MY) (MZ) (NA) (NB) (NC) (ND) (NE) (NF) (NG) (NH) (NI) (NJ) (NK) (NL) (NM) (NN) (NO) (NP) (NQ) (NR) (NS) (NT) (NU) (NV) (NW) (NX) (NY) (NZ) (OA) (OB) (OC) (OD) (OE) (OF) (OG) (OH) (OI) (OJ) (OK) (OL) (OM) (ON) (OO) (OP) (OQ) (OR) (OS) (OT) (OU) (OV) (OW) (OX) (OY) (OZ) (PA) (PB) (PC) (PD) (PE) (PF) (PG) (PH) (PI) (PJ) (PK) (PL) (PM) (PN) (PO) (PP) (PQ) (PR) (PS) (PT) (PU) (PV) (PW) (PX) (PY) (PZ) (QA) (QB) (QC) (QD) (QE) (QF) (QG) (QH) (QI) (QJ) (QK) (QL) (QM) (QN) (QO) (QP) (QQ) (QR) (QS) (QT) (QU) (QV) (QW) (QX) (QY) (QZ) (RA) (RB) (RC) (RD) (RE) (RF) (RG) (RH) (RI) (RJ) (RK) (RL) (RM) (RN) (RO) (RP) (RQ) (RR) (RS) (RT) (RU) (RV) (RW) (RX) (RY) (RZ) (SA) (SB) (SC) (SD) (SE) (SF) (SG) (SH) (SI) (SJ) (SK) (SL) (SM) (SN) (SO) (SP) (SQ) (SR) (SS) (ST) (SU) (SV) (SW) (SX) (SY) (SZ) (TA) (TB) (TC) (TD) (TE) (TF) (TG) (TH) (TI) (TJ) (TK) (TL) (TM) (TN) (TO) (TP) (TQ) (TR) (TS) (TU) (TV) (TW) (TX) (TY) (TZ) (UA) (UB) (UC) (UD) (UE) (UF) (UG) (UH) (UI) (UJ) (UK) (UL) (UM) (UN) (UO) (UP) (UQ) (UR) (US) (UT) (UU) (UV) (UW) (UX) (UY) (UZ) (VA) (VB) (VC) (VD) (VE) (VF) (VG) (VH) (VI) (VJ) (VK) (VL) (VM) (VN) (VO) (VP) (VQ) (VR) (VS) (VT) (VU) (VV) (VW) (VX) (VY) (VZ) (WA) (WB) (WC) (WD) (WE) (WF) (WG) (WH) (WI) (WJ) (WK) (WL) (WM) (WN) (WO) (WP) (WQ) (WR) (WS) (WT) (WU) (WV) (WW) (WX) (WY) (WZ) (XA) (XB) (XC) (XD) (XE) (XF) (XG) (XH) (XI) (XJ) (XK) (XL) (XM) (XN) (XO) (XP) (XQ) (XR) (XS) (XT) (XU) (XV) (XW) (XX) (XY) (XZ) (YA) (YB) (YC) (YD) (YE) (YF) (YG) (YH) (YI) (YJ) (YK) (YL) (YM) (YN) (YO) (YP) (YQ) (YR) (YS) (YT) (YU) (YV) (YW) (YX) (YY) (YZ) (ZA) (ZB) (ZC) (ZD) (ZE) (ZF) (ZG) (ZH) (ZI) (ZJ) (ZK) (ZL) (ZM) (ZN) (ZO) (ZP) (ZQ) (ZR) (ZS) (ZT) (ZU) (ZV) (ZW) (ZX) (ZY) (ZZ) |
| | III _{1V} | Formada por materiales permeables, las condiciones de drenaje son favorables. |
| | III _{1V} | Los materiales son impermeables, y las condiciones de drenaje malas, por lo que, los problemas hidrológicos que presenta todo material está son muy importantes. Probablemente se mantiene encharcado durante todo el año. |
| | III ₂ | Materiales impermeables, con drenaje deficiente, aceptable o favorable en función de la morfología. Algunas zonas de encharcamiento. |
| | III ₂ | Las litologías de conglomerados (impermeables) presentan un drenaje favorable. Es la causa la existencia de sulfuros. En caso de que materiales son impermeables, y las condiciones de drenaje favorables o aceptables en función de la morfología. |
| | III ₃ | Formada por materiales impermeables, con un cierto grado de permeabilidad ligera a la fracturación. Drenaje favorable. La aparición de agua está ligada a las zonas de fracturación. |
| | III ₄ | Materiales yoduros impermeables con drenaje que varía de deficiente a favorable en función de la morfología. Problemas hidrológicos importantes a causa de las aguas seleníticas y las zonas de encharcamiento. |
| | III ₅ | Los materiales de esta Área son impermeables y las condiciones de drenaje son deficientes, aceptables o favorables según las distintas formas de relieve. |

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas de la Hoja, entendiendo, bajo esta acepción, todas aquellas que estén implicadas con la mecánica del suelo y su posterior comportamiento al verse solicitado por la actividad técnica del hombre.

Este análisis se centrará, de modo especial, en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando asimismo todos aquellos factores que, de forma directa o indirecta, influyen sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones urbanas o industriales. Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características geotécnicas propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Al finalizar este punto, se expondrán, de forma global, las características sismorresistentes de la Hoja, indicando qué tipo de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tienen más propensión a su desarrollo.

AREA III₁


Tanto su capacidad de carga como la magnitud de los posibles asentamientos son de tipo medio. Hay que hacer una excepción con los aluviales de gravas, en los que no se producen asentamientos y poseen una elevada capacidad de carga.

Los problemas geotécnicos estarán siempre relacionados con la presencia de agua a escasa profundidad y con los rápidos cambios litológicos, que dan lugar a la aparición de asentamientos diferenciales.

AREA III₄

En general, sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen asentamientos del mismo orden.

El hecho de aparecer, en esta Área, afloramientos de yesos masivos, origina problemas de tipo mecánico, pues, debido a su fácil disolución por el agua, pueden formarse en profundidad, oquedades que, al ser sometidas a cargas externas, cedan de manera brusca.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se agrupan bajo esta denominación el conjunto de terrenos que poseen una favorable evaluación constructiva, debido a la reducida magnitud de los problemas que presentan, los cuales pueden ser de los siguientes tipos: litológicos y geotécnicos (p.d.), y geotécnicos (p. d.).

Problemas de tipo geotécnico (p.d.)

Los terrenos que aquí se agrupan pertenecen a las subdivisiones zonales III1, III1' y III2 .. Su característica común es la de poseer una evaluación constructiva favorable.

En general poseen excelentes condiciones para la construcción, y los únicos problemas que pueden surgir están relacionados con una puntual disminución de la capacidad de carga (con aparición de asentamientos), motivada por la inclusión de pequeños lentejones (arenosos o arcillosos) en dichos puntos.


TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p. d.)

Se han reunido aquí tres tipos de terrenos pertenecientes a las subdivisiones zonales III1', III1 y III4, que presentan la misma problemática, a pesar de la gran diferencia que existe entre sus condiciones de depósito y su edad. Dos de ellos son terrenos modernos y el tercero pertenece al Oligoceno.

La desfavorabilidad constructiva de los depósitos modernos es provocada por su composición litológica, en la que alternan materiales coherentes heterométricos con materiales cohesivos, originándose una rápida variación, superficial y en profundidad, de las características mecánicas del terreno.

Es también la alternancia de materiales, de muy distinta índole, la que origina problemas de tipo litológico en la Área oligocena de este apartado. Presencia de recubrimientos de alteración, aguas selenitosas y asentamientos bruscos, por disolución de yesos, son los factores que contribuyen, desde el punto de vista geotécnico, a la desfavorable clasificación constructiva de estos terrenos.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA "AMANECER", T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

5. METODO DE CALCULO NUMERICO ESTABILIDAD TALUDES EMPLEANDO PROGRAMAS INFORMATICOS.

Introducción:

El método descrito en la memoria del proyecto de explotación (método del círculo de rozamiento), es válido cuando la geometría de la masa deslizante tiene una forma regular, o es asimilable a ella, y las superficies de rotura atraviesan un material con características homogéneas. Sin embargo, en aquellos casos en que la superficie del talud es muy irregular o las superficies de rotura intersectan materiales con características geotécnicas diferentes, es necesario analizar la estabilidad del talud mediante otros métodos que se basan todos ellos en el denominado método de las fajas o rebanadas.

En el método de las fajas, la masa deslizante se divide en un determinado número de rebanadas verticales y se considera el equilibrio de cada una de ellas. La figura 1 muestra una faja con el sistema de fuerzas actuantes en una rebanada.

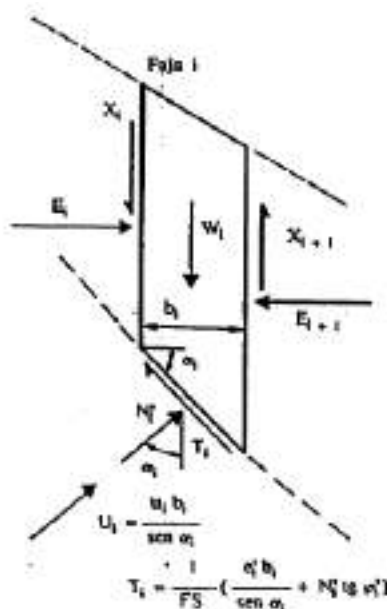



Figura nº 1. Fuerzas actuantes sobre una rebanada.

Sobre las caras de la rebanada actúan las resultantes de los esfuerzos efectivos normales E_i , tangenciales X_i y de las presiones intersticiales en cada una de ellas U_e y U_r . En la superficie de rotura actúan la resultante de los esfuerzos efectivos normales N_i , tangenciales T_i y de las presiones intersticiales U_i . Las

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

resultantes de las presiones intersticiales se suponen conocidas, pues pueden calcularse a partir de los diagramas de flujo del agua subterránea.

El problema presenta 3n ecuaciones ya que por cada rebanada podemos plantear tres ecuaciones, y 4n-2 incógnitas, por lo que es necesario hacer n-2 hipótesis para que el problema tenga solución.

Para la resolución de estos problemas se requiere el empleo de cálculos complejos mediante iteraciones mediante software específico. En todos los métodos aproximados que suponen roturas circulares, el factor de seguridad del círculo analizado se define en función de los momentos de las fuerzas resistentes y de vuelco respecto del centro del círculo de deslizamiento.

Si no existen fuerzas exteriores, la única fuerza de vuelco actuante es el peso de la masa deslizante. A la hora de calcular el factor de seguridad para cada rebanada i , estriba en la determinación de N_i , por lo que si el valor de N_i utilizado en ella satisface las condiciones de la estática, se obtiene un valor exacto de F . Sin embargo, esto no ocurre, en los métodos aproximados que se exponen a continuación y son los más utilizados:

Método del círculo sueco o de Fellenius:

En este método se supone que las fuerzas que actúan sobre las caras de cualquier rebanada tienen una resultante nula en la dirección normal al arco de deslizamiento para cada rebanada. Suele ser un método conservador en lo que respecta al Factor de Seguridad, ya que se obtienen valores más bajos que con los otros métodos.

Método de BISHOP simplificado:


En este método parte de la hipótesis de que las fuerzas actuantes sobre las caras laterales de una rebanada cualquiera, tiene una resultante nula en dirección vertical. Este método de cálculo es más complicado que el de Fellenius, y requiere realizar varios tanteos ya que F interviene en ambos miembros de la ecuación. Sin embargo la convergencia de los tanteos es muy rápida. Este método tampoco cumple todas las condiciones de equilibrio, no obstante, numerosos ejemplos han demostrado que los valores de F que proporciona se aproximan en más de un 10% a los que se obtienen por métodos exactos. Para valores del factor de seguridad menores de la unidad este método suele dar errores bastante apreciables.

Método de Jambu:

Este método, que también es aproximado, adopta la hipótesis de fijar la altura b_i del punto de aplicación de E_i . Tiene la ventaja sobre los métodos aproximados anteriormente tratados de que sirve para analizar superficies de rotura cualesquiera.

CÁLCULO MEDIANTE EL SOFTWARE SLIDE VERSIÓN 6

El programa Slide de la empresa ROCSCIENCE, ampliamente utilizado en el análisis de estabilidad de taludes, para suelos, puede analizar, superficies circulares y no circulares. Se puede analizar una superficie en particular o se puede realizar la búsqueda de una superficie crítica con la finalidad de encontrar la superficie de falla con el menor factor de seguridad.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

En el Slide hay disponibles 3 Métodos de Búsqueda para superficies de falla circulares:

- Búsqueda por Cuadrícula (“Grid Search”), Búsqueda por Talud (“Slope Search”) o Búsqueda Avanzada (“Auto Refine Search”)

En nuestro caso usaremos la Búsqueda por Cuadrícula que es el método que viene programado por defecto en el programa. Una Búsqueda por Cuadrícula requiere una cuadrícula de centros de falla.

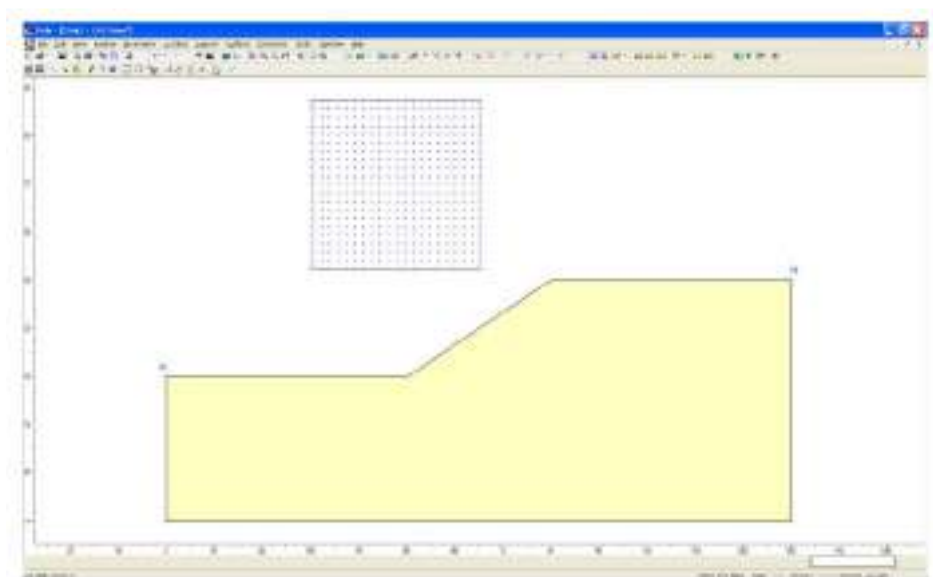


Figura nº 2. Cuadrícula de centro de falla generada con la opción Cuadrícula Auto Generada (“Auto Grid”).


Cada centro en una cuadrícula de centros de falla representa el centro de rotación de una serie de círculos de falla. Slide calcula automáticamente el radio del círculo para cada punto de la cuadrícula basado en los Límites del Talud (“Slope Limits”) y en el Incremento del Radio (“Radius Increment”). El Incremento del Radio ingresado en la ventana de Opciones de Superficies (“Surface Options”) determina el número de círculos generado para cada punto de la cuadrícula.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO A UTILIZAR EN EL PROGRAMA SLIDE VERSIÓN 6.

En primer lugar, se han de generar los límites del talud, mediante la delimitación del contorno del talud a analizar y la definición de cada una de las capas que lo componen.

Una vez generado el Límite Externo (“External Boundary”) aparecen dos pequeñas marcas triangulares en los extremos superior izquierdo y derecho de la superficie del Límite Externo. Estos son los Límites del Talud (“Slope Limits”).

Los Límites del Talud son calculados automáticamente por el Slide tan pronto como se crea el Límite Externo o cuando se editan operaciones o funciones (p.e. mover vértices) en el Límite Externo.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Los Límites del Talud tienen dos propósitos en el análisis de superficies circulares que realiza el Slide:

1. FILTRADO – Todas las superficies de falla deben interceptar el Límite Externo comprendido dentro de los Límites del Talud. Si el punto inicial y/o final de la superficie de falla no caen dentro de los Límites del Talud entonces esta superficie es descartada (no analizada). Para una mejor interpretación se muestra la siguiente figura.

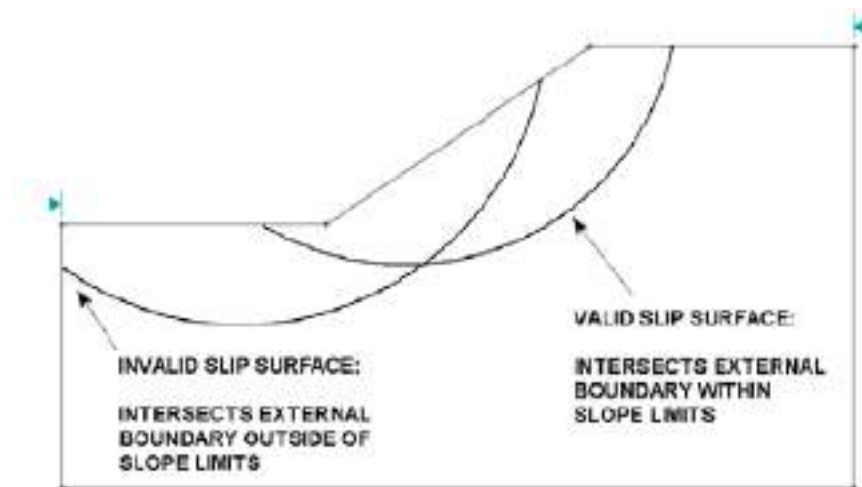



Figura nº 3. Filtrado de límites del talud para superficies válidas.

2. CREACION DE CIRCULOS – Las secciones comprendidas entre el Límite Externo y los Límites del Talud definen la superficie del talud a ser analizada. Esa superficie del talud se emplea para generar los círculos de falla en una Búsqueda por Cuadrícula de la siguiente manera:

- Se calculan dos radios, uno Mínimo y otro Máximo apropiados para cada centro de falla ubicado en los puntos de la cuadrícula; éstos radios son calculados en función a la distancia del centro de falla a la superficie del talud, tal como se muestra en la Figura 4.
- Los Incrementos en el Radio son usados para calcular el número de superficies de falla generados entre los radios mínimo y máximo en cada punto de la cuadrícula.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

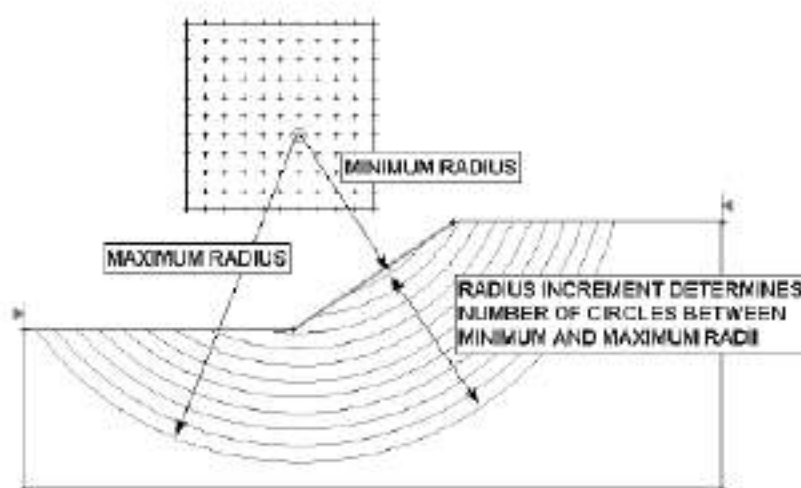


Figura nº 4. Método de la creación de superficies de falla mediante el uso de los límites del talud y los incrementos en el radio cuando emplea la búsqueda por cuadrícula.


NOTA:

- Los Incrementos en el Radio (“Radius Increment”) representan el número de intervalos entre los radios de los círculos mínimo y máximo para cada punto de la cuadrícula. Por lo tanto la cantidad de círculos de falla generados para cada punto de la cuadrícula será igual a los Incrementos en el Radio + 1.
- Por lo tanto el número total de círculos de falla generados por una Búsqueda de Cuadrícula será igual a: (Incrementos en el Radio + 1) x (Número Total de centros de falla en la cuadrícula). Para el ejemplo que estamos viendo sería: $11 \times 21 \times 21 = 4,851$ círculos de falla.

MÉTODOS DE ANÁLISIS EN EL PROGRAMA SLIDE VERSIÓN 6.

Los Métodos de Análisis que vienen programados por defecto en el programa son los métodos de análisis por equilibrio límite de Bishop, Janbu, y otros.

Sin embargo se pueden seleccionar cualquiera de los métodos de análisis disponibles y todos los seleccionados serán calculados o ejecutados cuando se seleccione Computar (“Compute”).

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

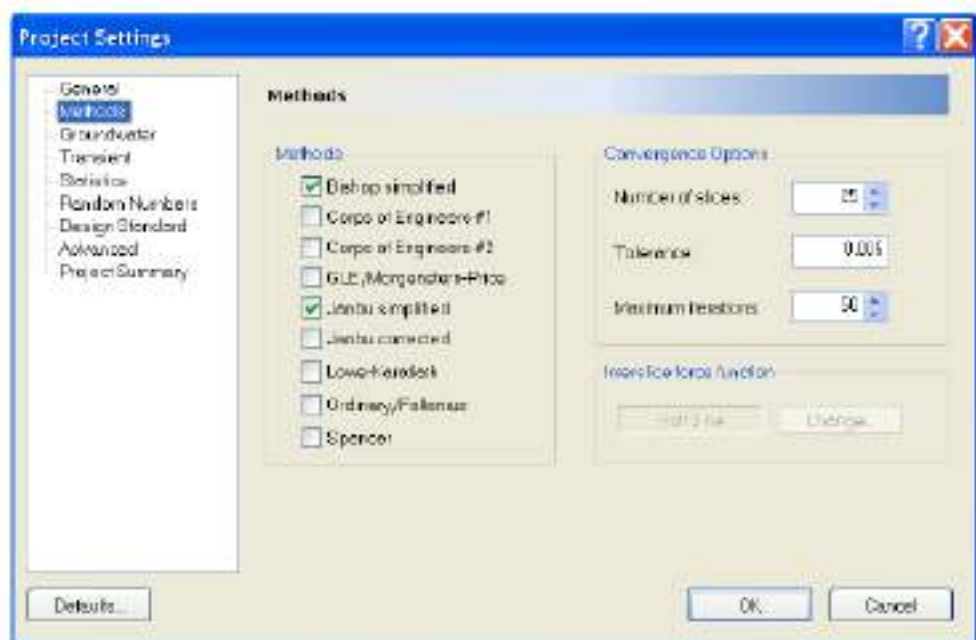
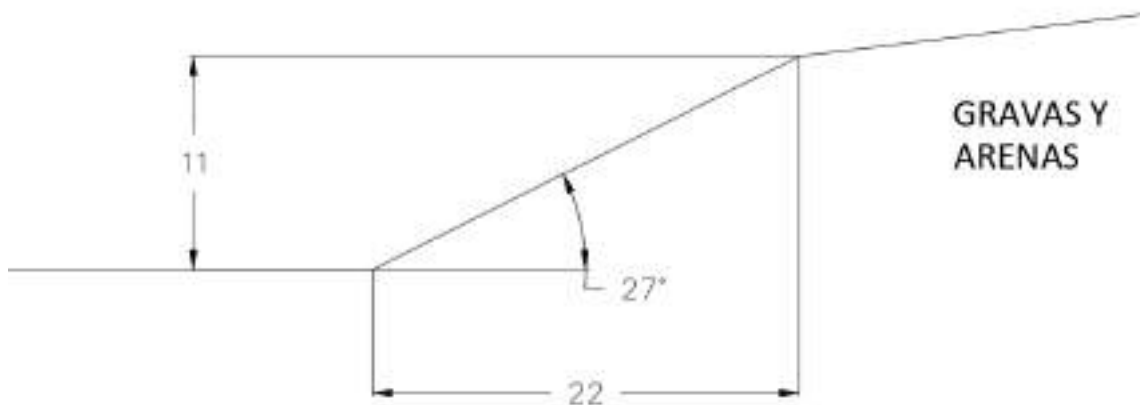



Figura nº 5. Métodos de análisis en la ventana de diálogo Parámetros del Proyecto.

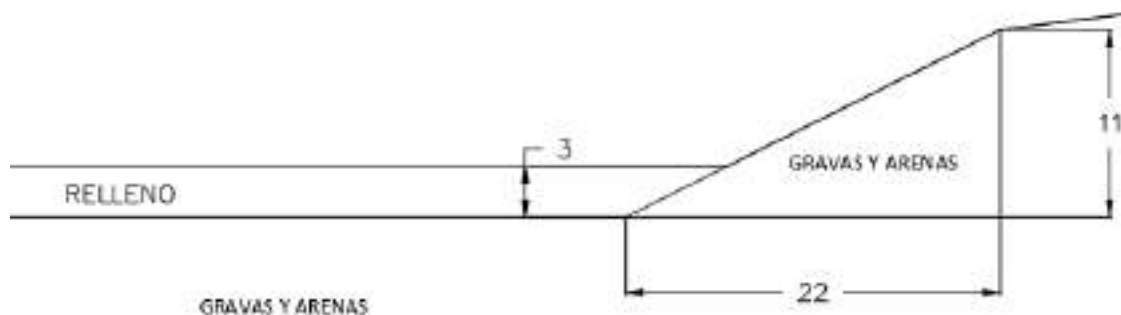
ESCENARIOS.

1. EXPLOTACIÓN. 11m de altura, y base de talud 22m, en gravas y arenas.



| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

2. RESTAURACIÓN. Relleno de 3m en la plataforma, conservando el diseño de explotación. 11 m de altura.




Datos de entrada de materiales:

| MATERIALES | DATOS DE PARTIDA | | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| | DENSIDAD (KN/m ³) | COHESIÓN (KPa) | ÁNGULO ROZAMIENTO INTERNO (°) |
| GRAVAS Y ARENAS | 25.8 | 25 | 39.6 |
| ESTERIL GRAVAS Y ARENAS | 20 | 30 | 30 |

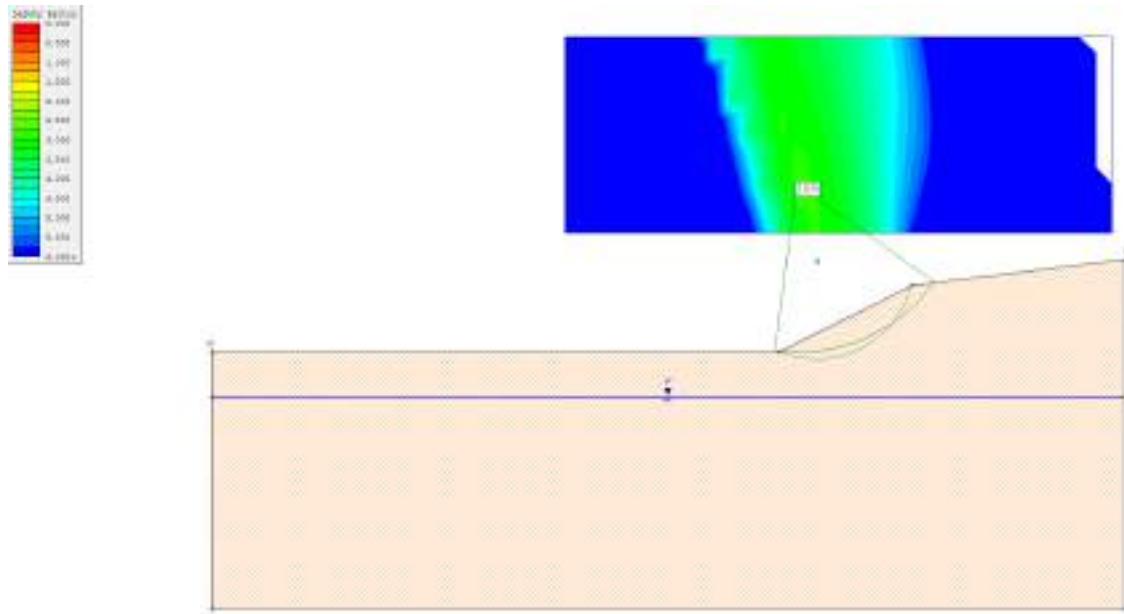
RESULTADOS OBTENIDOS:

Por ser el método que más se adapta a la realidad proyectada, utilizaremos el método de Jambu, aplicado a los taludes diseñados para el banco de explotación operacional y banco de restauración con relleno mediante estériles.

Según se ha podido comprobar para la zona la zona de estudio el nivel freático se encuentra por debajo del nivel base de explotación. Se estima según la información facilitada por el estudio hidrogeológico, que el nivel freático se sitúa a 7m de profundidad del nivel de explotación.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Taludes de frente de explotación con bermas: FS = 2.879



Project Settings

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Failure Direction: Right to Left
 Units of Measurement: SI Units
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Groundwater Method: Water Surfaces
 Data Output: Standard
 Calculate Excess Pore Pressure: Off
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
 Random Numbers: Pseudo-random Seed
 Random Number Seed: 10116
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3


Analysis Methods

Analysis Methods used:

Bishop simplified
 GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
 Janbu simplified
 Janbu corrected
 Lowe-Karafiath
 Ordinary/Fellenius
 Spencer

Number of slices: 25
 Tolerance: 0.005
 Maximum number of iterations: 50

Surface Options

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA "AMANECER", T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: GRAVAS Y ARENAS
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25.8 kN/m³
Cohesion: 25 kPa
Friction Angle: 39.6 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1


Global Minimums

Method: ordinary/fellenius
FS: 2.726530
Center: 4152.672, 3980.952
Radius: 20.238
Left Slip Surface Endpoint: 4147.383, 3961.418
Right Slip Surface Endpoint: 4171.051, 3972.480
Resisting Moment=49877.1 kN-m
Driving Moment=18293.3 kN-m

Method: bishop simplified
FS: 2.879380
Center: 4149.925, 3989.094
Radius: 28.116
Left Slip Surface Endpoint: 4146.142, 3961.233
Right Slip Surface Endpoint: 4172.758, 3972.687
Resisting Moment=72467.2 kN-m
Driving Moment=25167.6 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 2.676650
Center: 4152.672, 3980.952
Radius: 20.238
Left Slip Surface Endpoint: 4147.383, 3961.418
Right Slip Surface Endpoint: 4171.051, 3972.480
Resisting Horizontal Force=2285.41 kN
Driving Horizontal Force=853.831 kN

Method: janbu corrected
FS: 2.858800
Center: 4152.672, 3980.952
Radius: 20.238
Left Slip Surface Endpoint: 4147.383, 3961.418
Right Slip Surface Endpoint: 4171.051, 3972.480
Resisting Horizontal Force=2440.94 kN
Driving Horizontal Force=853.831 kN

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Method: spencer

FS: 2.872380

Center: 4149.925, 3989.094

Radius: 28.116

Left Slip Surface Endpoint: 4146.142, 3961.233

Right Slip Surface Endpoint: 4172.758, 3972.687

Resisting Moment=72291 kN-m

Driving Moment=25167.6 kN-m

Resisting Horizontal Force=2298.56 kN

Driving Horizontal Force=800.227 kN

Method: lowe-karafiath

FS: 2.895320

Center: 4149.925, 3989.094

Radius: 28.116

Left Slip Surface Endpoint: 4146.142, 3961.233

Right Slip Surface Endpoint: 4172.758, 3972.687

Resisting Horizontal Force=2301.4 kN

Driving Horizontal Force=794.868 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 2.875310

Center: 4149.925, 3989.094

Radius: 28.116

Left Slip Surface Endpoint: 4146.142, 3961.233


Right Slip Surface Endpoint: 4172.758, 3972.687

Resisting Moment=72364.8 kN-m

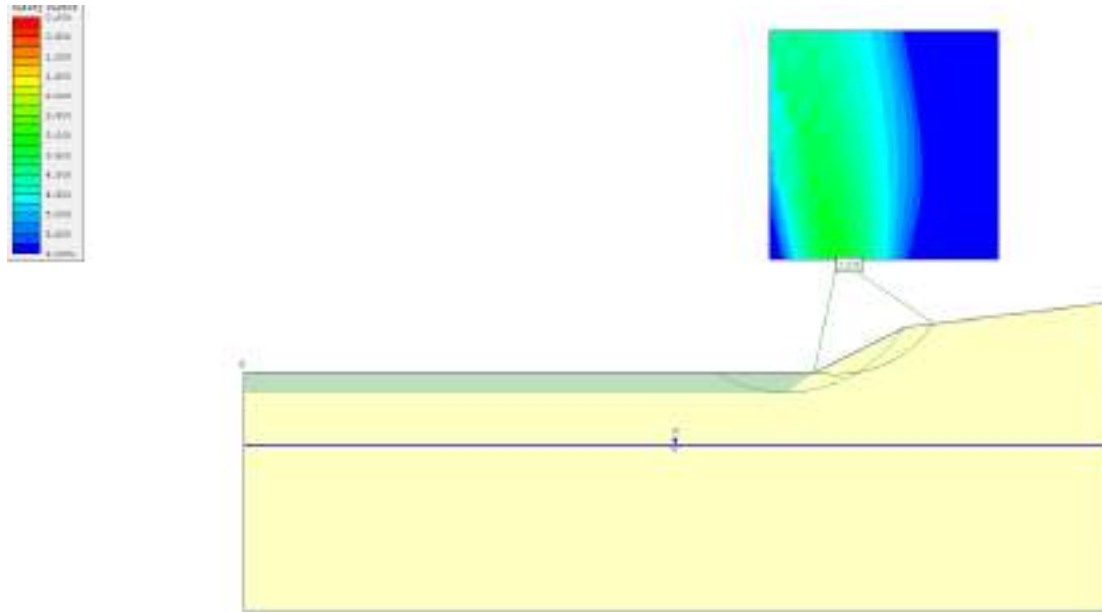
Driving Moment=25167.6 kN-m

Resisting Horizontal Force=2299.01 kN

Driving Horizontal Force=799.571 kN

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Taludes de bancos finales de restauración (relleno con estériles-gravas y arenas): FS = 3.235



Project Settings


Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
 Failure Direction: Right to Left
 Units of Measurement: SI Units
 Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
 Groundwater Method: Water Surfaces
 Data Output: Standard
 Calculate Excess Pore Pressure: Off
 Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off
 Random Numbers: Pseudo-random Seed
 Random Number Seed: 10116
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Analysis Methods

Analysis Methods used:
 Bishop simplified
 GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
 Janbu simplified
 Janbu corrected
 Lowe-Karafiath
 Ordinary/Fellenius
 Spencer

Number of slices: 25
 Tolerance: 0.005
 Maximum number of iterations: 50

Surface Options

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Material Properties

Material: GRAVAS Y ARENAS
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 25.8 kN/m³
Cohesion: 25 kPa
Friction Angle: 39.6 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1

Material: RELLENO
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 30 kPa
Friction Angle: 30 degrees
Water Surface: Water Table
Custom Hu value: 1


Global Minimums

Method: ordinary/fellenius
FS: 3.067930
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Moment=39786.6 kN-m
Driving Moment=12968.6 kN-m

Method: bishop simplified
FS: 3.235180
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Moment=41955.6 kN-m
Driving Moment=12968.6 kN-m

Method: janbu simplified
FS: 3.029890
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Horizontal Force=1833.92 kN
Driving Horizontal Force=605.275 kN

Method: janbu corrected

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

FS: 3.213260
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Horizontal Force=1944.91 kN
Driving Horizontal Force=605.275 kN

Method: spencer

FS: 3.231230
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Moment=41904.4 kN-m
Driving Moment=12968.6 kN-m
Resisting Horizontal Force=1852.96 kN
Driving Horizontal Force=573.454 kN

Method: lowe-karafiath

FS: 3.264460
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Horizontal Force=1855.61 kN
Driving Horizontal Force=568.426 kN

Method: gle/morgenstern-price


FS: 3.230580
Center: 4063.840, 4190.741
Radius: 20.316
Left Slip Surface Endpoint: 4059.539, 4170.886
Right Slip Surface Endpoint: 4080.768, 4179.510
Resisting Moment=41896 kN-m
Driving Moment=12968.6 kN-m
Resisting Horizontal Force=1853.07 kN
Driving Horizontal Force=573.601 kN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Teniendo en cuenta las características geotécnicas del terreno, la ripabilidad es factible de realizar con medios mecánicos tipo retroexcavadora.


Analizadas las características geomecánicas del macizo, y los resultados obtenidos para el coeficiente de seguridad, se puede indicar que la calidad del macizo es media-buena, por lo que no es necesario aplicar medidas correctoras. De hecho se obtiene un factor de seguridad idóneo.

Analizados los taludes existentes en zonas cercanas similares a la zona de estudio, no se evidencia la existencia de procesos importantes de desprendimiento con caída de bloques importantes.


| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Al efecto de evitar las caídas de material por desprendimiento, se recomienda evitar la sobreexcavación, a fin de impedir que localmente existan zonas colgadas en el talud.

Además cabe indicar que se debe prestar especial atención en épocas de lluvias, pudiendo ser recomendable realizar drenajes puntuales en el talud, para evitar el aumento de la presión hidrostática en el mismo, lo que podría originar variaciones puntuales en las condiciones de estabilidad.


| | | |
|--|--|--|
| PROMOTOR: “EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.” | PLAN DE RESTAURACIÓN | Consultor:  |
| | SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO RECURSOS SECCION A) CANTERA “AMANECER” | |

22 ANEXO 4.- ESTUDIO HIDROGEOLOGICO.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

ANEXO:

HIDROGEOLOGIA.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

1 ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO.

1.1 Objetivo del estudio preliminar.

Los métodos de investigación en Hidrogeología son, principalmente, los geológicos y geofísicos, climatológicos y de Hidrología de superficie, métodos hidrogeológicos en sentido estricto, físico-matemáticos e hidroquímicos.

Los métodos geológicos y geofísicos, se emplean para la definición de la extensión y geometría del acuífero (límites laterales, inferior y superior) y de sus características litológicas.


Un Estudio Hidrogeológico consiste en la aplicación de los métodos de investigación de la Hidrogeología a la prospección de las aguas subterráneas en un territorio concreto. El objeto de un Estudio Hidrogeológico es localizar los acuíferos, definir su extensión y características geológicas, sus parámetros hidráulicos, la dinámica del flujo subterráneo y la composición química del agua, e incluso, elaborar un modelo matemático de comportamiento ante eventuales acciones exteriores.

Dado que, mediante el presente estudio hidrogeológico no se trata de estudiar planificación hidrológica, se estima la realización de un ESTUDIO BÁSICO LOCALIZADO, donde se van a usar estudios geológicos publicados, para PRIMERO definir el Marco hidrogeológico, con la presencia de acuíferos en el entorno y características geométricas y litológicas de los mismos, tipología de los acuíferos en función de sus características litológicas, según el tipo de hueco y según la presión hidrostática, características piezométricas y flujo subterráneo, funcionamiento hidrogeológico, hidrogeología local, inventario de pozos, sondeos y manantiales en el entorno próximo, características estructurales y análisis, permeabilidad usando valores tabulados, caracterización geológica e hidrogeológica de la zona no saturada, situados en la misma unidad geológica o en su defecto en una estimación a partir de la cartografía existente, situación del nivel piezométrico local y su evolución temporal con los datos de los que se disponga.

Y SEGUNDO, poder así servir de base para, determinar ciertos aspectos relacionados con la presencia o no de nivel freático o piezométrico en el área de estudio, de manera justificada, las posibles fluctuaciones estacionales en caso de que existan, así como, permeabilidad de los materiales subyacentes, ubicación de puntos de control en función de la dirección de las líneas de flujo de fluidos en el subsuelo, la velocidad de avance del flujo en los materiales subyacentes (suelos y rocas) tanto en suelo saturados como no saturados, y medidas preventivas en su caso.

Dentro de los conceptos fundamentales de hidrogeología y la clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico, podemos definir el acuífero como aquella formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades.

En función de las características de las rocas, se puede hacer la siguiente clasificación:

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Acuífugo: No posee capacidad de circulación ni de retención de agua.

Acuícludo: Contiene agua en su interior, incluso hasta la saturación, pero no la transmite.

Acuíardo: Contiene agua y la transmite muy lentamente.

Acuífero: Almacena agua en los poros y circula con facilidad por ellos.

Si admitimos que los acuíferos reciben agua de la precipitación (aunque puede recibirla por otras vías), se pueden definir tres zonas: zona de alimentación o recarga, zona de circulación y zona de descarga.

Tipos de acuíferos:

Según las características litológicas: detríticos, carbonatados.

Según el tipo de huecos: poroso, kárstico, fisurado.

Según la presión hidrostática: libres, confinados y semiconfinados.

Acuíferos libres: También llamados no confinados o freáticos. En ellos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada. El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas.

Acuíferos confinados: También llamados cautivos, a presión o en carga. El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada.


Acuíferos semiconfinados: El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuíardos y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

Un mismo acuífero puede ser libre, confinado y semiconfinado según sectores.

Acuíferos colgados: Se producen ocasionalmente cuando, por efecto de una fuerte recarga, asciende el nivel freático quedando retenida una porción de agua por un nivel inferior impermeable.

Un acuífero es una estructura geológica que contiene agua y que es capaz de cederla en cantidades aprovechables mediante galerías, zanjas, pozos, sondeos o el uso directo de manantiales; y para que una estructura sea considerada como acuífero no es suficiente con que contenga agua, sino que además debe estar disponible para su uso. Se evita de esta manera considerar como acuíferos algunas formaciones, especialmente arcillosas, que a pesar de contener cantidades importantes de agua, ésta no puede ser extraída por los métodos tradicionales.

Los acuíferos detríticos están formados por materiales granulares, conglomerados, arenas, limos y arcillas, alternando horizontes impermeables o semi-impermeables, con otros permeables, dando lugar a acuíferos

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

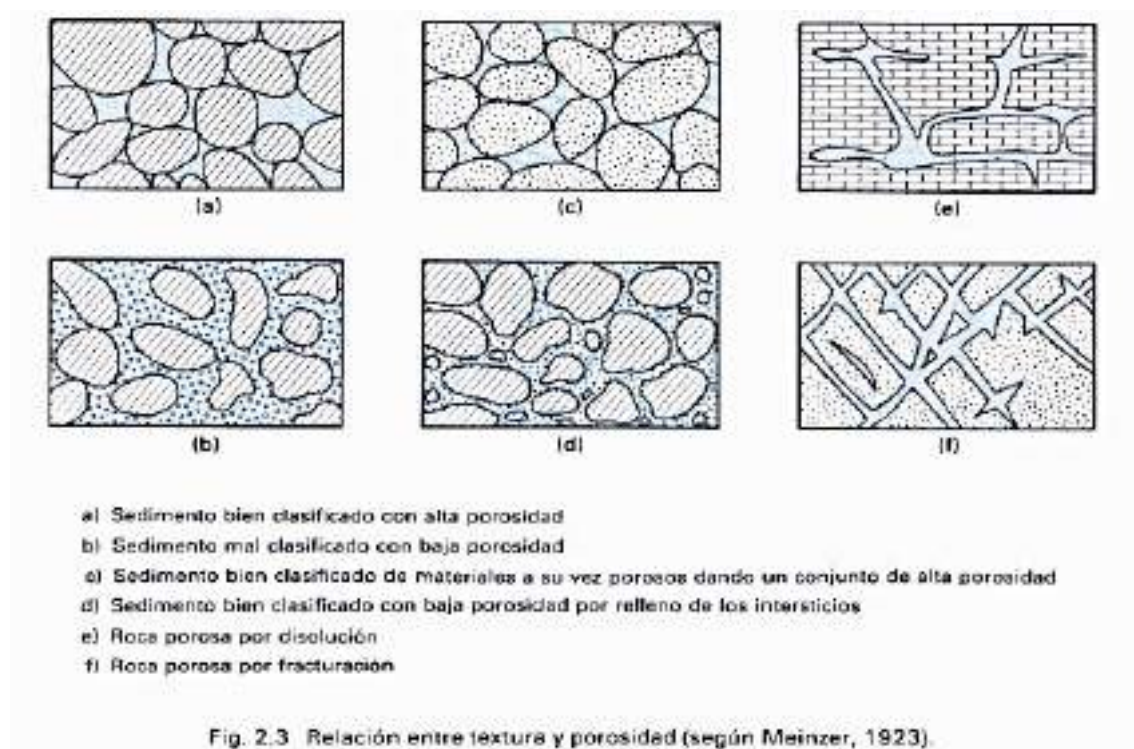
denominados multicapa que pueden contener aguas de diferentes calidades. Su capacidad de contener y transmitir agua es función del porcentaje de huecos disponibles entre sus partículas. Normalmente, la velocidad de circulación del agua es muy pequeña, inferior a la que tiene en los acuíferos carbonatados.

Cuando hablamos del movimiento del agua en la formación, nos posicionamos en los conceptos de permeabilidad y porosidad, tratándose de parámetros que definen las características hidráulicas de un acuífero; aunque en la práctica se utiliza el parámetro transmisividad; que es el producto de la permeabilidad del acuífero por su espesor saturado.


La transmisividad se define también como el caudal de agua que proporciona una sección de ancho unidad de frente acuífero sometida a un gradiente del 100%.

Veamos varias figuras para analizar y obtener datos de interés.

En la siguiente figura se define la relación textura porosidad según disposición de sedimentos.



Las siguientes figuras describen valores de permeabilidad y transmisividad según posibilidades del acuífero y clasificación del terreno.


| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

| Valores de la permeabilidad (K) (Adaptado de Villanueva e Iglesias, 1984) | | |
|--|----------------------------|---|
| K (m/día) | Calificación estimativa | Posibilidades del acuífero |
| $K < 10^{-8}$ | Muy baja | Pozos de menos de 1 l/s con 10 m de depresión teórica. |
| $10^{-8} < K < 1$ | Baja | Pozos entre 1 y 10 l/s con 10 m de depresión teórica. |
| $1 < K < 10$ | Media | Pozos entre 10 y 50 l/s con 10 m de depresión teórica. |
| $10 < K < 100$ | Alta | Pozos entre 50 y 100 l/s con 10 m de depresión teórica. |
| $100 < K$ | Muy alta | Pozos de más de 100 l/s con 10 m de depresión teórica. |

| CUADRO 2-3 Clasificación de terrenos por su transmisividad (m ² /día) (Adaptado de Custodio y Llamas, 1983) | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|
| T | 1 | 10 | 10 ² | 10 ³ | |
| Calificación | Impemeables | Poco permeable | Algo permeable | Permeable | Muy permeable |
| Calificación del acuífero | Sin acuífero | Acuífero muy pobre | Acuífero pobre | Acuífero de regular a bueno | Acuífero excelente |
| Tipo de materiales | Arcilla compacta. Pizarra. Granito. | Limo arenoso. Limo. Arcilla limosa. | Arena fina. Arena limosa. Caliza poco fracturada. Basaltos. | Arena limpia. Grava y arena. Arena fina. Caliza fracturada. | Grava limpia. Dolomías, calizas muy fracturadas. |

Situamos límites en wms IGME:



| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Primero, observamos que, los materiales presentan una formación de PERMEABILIDAD MEDIA (DETRÍTICAS) y MUY BAJA (EVAPORÍTICA) y estimamos una K baja 0.5, y un valor de 5 m²/día de transmisividad, que NO SON GRANDES FAVORECEDORAS para almacenamiento de aguas.

Por otra parte, existen otras teorías que podrían situar la K en valores:

| Valores Típicos | |
|-------------------|-------------------------------|
| Arcillas | $k < 10^{-9}$ cm/s |
| Sílices | $- 10^{-9} < k < 10^{-5}$ m/s |
| Arenas Arcillosas | $- k < 10^{-7}$ m/s |
| Arenas Finas | $- k < 10^{-5}$ m/s |
| Arenas Medias | $- k < 10^{-4}$ m/s |
| Arenas Gruesas | $- k < 10^{-3}$ m/s |

Por lo que K para la formación podría estimarse inferiores a esos valores.


Recordemos que,

Al hablar de porosidad, intuitivamente se piensa en los poros de un material detrítico, como unas arenas. Pero las rocas compactas también pueden contener cierta proporción de agua en su interior en sus fisuras. Normalmente, estas fisuras son fracturas producidas por esfuerzos tectónicos, pero pueden deberse a otras causas: enfriamiento (rocas volcánicas), planos de descompresión o discontinuidades sedimentarias, etc. Tras su formación, estas fisuras pueden ser ocluidas por los minerales arcillosos resultantes de la alteración, o por el contrario la disolución hace aumentar la abertura, a veces hasta formar amplios conductos (especialmente en calizas).

También se habla de porosidad primaria y secundaria. Se denomina porosidad primaria a la que resulta al originarse la formación geológica; porosidad secundaria será cualquier abertura que se produzca posteriormente.

Los poros de unas arenas son porosidad primaria. Las fracturas que se producen en una roca compacta debido a esfuerzos tectónicos son porosidad secundaria. En ocasiones se presentan los dos tipos en la misma formación geológica (porosidad dual): una arenisca presenta porosidad primaria entre los granos y porosidad secundaria a través de las fracturas u otros planos de discontinuidad de la roca.

La porosidad por fracturación está determinada por la historia tectónica de la zona y por la litología; es decir: cómo cada tipo de roca ha respondido a los esfuerzos. Como se indicaba más arriba, en este tipo de porosidad es determinante la posible disolución de la fractura o, por el contrario, la colmatación por minerales arcillosos o precipitación de otros minerales.

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Promotor: | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora: |
| EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | |  |

En nuestro caso, se ha determinado que se produce una primaria en los dos casos.

En general, se denomina zona saturada a la parte del subsuelo que se encuentra por debajo de la superficie freática, y en la que todos los poros o fisuras están llenos de agua. Por encima de la superficie freática hablamos de zona no saturada, aunque en ella pueden existir poros húmedos o incluso saturados (además de la franja capilar, por ejemplo, masas de agua que están descendiendo por gravedad procedentes de precipitaciones recientes).

Permeabilidad es un concepto común y no haría falta definirlo: la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido, en este caso el agua. En Hidrogeología, la permeabilidad (o mejor: conductividad hidráulica, K) es un concepto más preciso. Es la constante de proporcionalidad lineal entre el caudal y el gradiente hidráulico.


Veamos valores tabulados de porosidad:

Valores estimados de la porosidad (%), según Sanders (1998)

| | total | eficaz |
|---|----------|---------------|
| Arcillas | 40 a 60 | 0 a 5 |
| Limos | 35 a 50 | 3 a 19 |
| Arenas finas, arenas limosas | 20 a 50 | 10 a 28 |
| Arenas gruesas o bien clasificadas | 21 a 50 | 22 a 35 |
| Gravils | 25 a 40 | 13 a 26 |
| Shale intacta | 1 a 10 | 0,5 a 5 |
| Shale fracturada/alterada | 30 a 50 | |
| Areniscas | 5 a 35 | 0,5 a 10 |
| Calizas, dolomías NO cementificadas | 0,1 a 25 | 0,1 a 5 |
| Calizas, dolomías cementificadas | 5 a 50 | 5 a 40 |
| Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar | 0,01 a 1 | 0,0005 |
| Rocas ígneas y metamórficas fracturadas | 1 a 10 | 0,0005 a 0,01 |

Valores estimados de la conductividad hidráulica (metros día)

| | Domenico | Smith & W | Freeze | Fetter | Sanders |
|---------------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Sedimentos | Gravils | 25 a 2500 | 100 a 10 ³ | 10 a 1000 | |
| | Gravils con arena | | | | |
| | Arena gruesa | 0,1 a 500 | | 1 a 100 | 1 a 100 |
| | Arena media | 0,1 a 50 | | | |
| | Arena fina | 0,001 a 20 | | 0,01 a 1 | 0,01 a 1 |
| | Arena arcillosa | | 0,01 a 100 | 0,001 a 0,1 | |
| | Silt. limos | 10 ⁻⁴ a 2 | 10 ⁻⁴ a 1 | 0,001 a 0,1 | 10 ⁻⁴ a 1 |
| | Arcilla | 10 ⁻⁵ a 4*10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁵ a 10 ⁻³ | 10 ⁻⁶ a 10 ⁻³ | 10 ⁻⁶ a 10 ⁻³ |
| Rocas Sedimentarias | Arcilla marina | 10 ⁻⁷ a 2*10 ⁻⁴ | 10 ⁻¹¹ a 10 ⁻⁷ | | |
| | Calizas cementificadas | 0,1 a 2000 | 0,05 a 0,5 | 0,1 a 1000 | 0,1 a 10 ³ |
| | Calizas, dolomías | 10 ⁻³ a 0,5 | 0,001 a 0,5 | 10 ⁻⁴ a 1 | 10 ⁻⁴ a 1 |
| | Areniscas | 2*10 ⁻³ a 0,5 | 10 ⁻⁴ a 1 | 10 ⁻⁴ a 1 | |
| | Argilitas (siltsstone) | 10 ⁻³ a 0,001 | | | |
| | Pizarras | | | | |
| | Sedimentarias (Shale) intactas | 10 ⁻⁸ a 2*10 ⁻⁴ | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶ |
| Rocas cristalinas | Pizarras sed. (Shale) fracturadas/alteradas | | 10 ⁻⁶ a 1 | | |
| | Basalto íntegro, sin fracturar | | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁷ | | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁷ |
| | Basalto fracturado/vesicular rustificado | | 10 a 1000 | | 0,1 a 10 ³ |
| | Recorridos basálticos | | 0,001 a 1000 | | |
| | Basalto permeable | 0,03 a 2000 | | 0,02 a 1000 | |
| | Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁷ | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁸ a 10 ⁻⁶ |
| | Rocas ígneas y metamórficas fracturadas | 0,001 a 25 | 10 ⁻⁵ a 1 | 0,0005 a 20 | 10 ⁻⁵ a 1 |
| | Granito alterado | 0,3 a 5 | | | |
| | Gabro alterado | 0,05 a 0,3 | | | |

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Resumen de valores:

PERMEABILIDAD MEDIA-MUY BAJA, (DETRÍTICAS-EVAPORÍTICAS), y estimamos una K media 0.1, y un valor de 5 m²/día de transmisividad.

1.2 LOCALIZACIONES.


Revisado el visor CHE.



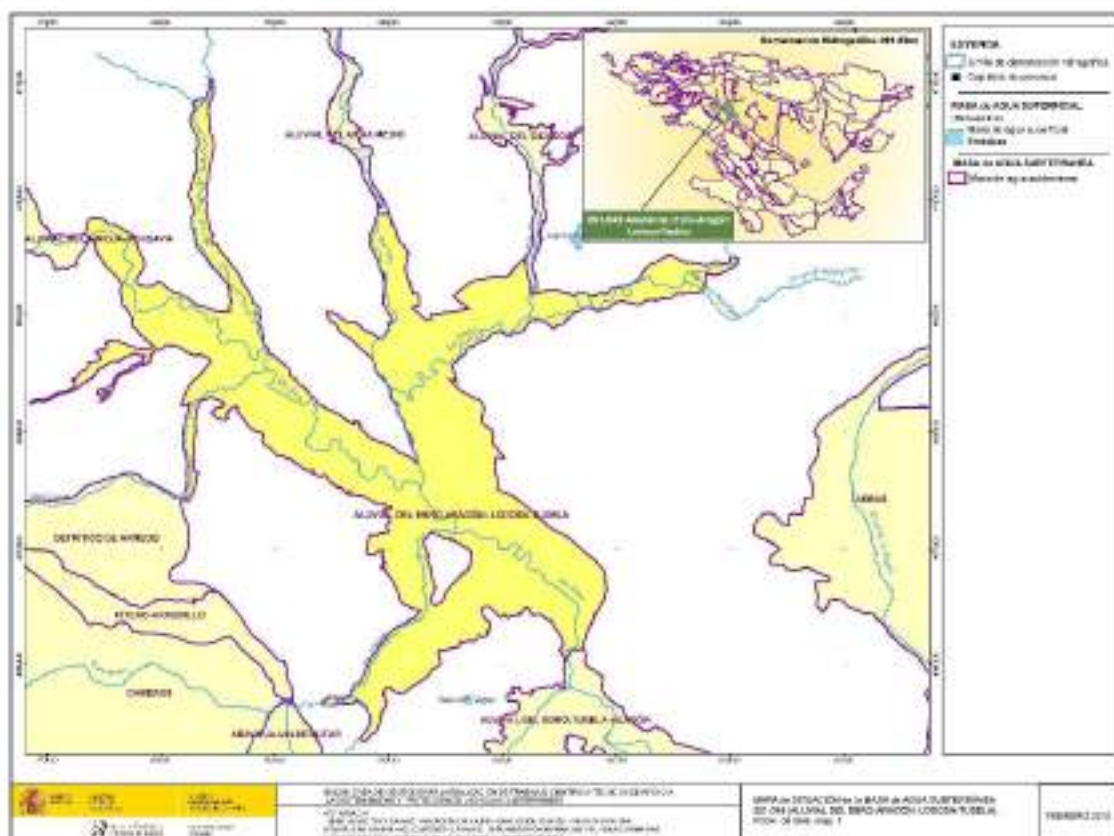
Situados en la Masa de agua ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA.

La MASb Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela, identificada con el código 091.049, se ubica en el sector centro-occidental del Dominio de la Depresión del Ebro, que se corresponde con la Cuenca Terciaria del Ebro. Su superficie total de la MASb es de 643 km² localizados entre las comunidades de Navarra y La Rioja. Los límites de esta MASb se encuentran asociados con los aluviales del río Ebro entre las poblaciones de Lodosa y Tudela y con sus afluentes; Cidacos y Alhama por la margen derecha, y Ega I, Arga y Aragón por la margen izquierda.

La cota topográfica de la MASb oscila entre los 759 m.s.n.m (que se alcanzan en el extremo Suroccidental) y los 250 m.s.n.m. (cota del río Ebro antes de abandonar la MASb), siendo la cota media de 321 m.s.n.m.


| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Los cauces principales asociados con esta MASb son los ríos Ebro y Aragón (afluente del Ebro por su margen izquierda). Además se consideran como cursos de agua de importancia los ríos Ega I (afluente del Ebro por su margen izquierda), Cidacos y Alhama (afluentes del Ebro por su margen derecha), y Zidacos y Arga (afluentes del Aragón por su margen derecha).



Prácticamente la totalidad de los afloramientos existentes dentro de los límites de esta MASb son materiales cuaternarios detríticos asociados con a los ríos Ebro y Aragón y a sus afluentes principales. El resto de los afloramientos se corresponden con formaciones detríticas terciarias de baja permeabilidad. La única FGP definida es la que a continuación se describe:

- **FGP Cuaternaria:** se trata de un conjunto de formaciones detríticas cuaternarias asociadas con los aluviales y las terrazas de los principales ríos y sus afluentes. Los niveles de terrazas presentan un gran desarrollo pudiendo existir hasta 6 u 8 niveles diferenciados, estando conectadas hidráulicamente con los aluviales, y por tanto con los cursos de agua, únicamente los niveles más bajos. La composición litológica de las terrazas y su grado de cementación varían considerablemente, siendo una característica común su mayor cementación cuanto más alto sea el nivel. Tanto los aluviales como los niveles de terrazas inferiores se consideran un acuífero de permeabilidad alta por porosidad intersticial, con valores altos de

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

transmisividad que oscilan entre 1.000 y 8.000 m²/d y que suelen disminuir hacia los bordes de la terraza por aumento del contenido en finos y/o por la disminución del espesor saturado. Los aluviales, sobre todo los del río Ebro, pueden alcanzar importantes espesores de hasta 35 metros. Las alturas a las que se encuentran las terrazas con respecto a los aluviales son variables; 0-5 metros para la terraza actual o llanura de inundación, 5-10 metros las terrazas bajas y 10-20 las terrazas medias.

Esta FGP se sitúa sobre formaciones terciarias de permeabilidad baja a muy baja, consideradas como el nivel impermeable de base.


La estructura geológica de esta MASb viene definida por la propia extensión de los aluviales actuales de los ríos y las terrazas medias y bajas conectadas con estos. La geometría de las formaciones acuíferas es de tipo fusiforme, típica de las formaciones aluviales. Además existen otras formaciones acuíferas de menor interés, como son las terrazas altas y los niveles de glaciares que, por lo general, se encuentran desconectadas de los cauces fluviales actuales. Bajo estos niveles acuíferos se sitúan sedimentos terciarios continentales correspondientes al Oligoceno Superior y Mioceno de la Cuenca del Ebro, constituidos por niveles de margas, yesos y arcillas que, en su conjunto, conforman el nivel impermeable de base.

El funcionamiento hidrogeológico de esta MASb se encuentra claramente asociada a los aluviales de los principales cursos de agua. La recarga se produce en toda la extensión de los aluviales y de las terrazas bajas, por infiltración del agua de lluvia, por retornos de riego, por almacenamiento de las riberas en periodos de crecida, por la alimentación procedente de barrancos laterales y por aportes subterráneos de los aluviales situados aguas arriba de esta MASb. La descarga se realiza de forma natural a los principales cauces, que actúa como colector general y, en menor medida, por bombeos. También se produce descarga lateral hacia la MASb contigua situada aguas abajo (MASb 091.052 Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón). La dirección del flujo de agua subterránea coincide a grandes rasgos con el de agua superficial, si bien, en periodos de crecidas importantes, o en función de las extracciones, se puede dar una inversión en la dirección de flujo general de manera que el río recarga al acuífero.

Existen 11 estaciones de la red oficial de aforos de la CHE dentro de los límites de la MASb y otras 3 emplazadas en las proximidades de esta, sobre cauces superficiales situados aguas arriba y que serán tenidas en cuenta para el análisis de la presente MASb. No obstante, del total de estaciones de aforo, únicamente se dispone de datos en 8 de ellas. Además, existen 3 piezómetros de la red de control oficial de piezometría.

Dentro de los límites de esta MASb sólo existen constancia de manantiales de escaso caudal y sin relación directa con los cursos de agua, por lo que se han considerado como secundarios y de escasa importancia en el funcionamiento de la MASb.

No existen manantiales de importancia con respecto al funcionamiento hidrogeológico de la MASb ni con relación río-acuífero dentro de los límites de esta MASb.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Los manantiales existentes son en general de caudal inferior a 5 l/s, existiendo alguno con caudal entre 5 y 20 l/s. Se trata de puntos sin apenas medidas de caudal (no superan las 2 medidas) y que no tienen relación alguna con los cursos de agua existentes.

1.3 PUNTOS DE INTERÉS:


Sobre la ubicación, desde la base de puntos de agua del IGME y SITEBRO, se toman como referencia puntos de agua, para obtener información.

Los puntos más cercanos son los siguiente: (entorno de unos 200 m).



Referencia 1991-P-273. Cota de terreno 298 msnm. Condiciones Específicas: pozo de sección circular 2 m diámetro y una profundidad de 7.0 m. Nivel estimado en 295 msnm.

En nuestro caso en diseño de explotación, nos encontramos en 303 msnm.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

En la redacción del PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA ES091MSBT049 - ALUVIAL DEL EBRO-ARAGÓN: LODOSA-TUDELA, desde la descripción de la piezometría:

| 8.- PIEZOMETRÍA | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------------------|-----------|---------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---|-----------------|---|
| 8.1 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO CUANTITATIVO | | | | | | | | | | |
| Código punto | Tipo | UTM (ETRS89-H30) | | FGP/Acuífero | Inicio muestreo | Nivel de Ref. (m s.n.m.) | Nivel Umbral (m s.n.m.) | Prof. (m) | Cota (m s.n.m.) | Programa de control |
| | | X | Y | | | | | | | NP |
| 241130018 | Piezometría | 587.016 | 4.684.211 | Cuaternario Aluvial | 03/05/2006 | | | 22,0 | 305 | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 241130020 | Piezometría | 586.593 | 4.684.929 | Cuaternario Aluvial | 24/12/2001 | | | 19,0 | 316 | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 251150036 | Piezometría | 594.716 | 4.678.145 | Cuaternario Aluvial | 10/02/2006 | | | 33,0 | 283 | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 251240009 | Piezometría | 616.861 | 4.665.358 | Cuaternario Aluvial | 26/06/2006 | | | 25,0 | 258 | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 8.1.1 AMPLIACIÓN DE LA RED DE CONTROL (Piezómetros en ejecución y manantiales) | | | | | | | | | | |
| Código punto | Tipo | UTM (ETRS89-H30) | | Cota (m s.n.m.) | Prof. (m) | FGP/Acuífero | Plazo de Ejecución | Programa de control | | |
| | | X | Y | | | | | NP | CM | MT |
| 090.405.003a | Piezómetro | 603.354 | 4.685.361 | 286 | 50.0 | Materiales detríticos | 2021-2023 | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | |


Profundidades entre 19 m y 25 m.

1.2 Conclusiones.


Una vez analizada la información del presente estudio preliminar, se puede estimar, que el nivel freático, se encuentra por debajo de los niveles de excavación, pero es importante observar que sucede en la ejecución de extracción.

En todos los casos, hay que estudiar la situación in situ, y ver los planteamientos para sacar más conclusiones al respecto.

Encuadramos la ubicación, con niveles de gravas y arenas, desde los puntos de las captaciones cercanas, en la misma formación, el acuífero se ha encontrado a 8 metros de profundidad de cotas de excavación final, que sin duda también ha bajado debido a la tendencia actual, por lo que no se manifiesta situación de interés en este sentido.


| | | |
|--|--|--|
| PROMOTOR: “EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.” | PLAN DE RESTAURACIÓN | Consultor:  |
| | SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO RECURSOS SECCION A) CANTERA “AMANECER” | |

23 ANEXO 5.- ESTUDIO HIDROLOGICO.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

ANEXO:

ESTUDIO HIDROLÓGICO.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

1 MÉTODOS.

Para el diseño de drenajes, es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros.

- 1º Mínima delimitación.
- 2º Cuenca de aportación.
- 3º Volumen de aportación.
- 4º Caudales de avenida.
- 5º Diseño de perfil de cuneta.
- 6º Estudio hidrológico. En su caso.

El estudio, trata de evaluar varias situaciones: en una primera fase, las vertientes desde las curvas de nivel; y en una segunda fase, la verificación del diseño de cunetas teniendo en cuenta un periodo de retorno dado, para las cuentas de aportación que sean analizadas.

2 LÍNEAS DE VERTIENTE.

Como software de cálculo ARCMAP ESRI ARCGIS y HECRAS.


Se han estudiado las posibilidades de una posible micro-cuenca natural en el entorno, y en la finca, para verificación, mediante el empleo de ArcMAP, para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

Desde la web descargas IGN modelo digital del terreno MTD2, se ha geoprocesado el archivo a un TIN, con el objetivo de generar las líneas de vertiente del entorno, tras un geoproceso.

Siguiendo los pasos de cálculo y una vez conocidas las líneas de vertiente STREAM con VALUE 25. En cualquier caso, serán de uso en el análisis.

El objetivo es obtener datos de posibles problemáticas derivadas del agua de escorrentía de las zonas externas a la zona, así con todos los datos, podemos diseñar soluciones para las mismas.

Partiendo del MDT02, y el TIN generado, junto a un RASTER del mismo, comenzamos el proceso para eliminar imperfecciones (huecos y sumideros). Con la herramienta (FILL) se rellenan las imperfecciones existentes en la superficie del modelo digital de elevaciones, de tal forma que las celdas en depresión alcancen el nivel del terreno de alrededor, con el objetivo de poder determinar de forma adecuada la dirección del flujo.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

Seguimos con el proceso definiendo la dirección del flujo buscando el camino descendente de una celda a otra. Se ha creado el raster de acumulación de flujo en cada celda y así se determina el número de celdas de aguas arriba que vierten sobre cada una de las celdas inmediatamente aguas abajo de ella.

Especificaremos un umbral para la cantidad de píxeles adyacentes que constituyen una corriente, mediante un VALUE de 25. Es una condición bastante aceptable.

Para el procesamiento de las líneas de vertientes, se usa un algoritmo que utiliza la herramienta diseñada principalmente para la vectorización de redes de arroyos o cualquier otro ráster que represente una red lineal de ráster para la que se conoce la direccionalidad, y está optimizada para utilizar un ráster de dirección como ayuda en la vectorización de celdas que se intersectan y celdas adyacentes.

De esta forma, hemos obtenido las líneas de escorrentía y direcciones de flujo de las mismas, que asociadas al entorno, son capaces ya de darnos datos de áreas que realizan la aportación a puntos concretos.




En la figura podemos observar:

Línea roja: límites de cantera.

Líneas amarillas: líneas de vertiente STREAM25.


Explicación de la figura: el agua proveniente de la escorrentía en la zona exterior sigue una dirección de flujo hacia el SUR en los límites de explotación, por lo que el drenaje específico debe estar enfocado hacia el desvío de las aguas en el perímetro norte de la explotación, para evitar la acumulación interna.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

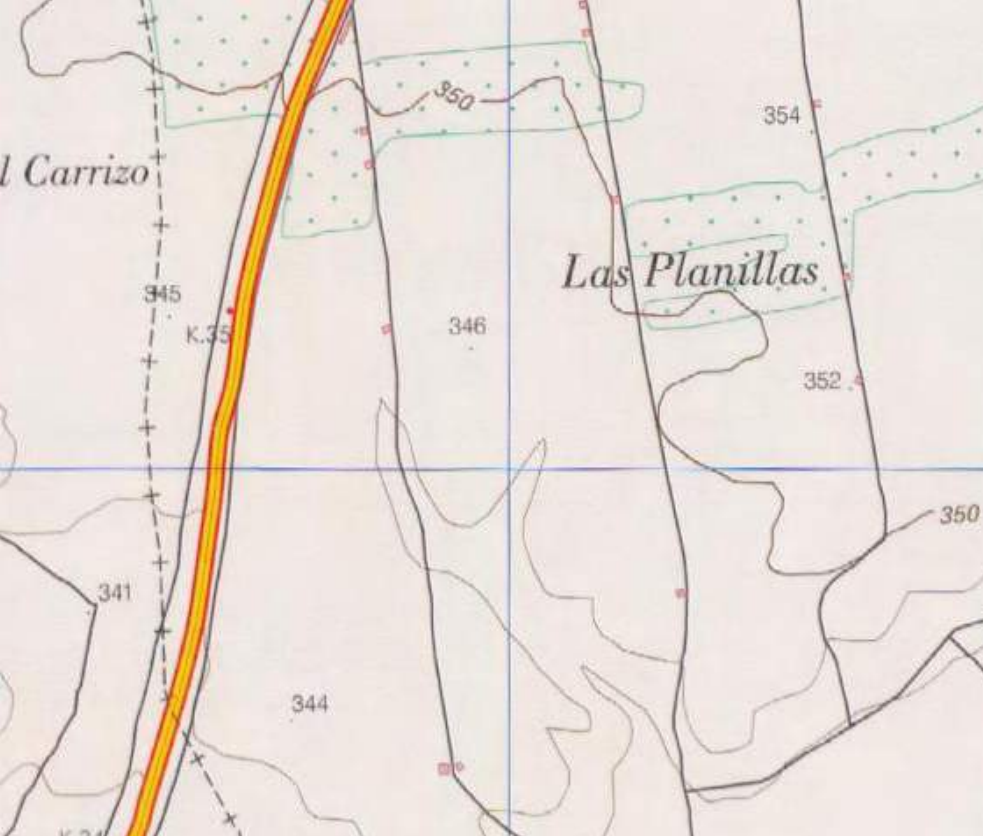
En cuanto a la cuenca vertiente:



En azul, se estima la superficie de cuenca vertiente a amortiguar con los drenajes exteriores. Aproximadamente 1.022.765 m², 1 km², repartidos en 4 líneas de vertiente, que podrían repartirse en dos direcciones, una hacia el noroeste y otra hacia el sureste, dada la configuración de los desniveles.

| | | |
|--|--|--|
| PROMOTOR: “EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.” | PLAN DE RESTAURACIÓN | Consultor:  |
| | SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO RECURSOS SECCION A) CANTERA “AMANECER” | |

24 ANEXO 6.- ESTUDIO ARQUEOLOGICO PRELIMINAR.



INFORME ARQUEOLÓGICO PREVIO PARA EL PROYECTO DE APERTURA DE LA “CANTERA AMANECER”.

T.M. Marcilla (Comunidad Foral de Navarra)

NOVIEMBRE 2025



Equipo redactor del proyecto:



ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Introducción..... | 3 |
| 1.1. Localización del proyecto..... | 3 |
| 1.2. Marco legislativo | 5 |
| 2. Análisis de la cartografía y ortofotos históricas..... | 7 |
| 2.1. Cartografía..... | 8 |
| 2.2. Ortofotos..... | 8 |
| 2.3. LIDAR..... | 10 |
| 3. Contexto histórico-cultural..... | 10 |
| 3.1. Patrimonio etnográfico | 12 |
| 3.2. Patrimonio arqueológico | 13 |
| 4. Resultado y conclusiones | 14 |
| Bibliografía..... | 16 |

1. Introducción

Mediante el presente informe se muestran los resultados del estudio arqueológico de carácter bibliográfico realizado previo a la apertura de la Cantera Amanecer en el término municipal de Marcilla, en la Comunidad Foral de Navarra. Así pues, se pondrá en manifiesto la existencia de cualquier elemento patrimonial, ya sea arqueológico o etnográfico que pueda ser susceptible de ser afectado por este proyecto, para así plantear las medidas protectoras necesarias que permitan su conservación.

1.1. Localización del proyecto

Este proyecto se localiza enteramente en el Término Municipal de Marcilla, situado en la merindad de Olite (división histórica) y la comarca de la Ribera Arga-Aragón (división administrativa actual).

La **Comarca de la Ribera Arga-Aragón** como su nombre, indica se localiza en el transcurso de los ríos Arga y Aragón. Se encuentra al sur de la Comunidad Foral y es una de las 12 comarcas en las que se dividió Navarra a partir del año 2000 y que suceden a las antiguas merindades, las cuales estaban vigentes desde el siglo XIII y que dividían jurídicamente el antiguo Reino de Navarra. Aunque actualmente las merindades no tienen ninguna función administrativa, su carácter histórico, el cual alude al antiguo régimen foral del que disfrutaba la comunidad, ha permitido su permanencia. La merindad de Olite tiene su capital en Olite.

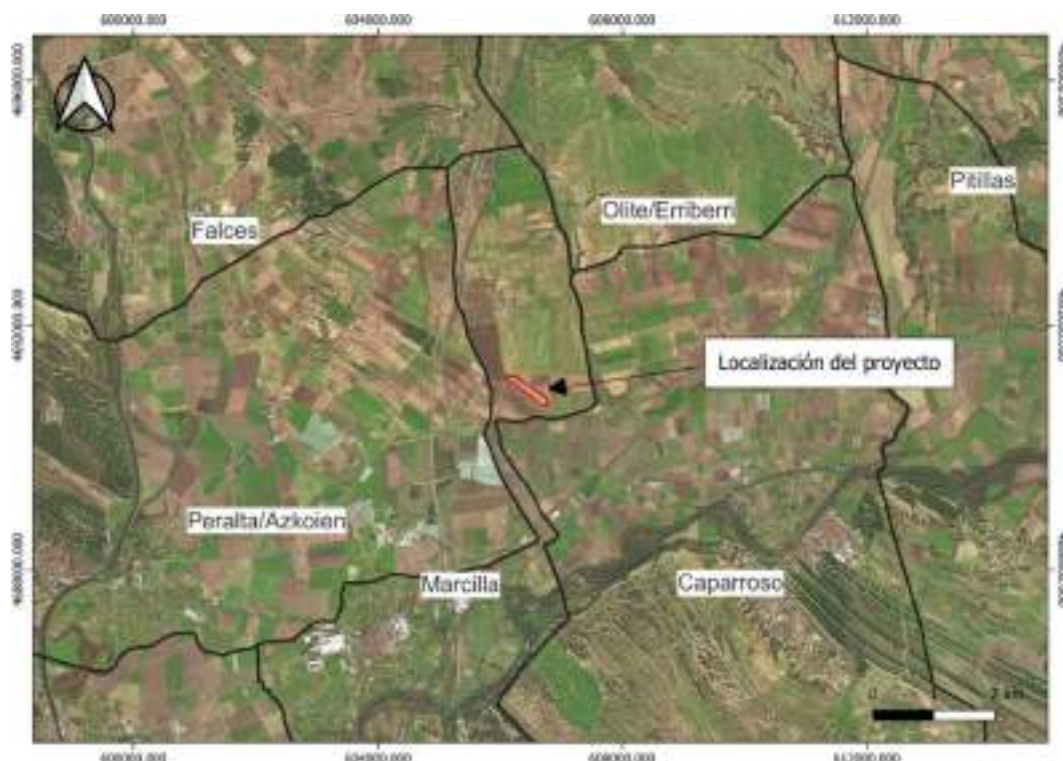
Por otro lado, la comarca de la Ribera Arga-Aragón está formada por un total de 14 municipios, limita al norte con la comarca de Tafalla y la de Sangüesa, al este con la provincia de Zaragoza, al sur con la comarca de Tudela y al oeste con la Ribera del Alto Ebro y la comunidad de La Rioja. También podemos destacar que esta comarca posee unos 31 889 habitantes y una superficie de unos 770.25 km².



Mapa 1: Contexto geográfico con respecto a la Comunidad Foral de Navarra y la comarca Ribera Arga-Aragón (elaboración propia)

En cuanto al municipio de **Marcilla**, éste se encuentra en el centro de la comarca, en la ribera del río Aragón, cuyas aguas pasan por el sur de municipio, muy cerca del núcleo poblacional con dirección noreste-oeste. Limita al este con el municipio de Caparroso, al norte con Olite y Falces, al sur con el de Villafranca y Funes y por último, al oeste con el municipio de Peralta y tiene una altitud media de 345 metros, siendo prácticamente llano en su totalidad. El área del término se divide en dos, la zona sur donde se halla la capital del municipio por donde pasa la Acequia de Campo Bajo y el río Marcilla y Aragón. Esta zona está unida a la parte norte por un pequeño corredor de unos 300 metros de ancho que forma parte de la vía pecuaria secundaria de La Serna.

Su término municipal tiene una superficie total de 21,9 km² y una densidad de población de 133,38 habitantes/m². Su núcleo de población tiene 2.921 habitantes y entra dentro de la zona de la Comunidad Foral no vascófona. Podemos destacar que la economía principal de este municipio es la industria, aunque también hay una gran presencia de ganadería y agricultura, ya que las mayores industrias que se encuentran en el término municipal son de transformación de alimentos y enlatados.



Mapa 2: Contexto geográfico con respecto a los municipios de alrededor (elaboración propia).

Concretamente, este proyecto se localiza en una llanura al norte del municipio que corresponde con el paraje de La Planilla, en la parcela rústica cuyos terrenos están destinados a la agricultura de regadío y cuya referencia catastral es 310000000002227305IF, situados justo al límite de la ribera del río Aragón. Este área se asienta sobre una capa geológica del terciario compuesta de yesos masivos y laminados, también conocidos como “Yesos de Desojo” y que se encuentran rodeados de estratos de gravas, arenas y arcillas de carácter aluvial, de fondo de valle y glacis. La parcela se ubica al norte de la Acequia del Río Saso y entre la autopista AP-15 y el Barranco de Valtraviesa y la Cañada Real entre Tauste y Urbasa-Andía.



Mapa 3: Contexto geográfico: ampliación (elaboración propia).

1.2.Marco legislativo

El presente proyecto contempla como base principal de la actuación las directrices establecidas por la legislación sobre el Patrimonio Cultural de Navarra, en concreto los capítulos relativos al Patrimonio Arqueológico vigentes en la Comunidad Foral de Navarra.

- El **Artículo 55 del Capítulo I**, correspondiente al **Título V** que hace referencia los Patrimonios Específicos de la **Ley Foral 14/2005, del 22 de noviembre del Patrimonio Cultural de Navarra** establece que:
 1. El Patrimonio Arqueológico de Navarra está integrado por los bienes muebles e inmuebles de carácter histórico conforme a lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 2 de esta Ley Foral, que resulten susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos, tanto si se encuentran en la superficie como en el subsuelo o bajo las aguas.
 2. También forman parte del Patrimonio Arqueológico los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre, sus orígenes y antecedentes, que sean susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica.
- En cuanto a lo relativo al patrimonio etnográfico e industrial, la ley foral, en el **capítulo II**, indica lo siguiente:
 - **Artículo 65.** Refiriéndose al Patrimonio Etnológico de Navarra, el cual está integrado por el conjunto de bienes materiales e inmateriales que son o han sido formas relevantes o expresión de la cultura y modos de vida tradicionales y propios del pueblo navarro.
 - **Artículo 66.** Refiriéndose al Patrimonio Industrial de Navarra, el cual está integrado por el conjunto de bienes muebles e inmuebles que constituyen manifestaciones o están ligados a la

actividad productiva, tecnológica e industrial de la Comunidad Foral de Navarra en cuanto son exponentes de la historia social y económica de Navarra.

- Como medidas de protección para el Patrimonio Etnológico, destacamos el **Artículo 68**, de este mismo capítulo, que menciona el Inventario Etnológico de Navarra y determina que:

1. El Departamento competente en materia de cultura elaborará y mantendrá actualizado el Inventario Etnológico de Navarra, en el que se identificarán y describirán los lugares y bienes, tanto materiales como inmateriales, de interés etnológico, haciendo constar su localización en el caso de los lugares y de los bienes inmuebles y su clasificación, en su caso, como Bien de Interés Cultural, Bien Inventariado o Bien de Relevancia Local, así como las demás normas de protección que les afecten.

- Como medidas de protección para el Patrimonio Industrial, destacamos el **Artículo 70**, de este mismo capítulo el cual determina que:

1. El Departamento competente en materia de cultura procederá, a través de los instrumentos previstos en esta Ley Foral, a la preservación de cuantos bienes o espacios resulten ilustrativos del proceso industrializador en la Comunidad Foral de Navarra, con especial consideración hacia los conjuntos tecnológicos y las construcciones donde se albergaron, así como de los medios de transporte y la infraestructura viaria.

2. Se prohíbe la destrucción de maquinaria industrial de fabricación anterior a 1900 salvo que, por razones de fuerza mayor o interés social, o de carencia de interés cultural, exista autorización expresa en dicho sentido del Departamento competente en materia de cultura. Las peticiones de autorización deberán ser resueltas en un plazo máximo de dos meses, transcurrido el cual sin resolución expresa se entenderán desestimadas.

- En cuanto a los **B.I.C.** y sus niveles de protección, la **Ley Foral 14/2005**, los encontramos nombrados en el **Capítulo I del Título III**, que les proporciona una definición y establece una clasificación de los bienes del Patrimonio Cultural de Navarra:

- **Artículo 14:** Bienes de Interés Cultural.

1. Son Bienes de Interés Cultural aquellos bienes inmuebles, muebles e inmateriales del Patrimonio Cultural de Navarra más relevantes, que sean declarados como tales conforme al procedimiento establecido en esta Ley Foral.

2. No podrá ser declarada Bien de Interés Cultural o Inventariado la obra de un autor vivo, salvo si existe autorización expresa de su propietario o media su adquisición por la Administración.

- **Artículo 15.** Categorías de Bienes inmuebles de Interés Cultural.

Los Bienes inmuebles de Interés Cultural serán incluidos en alguna de las siguientes categorías:

a) **Monumentos:** Bienes inmuebles que constituyen realizaciones arquitectónicas o de ingeniería, u obras de escultura colosal siempre que tengan interés histórico, etnológico, artístico, científico o social.

b) **Conjunto Histórico:** Agrupación de bienes inmuebles que forman una unidad de asentamiento, continua o dispersa, condicionada por una estructura física representativa de la evolución de una comunidad humana por ser testimonio de su cultura o constituir un valor de uso y disfrute para la colectividad. Asimismo es Conjunto Histórico cualquier núcleo individualizado de inmuebles

comprendidos en una unidad superior de población que reúna esas mismas características y pueda ser claramente delimitado.

c) **Sitio Histórico:** Lugar o paraje natural vinculado a acontecimientos o recuerdos del pasado, a creaciones culturales o de la naturaleza y a obras del hombre, que posean valor histórico.

d) **Zona Arqueológica:** Lugar o paraje natural donde existen bienes muebles o inmuebles susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie, en el subsuelo o bajo las aguas.

e) **Paisaje Cultural:** Paraje natural, lugar de interés etnológico, conjunto de construcciones o instalaciones vinculadas a formas de vida, cultura y actividades tradicionales del pueblo navarro.

f) **Vía Histórica:** Vía de comunicación de significada relevancia cultural, histórica, etnológica o técnica.

g) **Jardín Histórico:** Espacio delimitado, producto de la ordenación por el hombre de elementos naturales, a veces complementado con estructuras de fábrica, y estimado de interés en función de su origen o pasado histórico o de sus valores estéticos, sensoriales o botánicos.

○ **Artículo 16.** Bienes Inventariados.

Son Bienes Inventariados aquellos bienes muebles, inmuebles e inmateriales del Patrimonio Cultural de Navarra que, sin reunir las condiciones para ser declarados como Bienes de Interés Cultural, tengan una notable relevancia cultural y sean declarados como tales conforme al procedimiento establecido en esta Ley Foral.

○ **Artículo 17.** Bienes de Relevancia Local.

Son Bienes de Relevancia Local aquellos bienes inmuebles del Patrimonio Cultural de Navarra que, sin reunir las condiciones para ser declarados como Bienes de Interés Cultural o Bienes Inventariados, tengan significación cultural a nivel local y sean declarados como tales conforme al procedimiento establecido en esta Ley Foral.

○ **Artículo 18.** Bienes inmuebles, muebles e inmateriales.

1. A los efectos de esta Ley Foral, tienen la consideración de bienes inmuebles, además de los así calificados en la Ley 347 del Fuero Nuevo de Navarra, todos aquellos elementos que puedan considerarse consustanciales con los edificios y formen parte de ellos o de su exorno, o lo hubiesen formado en otro tiempo.

2. A los efectos de esta Ley Foral, tienen la consideración de bienes muebles, los así calificados en la Ley 347 del Fuero Nuevo de Navarra y aquellos de carácter y valor histórico, artístico, etnológico, arqueológico, bibliográfico o documental, susceptibles de ser transportados, no estrictamente consustanciales con la estructura de inmuebles, cualquiera que sea su soporte material.

3. A los efectos de esta Ley Foral, son bienes inmateriales aquellos conocimientos, técnicas, usos y actividades representativos de la cultura de Navarra, así como las distintas lenguas, con referencia a sus peculiaridades locales en Navarra.

2. Análisis de la cartografía y ortofotos históricas

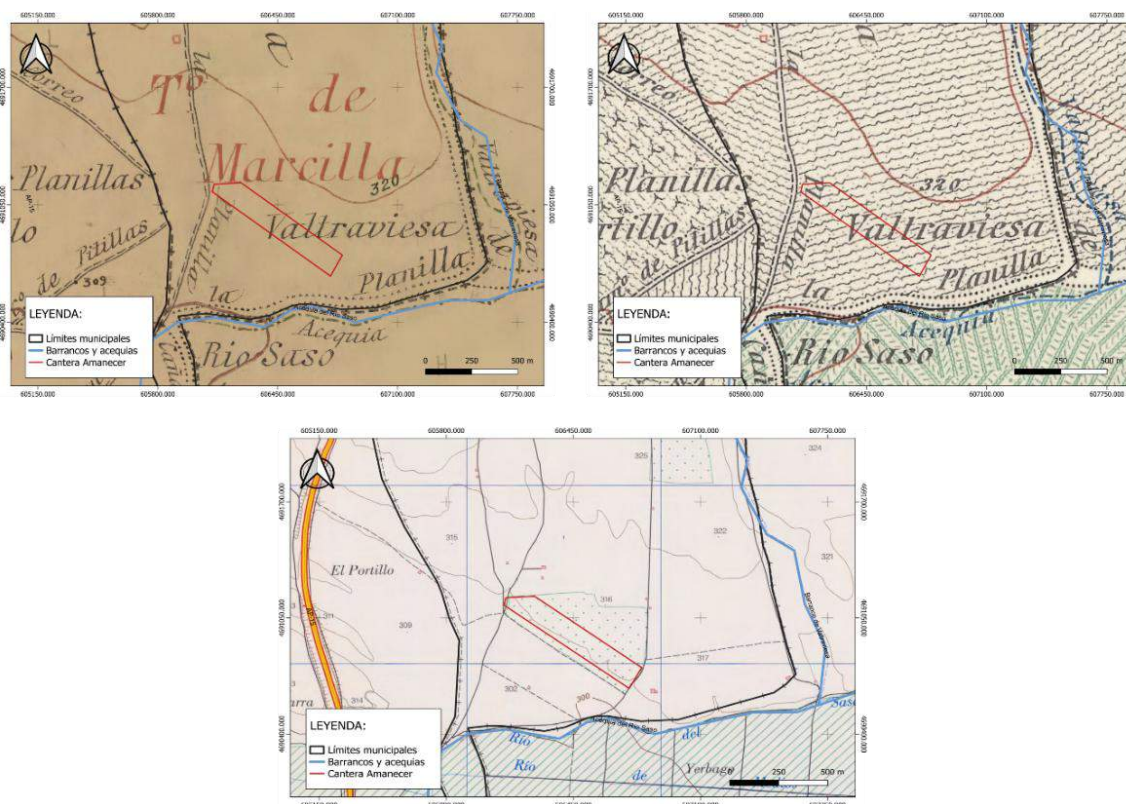
La consulta de cartografía y ortofotos históricas puede resultar una herramienta muy útil para este tipo de estudios. Como señalamos con anterioridad, el análisis del territorio a lo largo del tiempo nos ayuda a entender cuál ha sido el proceso de transformación de la zona y a la vez, nos puede

dar muchas pistas sobre cualquier elemento que nos podamos encontrar, que con el tiempo ha desaparecido a simple vista, para así poder documentarlo y protegerlo.

2.1. Cartografía

El portal de descargas perteneciente al Gobierno (IGN) ofrece varios mapas cartográficos de carácter histórico que han servido como referencia para consultar cualquier elemento patrimonial que pueda estar reflejado en éstos.

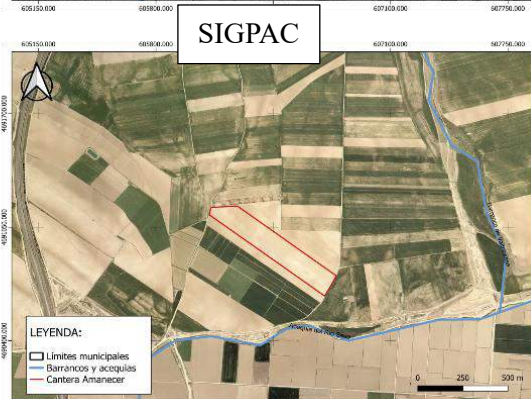
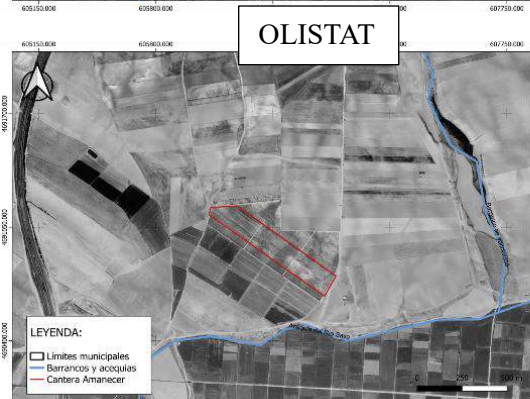
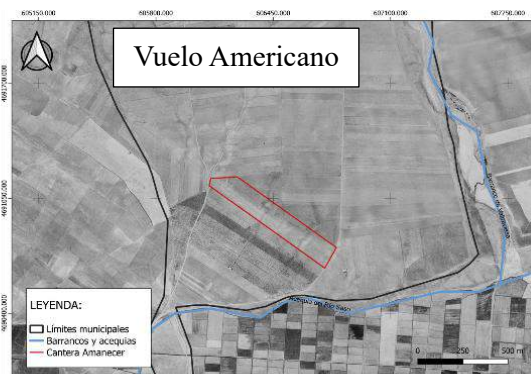
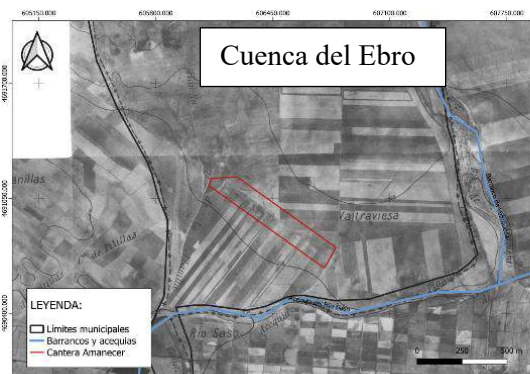
Hemos podido consultar una serie de capas como las minutas MTN50, que fueron realizadas entre 1910 y 1970, las capas correspondientes a la primera edición de minutas MTN50, realizadas entre 1875 y 1986 y por último, la primera edición de las minutas MTN25 realizadas entre los años 1975 y 2003:



Mapa 12, 13 y 14: Minutas históricas (elaboración propia).

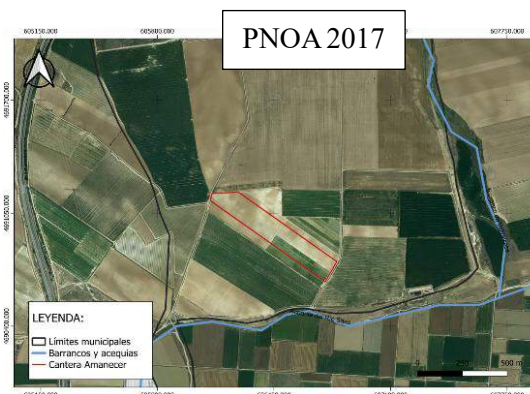
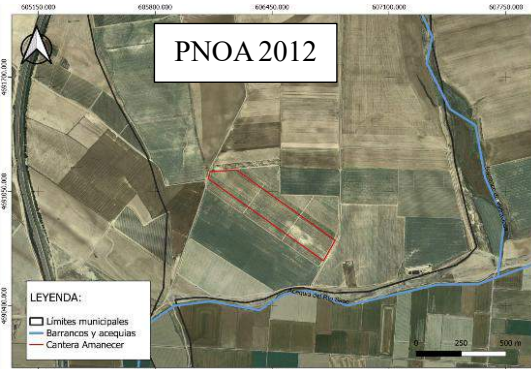
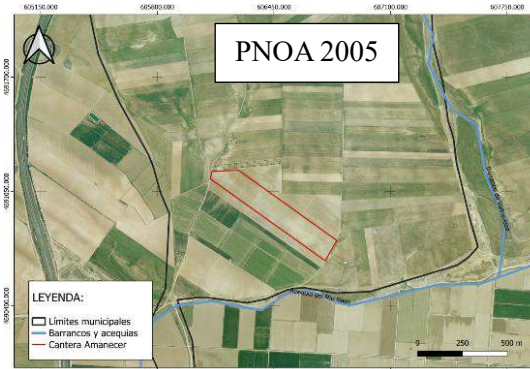
2.2. Ortofotos

En este caso, hemos podido realizar una consulta de diferentes capas equivalentes a distintos momentos a lo largo del tiempo. Es por eso que hemos podido hacernos una idea de los cambios del terreno prácticamente en todo el siglo XX, hasta nuestros días. Y es que hemos podido consultar las capas del Vuelo de la Cuenca del Ebro de 1927, las fotografías aéreas del Vuelo Americano de 1957, las capas de OLISTAT del año 1997, las capas del SIGPAC de los años 1997-2003:



Mapa 4, 5, 6 y 7: Ortofotos s.XX (elaboración propia).

Así como diferentes ortofotos anuales PNOA más actuales como las del año 2005, 2012, 2017 y 2024:

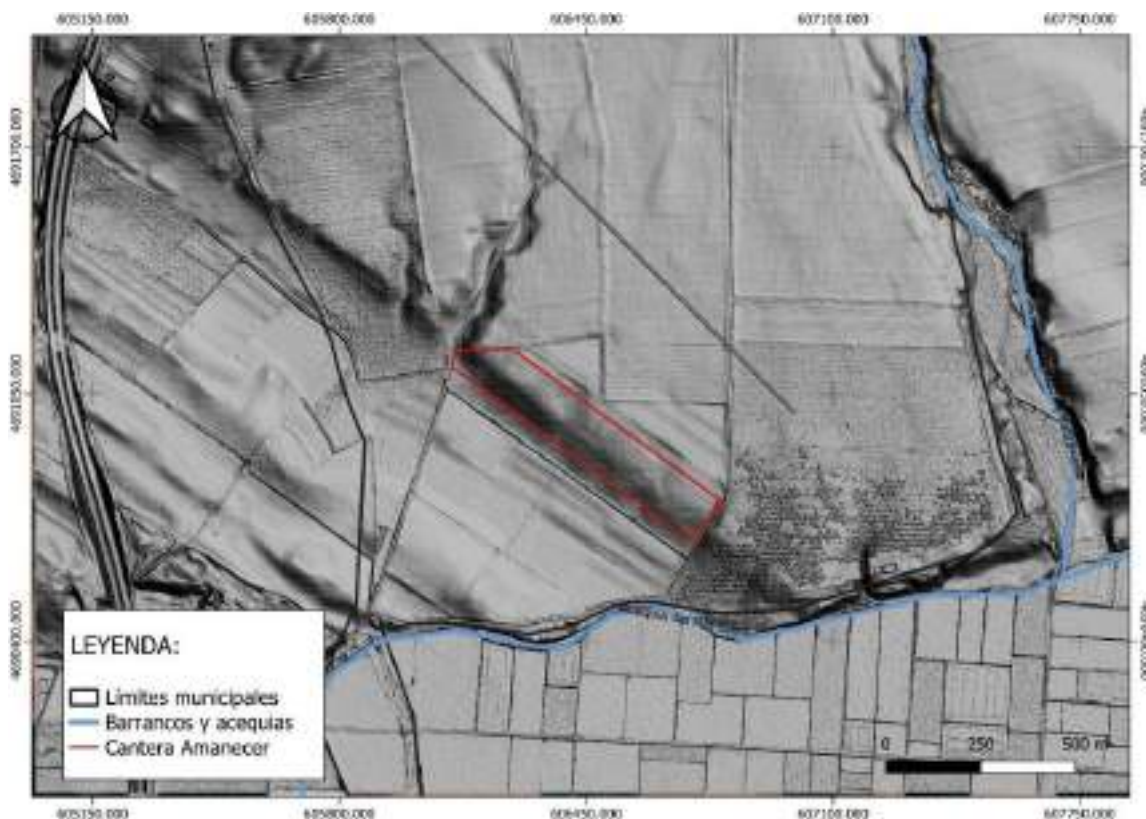


Mapa 8, 9, 10 y 11: Ortofotos PNOA (elaboración propia).

2.3.LIDAR

La incorporación en los últimos años de los datos LIDAR en el ámbito de la arqueología ha supuesto un antes y un después, ya que esta tecnología nos permite visualizar el suelo de un territorio suprimiendo la cobertura de árboles o cualquier elemento que se encuentre tocando el suelo. Esto ha resultado clave para el descubrimiento de numerosos yacimientos y elementos que a simple vista no pueden verse mediante una ortofoto.

Así pues, de nuevo consultando las capas disponibles en el centro de descargas del IGN podemos visualizar los datos que nos ofrece las capas del Modelo Digital de Superficies que corresponde al vuelo de LIDAR, en concreto la 3ª cobertura realizada de la Península Ibérica durante el año 2024:



Mapa 14: LIDAR (elaboración propia).

3. Contexto histórico-cultural

El área de Marcilla y sus alrededores resulta una zona rica en patrimonio histórico y arqueológico, el cual puede ser interesante para poder comprender la evolución territorial de la demarcación de nuestro proyecto. Este afloramiento de yacimientos puede deberse al hecho de que nos encontramos ante una zona fácilmente accesible y cerca de recursos hídricos, como ríos, riachuelos y barrancos. Las antiguas terrazas del Ebro o el Arga y Aragón suponen un lugar idóneo en el que explotar este tipo de recursos. Además, se han realizado una serie de prospecciones sistemáticas desde principios del siglo XXI por lo podemos hacernos una idea de la evolución histórica de la zona.

Las únicas evidencias de poblamiento paleolítico en la zona son bastante escasas, éstas se encuentran en Olite, donde se hallaron piezas que pueden tener una cronología musteriense, y en el propio municipio de Marcilla, donde aparecen restos de piezas realizadas en talla Levallois. Es por eso que entendemos que o bien estos terrenos fueron poco aprovechados por estas sociedades o estos restos no se conservan.

Poco a poco, a partir del neolítico y extendiéndose hasta la época eneolítica comenzarán a aparecer los primeros asentamientos estables por la zona, además de numerosos talleres de sílex, todos con unas características parecidas, siendo al aire libre, sin restos de estructuras visibles (que en muchos casos puede deberse a la intensidad de los trabajos agrícolas), con un material lítico variado en el que se distinguen lascas, talla laminar y otras herramientas asociadas. Destacamos yacimientos de poca entidad como la Corraliza de Paulino, la Plana III-IV en Olite, la Corraliza del Sabinar o la Corraliza de los Cascajos en Caparros o Las Casilla en Peralta, aunque también podemos documentar poblados que se constituyen como de mayor entidad con ejemplos como La Fraila III o La Hoya Grande que se prolongan en el tiempo. En el municipio de Marcilla se delimitan varios yacimientos de que se identifican como talleres de sílex de pequeña entidad de esta época, como los yacimientos La Planilla 1-6, situados en el paraje de La Planilla o el Montico 1 y 3, situados al sur del término municipal.

Este tipo de poblamiento parece que continúa durante la Edad del Bronce, pues de nuevo nos encontramos con una gran densidad de yacimientos aunque esta vez parece que las sociedades eligen lugares en alto que permiten un mayor control del territorio. En municipios como Olite destacamos los yacimientos de La Falconera o la Tejería, en Peralta los yacimientos de Moratiel I o El Pico del Águila. A la llegada de la Edad del Hierro, parece que el nivel de densidad de los poblados comienza a bajar, aun así los pocos que se documentan comienzan a fortificarse más reciamente, vemos este ejemplo en el yacimiento de Cabezo de San Mauricio, que a pesar de su mal estado, se pudo documentar un foso a partir de una excavación arqueológica o el yacimiento de La Cañonera en Olite, situado en lo alto de un cerro. Otros yacimientos como el Saso Viejo III se encuentran restos de adscripción celtíbera mal conservados bajo restos de época romana.

La conquista romana supuso el abandono y destrucción de estos *oppida* celtíberos y la creación de otras fortificaciones, cuyo poblamiento parece que se mantiene hasta la actualidad. Así pasa con Olite, el cual conserva uno de los recintos amurallados romanos mejor conservados de todo Navarra, fechados en el siglo II-I a.C. Durante esta época, estos territorios prosperarán aprovechando su privilegio orográfico, pues se documentan grandes lagares como el del yacimiento de Mañero en Funes, considerado el establecimiento exclusivamente dedicado a la elaboración de vino más importante de toda la Península Ibérica, fechado en el siglo II d.C. También se tiene constancia de más de un centenar de asentamientos tipo *villa* repartidos en las zonas cerca de los ríos y arroyos que datan desde épocas tardorrepublicanas hasta épocas imperiales tardías, con ejemplos como el yacimiento Campo de Arlas en Peralta cuyas excavaciones del 2021-2024 han sacado a la vista un gran complejo del siglo IV-V d.C. que incluye varios mosaicos bastante bien conservados. En el municipio de Marcilla se documentan materiales sueltos de adscripción romana a las afueras de la localidad que indican que allí pudo haber algún tipo de asentamiento tipo *villa*.

Aunque parece que el actual municipio de Marcilla tiene origen medieval creándose tras la conquista cristiana, algunas fuentes históricas afirman que se fundó en el siglo VII d.C., el consenso general entre arqueólogos es que el pueblo se establece tras la otorgación de los Fueros

por Alfonso I el Batallador en el año 1110 tras la conquista, que la definirá como Villa. Unos años más tarde, se fundará el monasterio cisterciense de monjas bernardas, el cual se asentó en las tierras de Marcilla hasta el siglo XVIII. Más tarde será adquirido por la Orden de los Agustinos Recoletos quienes reconstruirán y adecuarán las dependencias que se mantienen actualmente en el municipio.

Al consolidarse el municipio en tierras fronterizas con el Reino de Castilla, se comenzarán a construir una serie de castillos que servirán como principal línea de defensa, de todos estos destacamos el espectacular castillo-palacio de Olite con origen en el siglo XII, aunque terminará de construirse en el siglo XV. El castillo de Marcilla comenzará a construirse a partir del año 1429 a cargo de Monsén Pierres de Peralta, el cual recibirá los territorios del Señorío de la Villa, que más tarde se convertirá en Marquesado de Falces. Según las fuentes históricas, esta fortaleza será de las pocas en librarse de derribo decretado por el Cardenal Cisneros en el año 1516, se han realizado numerosas actuaciones en su estructura desde el siglo XX hasta la actualidad.

El municipio no formará parte de los puntos calientes que se formaron durante las Guerras Carlistas que asolaron Navarra durante el siglo XIX, aunque aún se conservan algunos fortines entre Villafranca y Marcilla, como el Fuerte de Fusilería, Presa y Soto Contiendas localizado muy cerca núcleo de población.

A comienzos del siglo XX se fundará en la localidad la Azucarera “La Concepción”, cuya construcción formaba parte de un plan nacional que pretendía sustituir la obtención de azúcar a partir de la caña que se extraía en las recién perdidas colonias de Cuba, Puerto Rico y Filipinas. Para llevar a cabo esta función se plantaron miles de hectáreas de terrenos con cultivos de remolacha entre los pueblos de alrededor como Falces, Caparroso, Peralta o Villafranca. Esta industria impulsó económicamente a Marcilla y sus alrededores hasta el año 1979 cuando se clausuró definitivamente. Tras el abandono de la producción de remolacha, comenzaron los aprovechamientos de los cultivos de regadío y frutícolas, pues la economía principal es la industria agroalimentaria.

3.1. Patrimonio etnográfico

En este apartado se muestran los elementos del patrimonio etnográfico que se encuentran cerca del proyecto y que aparecen recopilados en la Plataforma IDENA del Gobierno de Navarra:

- **Cañada Real Tauste a Urbasa-Andía:** Forma parte de los caminos históricos que recorrían la Península Ibérica de sur a norte para la trashumancia, este concretamente une la ciudad de Tauste con el Parque Natural de Urbasa y Andía. Actualmente está considerado como una vía pecuaria y como espacio protegido, restringiendo el paso exclusivamente a ganado, viandantes y vehículos agrícolas mediante la Ley Foral 19/1997 del 15 de diciembre en la que se regulan las Vías Pecuarias. Como podemos observar en el siguiente mapa (*figura 15*), la Cañada se encuentra a unos 700 metros de distancia de actuación de la obra.



Figura 15: Cañada real (elaboración propia).

3.2. Patrimonio arqueológico

En este apartado se muestran los yacimientos arqueológicos que se encuentran cerca del proyecto y que aparecen recopilados en la Plataforma SIGIAN del Gobierno de Navarra:

- **La Serna:** Conjunto lítico que se documentó durante la construcción de las vías del tren de alta velocidad en una zona de pendiente suave. Este conjunto se compone de piezas de gruesos talones facetados de talla centripeta, algunos con posible talla Levalois y utensilios como raederas. Estos elementos fechan el yacimiento en el Paleolítico Medio. Se encuentra a 1,2 km de distancia de nuestro área de estudio.
- **Los Navazales:** Conjunto lítico en el que se recogieron mas de 40 elementos de talla de sílex. Entre estos restos se documenta un fragmento de microlito geométrico de tipo indeterminado, dos piezas astilladas, una gran hoja de cresta con retoque, tres fragmentos de láminas, abundantes lascas y un núcleo agotado. Estas piezas datan el yacimiento en época eneolítica, muy similar a los encontrados por la zona. Se encuentra a 790 m de distancia de nuestro área de estudio.
- **Las Plantillas 3:** Taller de sílex situado en una planicie cultivada en el que se recogieron mas de 45 fragmentos, entre los que destacamos un perforador, varios fragmentos de láminas, abundantes lascas, núcleos y restos de tallas. Se data en época eneolítica. Se encuentra a 600 m de distancia de nuestro área de estudio.
- **Las Plantillas 4:** Taller de sílex situado junto al barranco de Valtraviesa y sobre un cortado producido por la erosión desde el que se domina visualmente la Cañada real. El material lítico se encuentra disperso y fragmentado y lo sitúan en el eneolítico. Se encuentra a 1,4 km de distancia de nuestro área de estudio.

- **Las Plantillas 7:** Hallazgo aislado de una punta de pedúnculo con retoque plano cubriente en su cara anversa. De cronología eneolítica. Se encuentra a 500 m de distancia de nuestro área de estudio.
- **La Corraliza Baja:** Pequeño asentamiento que presenta un conjunto materiales líticos tallados en sílex, con un total de 48 fragmentos, al ser una muestra tan pequeña pero parecida a los hallazgos de los alrededores se teoriza que estos elementos tengan una cronología eneolítica también. Se encuentra a 1,3 km de distancia de nuestro área de estudio.



Figura 16: Yacimientos arqueológicos (elaboración propia).

4. Resultado y conclusiones

Gracias al análisis de toda la información recopilada, podemos entender la evolución tanto del municipio de Marcilla, como los terrenos en los que se desarrolla el proyecto:

- Por un lado, las ortofotos y las minutas históricas nos indican que esta zona ha sido principalmente empleada para la explotación agrícola al menos durante el último siglo.
- Los datos LiDAR no han proporcionado información relevante ya que la zona ha sido altamente modificada por las distintas sociedades durante estos trabajos agrícolas.
- El emplazamiento de uno de los viales principales de la Cañada Real a escasos 700 apunta a que esta zona ha sido altamente transitada por pastores realizando la trashumancia desde al menos la época medieval (aunque muchos investigadores apuntan a que este tipo de prácticas ya se realizaban durante la Edad del Hierro).
- Por último, la presencia de yacimientos eneolíticos en los alrededores nos indica que durante la prehistoria esta llanura fue aprovechada por las sociedades mediante pequeños asentamientos y talleres líticos cuyas estructuras no se han conservado hasta nuestros días, posiblemente debido a la incidencia de los trabajos agrícolas y el tránsito de la Cañada.

En base a los resultados, concluimos que **ninguno de los elementos identificados en el presente informe**, que se constituye como de carácter únicamente bibliográfico, **corren peligro de ser destruidos durante los trabajos** de extracción ya que todos éstos se encuentran a 500 metros o más y por lo tanto fuera del rango de cercanía, es por eso que no se presentan propuestas de medidas preventivas. Sin embargo, **se recomienda limitar el paso de maquinaria y camiones en las zonas cercanas a la Cañada Real y los yacimientos de Los Navazales y Las Plantillas 3** en al menos 100 metros ya que pueden verse afectados.

Además, tampoco podemos descartar la posibilidad de que existan elementos que no hayan podido ser localizados mediante el estudio bibliográfico actual, ya sea porque no han sido documentados o porque han sido desplazados por los trabajos agrícolas que se realizan en la zona. Es por eso que **se recomienda también plantear unas prospecciones arqueológicas intensivas**, que permitan proteger cualquier elemento en el caso de su localización en campo.

En Zaragoza el 12 de noviembre de 2025



María Bastida Malo

Arqueóloga colegiada nº 11.146

Bibliografía

Beguiristan Gúrpide, M^a. A. (1990): “Síntesis sobre el hábitat del epipaleolítico al final de la edad del bronce en Tierra Estella y valle de Arana, al sur de Encia y Urbasa”. En *Los grupos humanos en la Prehistoria de Encia-Urbasa: análisis cultural de asentamientos, sistemas de explotación, modos de vida y ritos desde el Neolítico hasta el final de la Edad Antigua*, capítulo 15, págs. 271-278.

Castiella Rodríguez, A. (1986): “Nuevos yacimientos protohistóricos en Navarra”. En *Trabajos de Arqueología Navarra*, N^o5, págs. 133-173.

García García, M^a. L. (1995): “La ocupación del territorio navarro en la época romana”. En *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, n^o3, págs. 231-270.

Gastón Aguas, J. M. (1997): “Coyuntura económica y conflictividad social: la azucarera de Marcilla (1900-1936)”. En *Gerónimo de Uztaritz*, vol. 13, págs. 57-82.

Moral, T (1968): “La Congregación cisterciense de la Corona de Aragón y los monasterios navarros entre 1569 y 1632”. En *Fundación Príncipe de Viana*, vol. 110, págs. 5-27.

Sesma Sesma, J. (1995): “Diversidad y complejidad: Poblamiento de Navarra en la Edad del Bronce”. En *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, N^o3, págs. 147-184.

Tabar Sarriás, M^a. I. (1998): “El castillo de Marcilla: Intervención arqueológica 1998”. En *trabajos de arqueología Navarra*, vol. 15, págs. 215-268.

Vallespi Pérez, E. (1974): “Yacimientos de superficie de la Edad del Bronce en Navarra”. En *Cuadernos de Trabajos de Historia*, n^o2, págs. 21-73.


Plataforma IDENA-Gobierno de Navarra: Elementos etnográficos.

Plataforma SIGIAN-Gobierno de Navarra: Yacimientos Arqueológicos de Marcilla y Caparroso.


○ Webgrafía

<https://www.marcilla.es/turismo/el-castillo/>

<https://aunamendi.eusko-ikaskuntza.eus/fr/marcilla/ar-92098-69591/>


| | | |
|--|--|--|
| PROMOTOR: “EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U.” | PLAN DE RESTAURACIÓN | Consultor:  |
| | SOLICITUD AUTORIZACION APROVECHAMIENTO RECURSOS SECCION A) CANTERA “AMANECER” | |

25 ANEXO 7.- REPORTAJE FOTOGRAFICO.

| | | |
|--|---|--|
| Promotor: EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora:  |
|--|---|--|

ANEXO:

REPORTAJE FOTOGRAFICO

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Promotor: | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA "AMANECER", T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora: |
| EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | |  |


1 REPORTAJE FOTOGRÁFICO.



1.- Detalle de la zona de explotación vista desde el norte (visual realizada en dirección sur).



2.- Vista de la zona de explotación desde el norte (al fondo se pueden visualizar los campos de regadío).

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Promotor: | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA "AMANECER", T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora: |
| EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | |  |



3.- Vista de la zona de explotación (visual hacia el norte).



4.- Detalle de la zona de explotación desde el camino de acceso norte (visual hacia el sur).

Promotor:

**EXCAVACIONES
MUÑOZ, S.A.U.**

**AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO
DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A)
GRAVAS Y ARENAS
DENOMINADA CANTERA "AMANECER",
T.M. MARCILLA (NAVARRA).**


Consultora:



5.- Detalle del camino de acceso norte.



6.- Detalle del camino de acceso norte.


| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Promotor: | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora: |
| EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | |  |



7.- Detalle de la zona de extracción solicitada (fase 1) desde camino interno ubicado al este.



8.- Detalle existencia del recurso en la zona de explotación solicitada.

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Promotor: | AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A) GRAVAS Y ARENAS DENOMINADA CANTERA “AMANECER”, T.M. MARCILLA (NAVARRA). | Consultora: |
| EXCAVACIONES MUÑOZ, S.A.U. | |  |



9.- Detalle existencia del recurso en la zona de explotación solicitada.



10.- Detalle de la zona de explotación desde el camino que limita por el este la explotación solicitada (visual hacia el oeste).

Promotor:

**EXCAVACIONES
MUÑOZ, S.A.U.**

**AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO
DEL RECURSO DE LA SECCIÓN A)
GRAVAS Y ARENAS
DENOMINADA CANTERA "AMANECER",
T.M. MARCILLA (NAVARRA).**

Consultora:



11.- Detalle de la zona de explotación desde el camino que limita por el sur la explotación solicitada (visual hacia el norte).



12.- Ubicación de los puntos de toma fotográficos.