

# Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Autovía del Cantábrico: Avilés-Baamonde  
Tramo: Grado-Ribadeo



**NOTAS PREVIAS A LA LECTURA DE LOS  
“ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENO”  
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, EN FORMATO DIGITAL**

La publicación que está consultando corresponde a la colección de *Estudios Previos de Terreno* (EPT) de la Dirección General de Carreteras, editados entre 1965 y 1998.

Los documentos que la integran presentan formatos diferentes pero una idea común: servir de base preliminar a los estudios y proyectos de esta Dirección General. En ese sentido y para una información más detallada se recomienda la lectura del documento *“Estudios previos de terreno de la Dirección General de Carreteras”* (Jesús Martín Contreras, et al, 2000)

Buena parte de los volúmenes que integran esta colección se encuentran agotados o resultan difícilmente disponibles, presentándose ahora por primera vez en soporte informático. El criterio seguido ha sido el de presentar las publicaciones tal y cómo fueron editadas, respetando su formato original, sin adiciones o enmiendas.

En consecuencia y a la vista, tanto del tiempo transcurrido como de los cambios de formato que ha sido necesario acometer, deben efectuarse las siguientes observaciones:

- La escala de los planos, cortes, croquis, etc., puede haberse alterado ligeramente respecto del original, por lo que únicamente resulta fiable cuando ésta se presenta de forma gráfica, junto a los mismos.
- La cartografía y nomenclatura corresponde obviamente a la fecha de edición de cada volumen, por lo que puede haberse visto modificada en los últimos años (nuevas infraestructuras, crecimiento de núcleos de población ...)
- El apartado relativo a sismicidad, cuando existe, se encuentra formalmente derogado por las sucesivas disposiciones sobre el particular. El resto de contenidos relativos a este aspecto pudiera, en consecuencia, haber sufrido importantes modificaciones.
- La bibliografía y cartografía geológica oficial (fundamentalmente del IGME) ha sido en numerosas ocasiones actualizada o completada desde la fecha de edición del correspondiente EPT.
- La información sobre yacimientos y canteras puede haber sufrido importantes modificaciones, derivadas del normal transcurso del tiempo en las mencionadas explotaciones. Pese a ello se ha optado por seguir manteniéndola, pues puede servir como orientación o guía.
- Por último, el documento entero debe entenderse e interpretarse a la luz del estado de la normativa, bibliografía, cartografía..., disponible en su momento. Sólo en este contexto puede resultar de utilidad y con ese fin se ofrece.

serie monografías

# Estudio Previo de Terrenos

---

Itinerario Autovía del Cantábrico: Avilés-Baamonde  
Tramo: Grado-Ribadeo



Ministerio de Fomento  
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte  
Dirección General de Carreteras

# ÍNDICE

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCION .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO .....</b>  | <b>7</b>  |
| 2.1. CLIMATOLOGÍA .....   | 7         |
| 2.2. TOPOGRAFÍA .....   | 18        |
| 2.3. GEOMORFOLOGÍA .....  | 19        |
| 2.4. ESTRATIGRAFÍA .....  | 26        |
| 2.5. TECTÓNICA .....  | 28        |
| 2.6. SISMICIDAD .....   | 33        |
| <b>3. ESTUDIO DE ZONAS.....</b>   | <b>35</b> |
| 3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....  | 35        |
| 3.2. ZONA 1: UNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE PLATAFORMA<br>COSTERA Y RÍAS.....   | 38        |
| 3.2.1. Geomorfología .....  | 38        |
| 3.2.2. Tectónica.....   | 40        |
| 3.2.3. Columna estratigráfica.....  | 41        |
| 3.2.4. Grupos litológicos.....  | 45        |
| 3.2.5. Grupos Geotécnicos .....   | 76        |
| 3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos de la Zona 1 .....  | 82        |
| 3.3. ZONA 2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE FUERTES<br>PENDIENTES Y VALLES FLUVIALES ENCAJADOS EN FORMA<br>DE "V" ..... | 82        |
| 3.3.1. Geomorfología .....  | 82        |
| 3.3.2. Tectónica.....   | 84        |
| 3.3.3. Columna estratigráfica.....  | 90        |
| 3.3.4. Grupos litológicos.....  | 90        |
| 3.3.5. Grupos geotécnicos.....  | 135       |
| 3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 2....  | 140       |

## ÍNDICE (cont.)

|   | Pág.       |
|---|------------|
| <b>4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO.....</b>                           | <b>142</b> |
| 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS .....                                | 142        |
| 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS .....                             | 142        |
| 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS.....                                  | 144        |
| 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS .....                                  | 145        |
| <b>5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS.....</b>                                | <b>149</b> |
| 5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....   | 149        |
| 5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....   | 149        |
| 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....  | 157        |
| 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES .....                        | 159        |
| 5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MÁS<br>DETALLE .....        | 159        |
| <b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>161</b> |
| <b>7. ANEJOS.....</b>   | <b>163</b> |
| 7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS<br>ESTRATIGRÁFICAS ..... | 164        |
| 7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES<br>GEOTÉCNICAS..... | 167        |

## 1. INTRODUCCION

El principal objetivo de este Estudio Previo de Terrenos es la descripción de los caracteres litológicos, estructurales y geotécnicos del área comprendida en el Tramo Grado-Ribadeo del Itinerario Avilés Baamonde (Autovía del Cantábrico) para su utilización en estudios posteriores y más detallados relacionados con el proyecto y la construcción de esta infraestructura.

El Tramo Grado-Ribadeo se encuentra ubicado íntegramente en la provincia de Asturias (Figura 1.1) y comprende las siguientes Hojas y Cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1.50.000:

| Nº | Hoja    | Cuadrante |
|----|---------|-----------|
| 10 | Ribadeo | 2         |
| 11 | Luarca  | 2 y 3     |
| 12 | Busto   | 2 y 3     |
| 27 | Tineo   | 1, 2 y 4  |
| 28 | Grado   | 3         |

El presente Estudio Previo de Terrenos está compuesto por dos documentos: Cartografía litológico-estructural a escala 1.50.000 con base topográfica del Instituto Geográfico Nacional y la Memoria correspondiente a esta cartografía.

El contenido de la memoria está organizado en seis apartados de los que, a continuación, se hace una breve síntesis de las materias que contemplan.

El *primer capítulo*, la presente *Introducción*, consta de una declaración de objetivos y una exposición de información general del Itinerario, Tramo, documentos del Estudio, personal que interviene en su realización, etc.

El *segundo* apartado se interpretan y relacionan entre sí los caracteres generales del Tramo, dando una visión de conjunto del área de estudio en relación a la Climatología, Topografía, Geomorfología, Estratigrafía, Tectónica y Sismicidad.



Figura 1.1. *Esquemas de situación del Tramo Grado-Ribadeo.*

En el *tercer capítulo* se realiza una división del Tramo en Zonas, atendiendo fundamentalmente a los caracteres geomorfológicos. Para cada una de las Zonas establecidas se describen los caracteres geomorfológicos que la definen, sus características tectónicas, la columna estratigráfica, se describen los grupos litológicos (haciendo especial hincapié para cada grupo litológico en su litología, estructura y geotecnia) y se finaliza el apartado con un resumen final de los principales problemas geotécnicos que se hayan detectado.

En el *capítulo cuatro* del Estudio, se establecen las conclusiones derivadas del análisis de los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos, siendo fruto de este análisis la sugerencia de los trazados de los corredores que se presentan en un esquema a escala 1:200.000.

En el *quinto* apartado se indica la *Bibliografía* consultada para la realización del Estudio.

Por último, en el *sexto capítulo* se incluyen los *anejos* correspondientes a la simbología que se ha utilizado para la elaboración de las columnas estratigráficas y a los criterios tenidos en cuenta para las descripciones geotécnicas.

Respecto a los *Planos*, se incluye una cartografía litológico-estructural a escala 1:50.000 y esquemas geológico, geotécnico, geomorfológico y de formaciones de pequeño espesor a escala 1:200.000 con sus correspondientes leyendas.

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido supervisado y ejecutado por:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, Servicio de Geotecnia

D. Jesús Santamaría Arias  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

D. Jesús Martín Contreras  
Licenciado en Ciencias Geológicas

y por parte de la empresa consultora UTE INECO-INGEMISA:

D. Oscar de la Torre Alvarez  
Licenciado en Ciencias Geológicas

D. Francisco Miguel Sánchez Pérez  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## **2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO**

### **2.1. CLIMATOLOGÍA**

Para el estudio de la climatología de la zona han sido escogidas un cierto número de estaciones meteorológicas, pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Las características geográficas y el nombre de cada una de las estaciones están recogidos en la Tabla 1. No todas las estaciones se encuentran dentro del área de estudio, pero se han incluido por su proximidad al Tramo.

De todos los datos suministrados por estas estaciones se han seleccionado unos determinados parámetros, de los cuales se ha extraído el valor medio, el máximo y el mínimo. Todos estos valores se han recogido en dos Tablas; una con los parámetros de pluviometría y otra con los parámetros de temperaturas, hay que observar, que en la mayoría de las estaciones los datos no están completos. El Instituto Meteorológico tiene estos datos incompletos puestos como cero.

Los gráficos 1 y 2 muestran los climogramas de todas las estaciones consultadas.

Las tablas 1 a 8 contienen los datos de temperatura y de precipitaciones.

Las precipitaciones medias anuales recogidas en las estaciones de referencia son bastante semejantes entre si, siendo la media anual de 900 mm, cantidad superior a la media nacional, estas precipitaciones se producen en un promedio de 55 días lluviosos al año, siendo los meses más lluviosos los de Septiembre, Octubre, Abril y Mayo. La nieve de suelo apenas está presente en el Tramo, únicamente en el mes de Enero se registran 4 días.

Las nieblas son muy frecuentes con un promedio de 81 días al año, siendo predominante en los meses de Septiembre, Octubre, Diciembre, Marzo, Abril y Mayo.

Los días de rocío y escarcha se dan durante un promedio de 79 y 16 días respectivamente, siendo los meses más frecuentes los de Mayo, Junio, Julio y Agosto para los primeros y Noviembre, Enero, Febrero y Marzo para los segundos.

Las temperaturas tienen un mínimo invernal de  $-3^{\circ}\text{C}$  en Enero y de máxima  $33^{\circ}\text{C}$  en los meses de Julio y Agosto. El mes más frío corresponde a Enero con una media de 5.6 grados y los meses más calurosos a Julio y Agosto con una media de las máximas de  $29^{\circ}\text{C}$ .

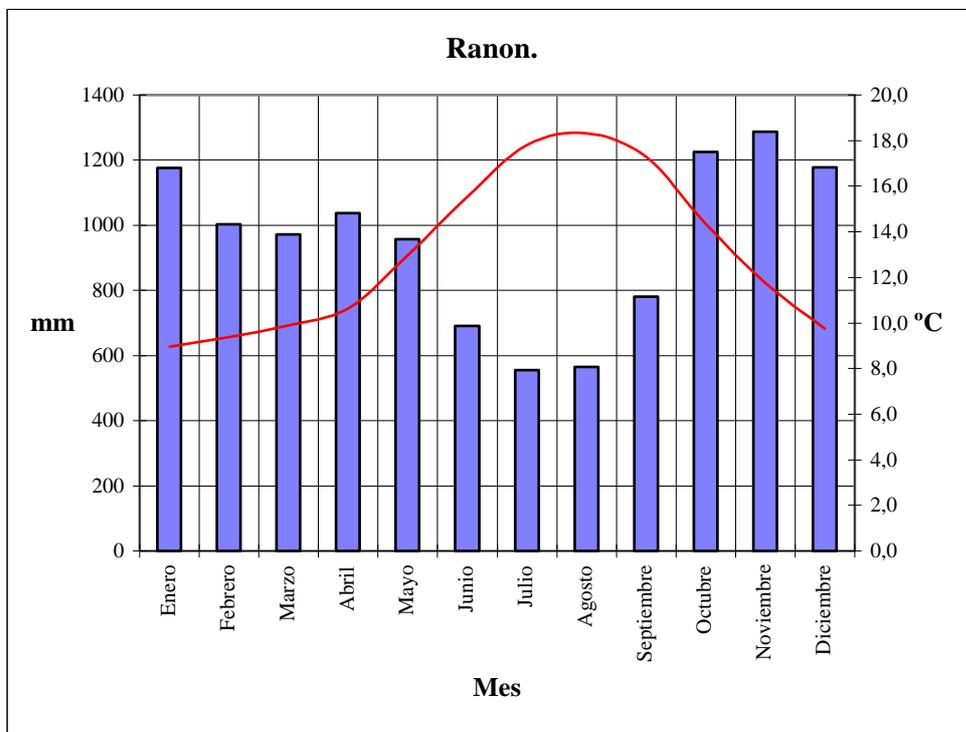
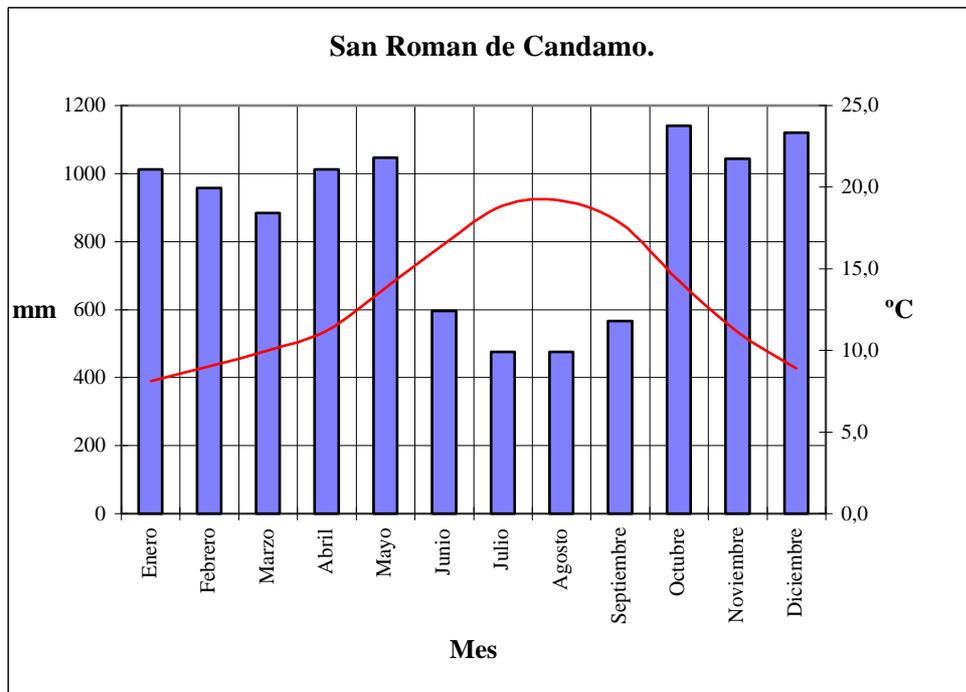


Gráfico 1

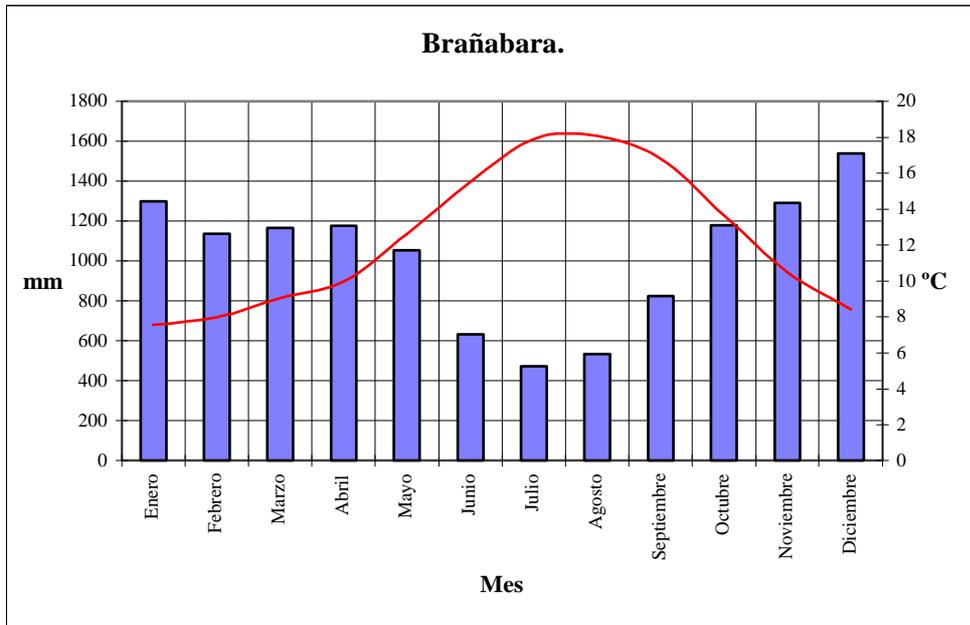
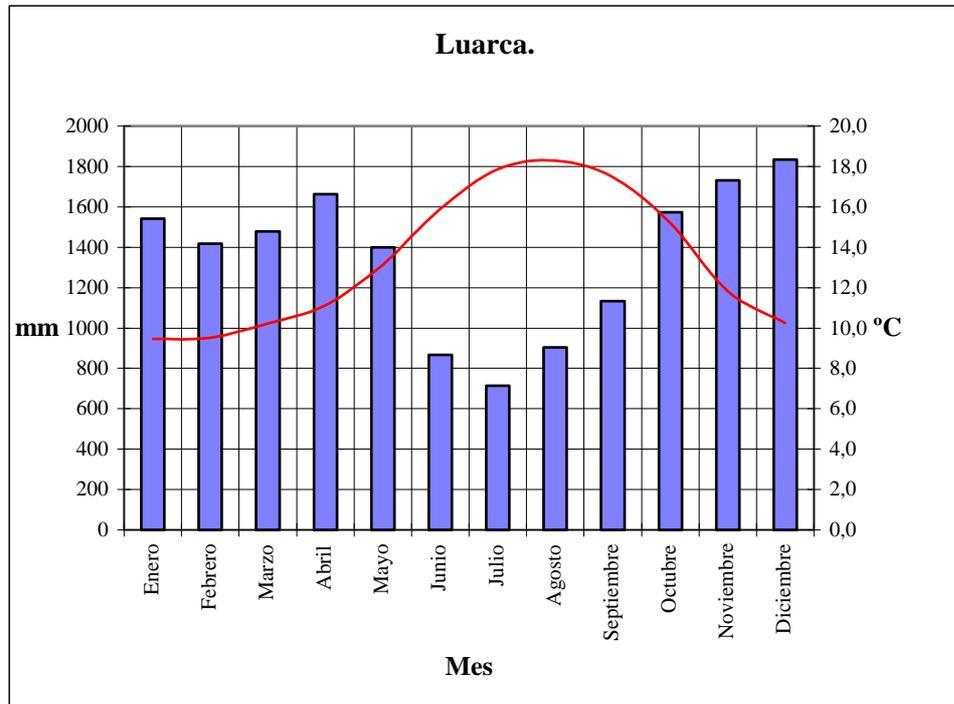


Gráfico 2

**PRECIPITACIONES. RANON**

**Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Precipitación Total (Litros/m <sup>2</sup> ) | Precipitación Max 1 día (Litros/m <sup>2</sup> ) | Días lluvia | Días nieve | Días granizo | Días tormenta | Días niebla | Días rocío | Días escarcha | Nieve cubriendo | Meteoro diferente | Días precip >10 litros/m <sup>2</sup> | Días precip >30 litros/m <sup>2</sup> |
|------------|---------------|--|--|-------------|------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 118  | 26   | 4           | 1          | 2            | 1             | 0           | 3          | 2             | 0               | 0                 | 4                                     | 1                                     |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 272  | 50   | 9           | 7          | 12           | 6             | 2           | 10         | 7             | 5               | 1                 | 10                                    | 2                                     |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 24   | 8  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 100  | 20   | 4           | 1          | 2            | 1             | 1           | 2          | 1             | 0               | 0                 | 3                                     | 0                                     |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 233  | 39   | 9           | 4          | 10           | 5             | 3           | 6          | 6             | 1               | 1                 | 10                                    | 2                                     |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 16   | 6  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 97   | 22   | 5           | 0          | 1            | 1             | 2           | 3          | 1             | 0               | 0                 | 4                                     | 0                                     |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 194  | 40   | 9           | 3          | 4            | 4             | 16          | 10         | 5             | 1               | 0                 | 8                                     | 1                                     |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 31   | 11   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 1                                     | 0                                     |
| Abril      | <i>Media</i>  | 104  | 25   | 4           | 0          | 1            | 2             | 2           | 2          | 0             | 0               | 0                 | 4                                     | 0                                     |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 222  | 65   | 9           | 1          | 5            | 6             | 11          | 9          | 4             | 0               | 0                 | 9                                     | 2                                     |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 7  | 6  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 96   | 25   | 5           | 0          | 1            | 2             | 3           | 2          | 0             | 0               | 1                 | 3                                     | 0                                     |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 310  | 70   | 9           | 1          | 14           | 6             | 11          | 18         | 1             | 1               | 14                | 10                                    | 3                                     |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 16   | 6  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Junio      | <i>Media</i>  | 69   | 23   | 5           | 0          | 0            | 2             | 4           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 2                                     | 0                                     |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 161  | 56   | 9           | 0          | 1            | 4             | 11          | 6          | 0             | 1               | 1                 | 6                                     | 2                                     |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 4  | 2  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Julio      | <i>Media</i>  | 55   | 22   | 5           | 0          | 0            | 2             | 5           | 2          | 0             | 0               | 0                 | 1                                     | 0                                     |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 154  | 115  | 9           | 0          | 3            | 7             | 12          | 8          | 0             | 0               | 0                 | 5                                     | 2                                     |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 11   | 4  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 56   | 18   | 4           | 0          | 0            | 2             | 3           | 2          | 0             | 0               | 0                 | 2                                     | 0                                     |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 241  | 66   | 9           | 0          | 1            | 4             | 12          | 11         | 0             | 0               | 0                 | 5                                     | 4                                     |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 8  | 4  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 78   | 25   | 5           | 0          | 0            | 2             | 3           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 3                                     | 0                                     |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 201  | 85   | 9           | 0          | 0            | 6             | 9           | 15         | 0             | 0               | 3                 | 8                                     | 2                                     |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 8  | 3  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 122  | 36   | 4           | 0          | 0            | 1             | 2           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 4                                     | 1                                     |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 387  | 90   | 9           | 0          | 2            | 4             | 14          | 13         | 0             | 1               | 0                 | 10                                    | 7                                     |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 9  | 7  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 129  | 35   | 5           | 0          | 1            | 1             | 1           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 4                                     | 1                                     |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 306  | 109  | 9           | 0          | 4            | 4             | 4           | 14         | 2             | 0               | 2                 | 12                                    | 3                                     |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 7  | 5  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 118  | 30   | 5           | 0          | 1            | 1             | 1           | 2          | 2             | 0               | 0                 | 4                                     | 1                                     |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 227  | 71   | 9           | 3          | 8            | 4             | 7           | 10         | 7             | 1               | 0                 | 9                                     | 2                                     |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 4  | 1  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                                     | 0                                     |

Tabla 1

**PRECIPITACIONES. SAN ROMAN DE CANDAMO Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Precipitación Total (Litros/m2) | Precipitación Max 1 día (Litros/m2) | Días lluvia | Días nieve | Días granizo | Días tormenta | Días niebla | Días rocío | Días escarcha | Nieve cubriendo | Meteoro diferente | Días precip >10 Litros/m2 | Días precip >30 Litros/m2 |
|------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 101                             | 22                                  | 5           | 1          | 1            | 1             | 7           | 6          | 6             | 0               | 0                 | 4                         | 0                         |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 261                             | 56                                  | 9           | 6          | 7            | 5             | 19          | 21         | 14            | 4               | 0                 | 10                        | 3                         |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 25                              | 8                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 96                              | 21                                  | 4           | 1          | 1            | 2             | 6           | 7          | 3             | 1               | 0                 | 3                         | 0                         |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 208                             | 43                                  | 9           | 7          | 4            | 4             | 11          | 19         | 11            | 9               | 0                 | 9                         | 1                         |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 8                               | 3                                   | 1           | 0          | 0            | 0             | 0           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 88                              | 23                                  | 5           | 0          | 2            | 2             | 7           | 9          | 2             | 0               | 0                 | 3                         | 0                         |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 150                             | 51                                  | 9           | 2          | 7            | 6             | 13          | 18         | 11            | 2               | 1                 | 5                         | 1                         |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 22                              | 9                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 2           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Abril      | <i>Media</i>  | 101                             | 25                                  | 4           | 0          | 1            | 3             | 5           | 8          | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 0                         |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 229                             | 49                                  | 9           | 1          | 6            | 10            | 15          | 21         | 2             | 0               | 0                 | 7                         | 2                         |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 11                              | 8                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 2          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 105                             | 30                                  | 5           | 0          | 1            | 4             | 4           | 7          | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 1                         |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 269                             | 87                                  | 9           | 0          | 4            | 9             | 15          | 17         | 1             | 0               | 0                 | 11                        | 2                         |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 11                              | 6                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Junio      | <i>Media</i>  | 60                              | 20                                  | 4           | 0          | 0            | 3             | 4           | 6          | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 166                             | 46                                  | 9           | 0          | 1            | 10            | 15          | 20         | 0             | 0               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 3                               | 1                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Julio      | <i>Media</i>  | 48                              | 21                                  | 4           | 0          | 0            | 4             | 5           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 207                             | 78                                  | 8           | 0          | 1            | 9             | 16          | 17         | 0             | 0               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 5                               | 2                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 48                              | 18                                  | 4           | 0          | 0            | 3             | 6           | 6          | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 148                             | 53                                  | 9           | 0          | 0            | 7             | 16          | 18         | 1             | 0               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 10                              | 3                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 57                              | 17                                  | 4           | 0          | 0            | 2             | 8           | 9          | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 155                             | 45                                  | 9           | 0          | 1            | 7             | 14          | 20         | 0             | 0               | 0                 | 7                         | 1                         |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 2                               | 1                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 114                             | 34                                  | 4           | 0          | 0            | 1             | 10          | 11         | 0             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 316                             | 70                                  | 9           | 0          | 2            | 4             | 20          | 20         | 0             | 0               | 0                 | 11                        | 3                         |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 13                              | 7                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 1           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 104                             | 27                                  | 5           | 0          | 1            | 2             | 9           | 10         | 2             | 0               | 0                 | 3                         | 1                         |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 280                             | 65                                  | 8           | 0          | 4            | 5             | 23          | 20         | 7             | 0               | 0                 | 12                        | 2                         |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 10                              | 7                                   | 2           | 0          | 0            | 0             | 3           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 112                             | 29                                  | 6           | 0          | 1            | 1             | 7           | 8          | 5             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 233                             | 59                                  | 9           | 6          | 4            | 3             | 14          | 19         | 12            | 4               | 1                 | 8                         | 3                         |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 3                               | 2                                   | 1           | 0          | 0            | 0             | 1           | 2          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |

Tabla 2

**PRECIPITACIONES. BRAÑABARA      Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Precipitación Total (Litros/m2) | Precipitación Max 1 día (Litros/m2) | Días lluvia | Días nieve | Días granizo | Días tormenta | Días niebla | Días rocío | Días escarcha | Nieve cubriendo | Meteoro diferente | Días precip >10 Litros/m2 | Días precip >30 Litros/m2 |
|------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 106                             | 26                                  | 4           | 0          | 1            | 0             | 0           | 0          | 2             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 302                             | 72                                  | 9           | 4          | 5            | 5             | 3           | 5          | 17            | 4               | 0                 | 10                        | 5                         |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 0                               | 0                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 102                             | 26                                  | 5           | 0          | 1            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 212                             | 84                                  | 9           | 6          | 4            | 5             | 3           | 8          | 3             | 2               | 0                 | 9                         | 3                         |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 7                               | 4                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 91                              | 26                                  | 5           | 0          | 1            | 0             | 0           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 0                         |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 165                             | 58                                  | 9           | 2          | 7            | 6             | 6           | 8          | 1             | 1               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 2                               | 1                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Abril      | <i>Media</i>  | 102                             | 29                                  | 4           | 0          | 0            | 1             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 1                         |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 281                             | 87                                  | 9           | 0          | 3            | 4             | 3           | 6          | 0             | 0               | 8                 | 11                        | 5                         |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 7                               | 4                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 95                              | 29                                  | 4           | 0          | 0            | 1             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 1                         |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 256                             | 81                                  | 9           | 0          | 2            | 4             | 7           | 6          | 0             | 0               | 17                | 10                        | 2                         |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 9                               | 5                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Junio      | <i>Media</i>  | 58                              | 21                                  | 4           | 0          | 0            | 1             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 166                             | 67                                  | 8           | 0          | 3            | 6             | 6           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 2                               | 1                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Julio      | <i>Media</i>  | 36                              | 17                                  | 3           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 191                             | 74                                  | 8           | 0          | 0            | 3             | 4           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 7                         | 2                         |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 0                               | 0                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 52                              | 21                                  | 5           | 0          | 0            | 1             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 144                             | 62                                  | 9           | 0          | 1            | 4             | 1           | 3          | 0             | 0               | 0                 | 5                         | 2                         |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 5                               | 4                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 73                              | 24                                  | 4           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 0                         |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 237                             | 74                                  | 9           | 0          | 1            | 3             | 9           | 4          | 0             | 0               | 0                 | 7                         | 3                         |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 0                               | 0                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 112                             | 36                                  | 4           | 0          | 0            | 0             | 0           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 293                             | 84                                  | 9           | 0          | 1            | 2             | 6           | 26         | 0             | 0               | 0                 | 9                         | 3                         |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 6                               | 5                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 125                             | 33                                  | 5           | 0          | 1            | 0             | 0           | 1          | 0             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 301                             | 86                                  | 9           | 0          | 6            | 3             | 2           | 19         | 7             | 0               | 7                 | 12                        | 4                         |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 10                              | 10                                  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 141                             | 34                                  | 4           | 0          | 1            | 1             | 0           | 0          | 2             | 0               | 0                 | 5                         | 1                         |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 364                             | 85                                  | 9           | 2          | 7            | 5             | 1           | 7          | 21            | 1               | 0                 | 17                        | 3                         |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 32                              | 12                                  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |

Tabla 3

**PRECIPITACIONES. LUARCA Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Precipitación Total (Litros/m2) | Precipitación Max 1 día (Litros/m2) | Días lluvia | Días nieve | Días granizo | Días tormenta | Días niebla | Días rocío | Días escarcha | Nieve cubriendo | Meteoro diferente | Días precip >10 Litros/m2 | Días precip >30 Litros/m2 |
|------------|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|---------------|-------------|------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 125                             | 32                                  | 4           | 0          | 1            | 0             | 0           | 12         | 1             | 0               | 0                 | 5                         | 1                         |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 281                             | 75                                  | 9           | 4          | 9            | 3             | 3           | 27         | 6             | 2               | 12                | 13                        | 3                         |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 24                              | 13                                  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 123                             | 30                                  | 4           | 0          | 1            | 0             | 0           | 8          | 1             | 0               | 0                 | 5                         | 1                         |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 304                             | 61                                  | 9           | 2          | 7            | 5             | 3           | 18         | 5             | 6               | 0                 | 10                        | 4                         |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 29                              | 10                                  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 116                             | 32                                  | 4           | 0          | 1            | 1             | 0           | 10         | 0             | 0               | 0                 | 5                         | 1                         |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 218                             | 59                                  | 9           | 2          | 6            | 7             | 4           | 19         | 0             | 2               | 0                 | 9                         | 3                         |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 17                              | 11                                  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |
| Abril      | <i>Media</i>  | 114                             | 29                                  | 5           | 0          | 1            | 1             | 1           | 9          | 0             | 0               | 1                 | 4                         | 0                         |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 280                             | 78                                  | 9           | 2          | 4            | 8             | 5           | 21         | 0             | 0               | 20                | 12                        | 2                         |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 8                               | 6                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 109                             | 29                                  | 5           | 0          | 0            | 1             | 1           | 10         | 0             | 0               | 0                 | 4                         | 0                         |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 288                             | 95                                  | 9           | 0          | 2            | 5             | 5           | 25         | 0             | 0               | 0                 | 9                         | 2                         |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 29                              | 8                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Junio      | <i>Media</i>  | 73                              | 25                                  | 4           | 0          | 0            | 1             | 3           | 12         | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 0                         |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 198                             | 78                                  | 9           | 0          | 3            | 3             | 12          | 22         | 0             | 0               | 0                 | 8                         | 1                         |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 6                               | 3                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Julio      | <i>Media</i>  | 54                              | 24                                  | 5           | 0          | 0            | 1             | 3           | 9          | 0             | 0               | 0                 | 1                         | 0                         |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 217                             | 78                                  | 9           | 6          | 1            | 10            | 11          | 25         | 0             | 0               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 1                               | 1                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 63                              | 26                                  | 4           | 0          | 0            | 1             | 2           | 13         | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 163                             | 70                                  | 9           | 0          | 0            | 8             | 14          | 25         | 0             | 0               | 0                 | 6                         | 2                         |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 5                               | 3                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 89                              | 29                                  | 5           | 0          | 0            | 1             | 3           | 15         | 0             | 0               | 0                 | 3                         | 1                         |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 275                             | 76                                  | 9           | 0          | 1            | 5             | 9           | 30         | 0             | 0               | 0                 | 8                         | 3                         |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 1                               | 1                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 127                             | 39                                  | 4           | 0          | 0            | 0             | 1           | 16         | 0             | 0               | 0                 | 4                         | 1                         |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 360                             | 144                                 | 9           | 0          | 4            | 4             | 9           | 27         | 1             | 0               | 0                 | 9                         | 4                         |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 3                               | 2                                   | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 146                             | 37                                  | 5           | 0          | 0            | 1             | 0           | 12         | 0             | 0               | 0                 | 5                         | 1                         |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 306                             | 70                                  | 9           | 0          | 2            | 7             | 5           | 30         | 0             | 2               | 0                 | 11                        | 4                         |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 0                               | 0                                   | 1           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 0                         | 0                         |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 140                             | 35                                  | 5           | 0          | 1            | 1             | 0           | 11         | 1             | 0               | 0                 | 5                         | 1                         |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 241                             | 63                                  | 9           | 4          | 5            | 3             | 3           | 23         | 12            | 3               | 0                 | 12                        | 2                         |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 37                              | 16                                  | 0           | 0          | 0            | 0             | 0           | 0          | 0             | 0               | 0                 | 2                         | 0                         |

Tabla 4

**TEMPERATURAS. RANON Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Máxima | Mínima | Media Máximas | Media Mínimas | Media Mes | Días temp. Min.<br>< 0° C | Días temp. Min.<br>>20° C | Días temp. Max<br>>25° C | Días temp. Max<br>>30° C |
|------------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|-----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 18     | 0      | 13            | 5             | 9         | 1                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 24     | 4      | 15            | 8             | 11        | 9                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 14     | -3     | 10            | 3             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 20     | 1      | 13            | 6             | 9         | 1                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 24     | 5      | 18            | 9             | 13        | 9                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 15     | -3     | 11            | 3             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 20     | 1      | 14            | 6             | 10        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 24     | 5      | 17            | 8             | 12        | 2                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 15     | -2     | 10            | 4             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Abril      | <i>Media</i>  | 21     | 3      | 14            | 7             | 11        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 27     | 6      | 17            | 9             | 13        | 1                         | 0                         | 1                        | 0                        |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 16     | -1     | 12            | 5             | 9         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 23     | 5      | 17            | 9             | 13        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 34     | 9      | 19            | 11            | 15        | 0                         | 0                         | 3                        | 1                        |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 17     | 2      | 13            | 8             | 10        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Junio      | <i>Media</i>  | 25     | 8      | 19            | 12            | 16        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 22            | 14            | 18        | 0                         | 0                         | 5                        | 2                        |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 19     | 6      | 16            | 11            | 14        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Julio      | <i>Media</i>  | 26     | 11     | 21            | 14            | 18        | 0                         | 0                         | 2                        | 0                        |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 33     | 14     | 24            | 16            | 19        | 0                         | 1                         | 8                        | 4                        |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 22     | 8      | 20            | 12            | 16        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 26     | 11     | 22            | 15            | 18        | 0                         | 0                         | 3                        | 0                        |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 32     | 14     | 24            | 17            | 20        | 0                         | 0                         | 8                        | 1                        |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 24     | 8      | 20            | 13            | 17        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 28     | 9      | 21            | 14            | 17        | 0                         | 0                         | 3                        | 0                        |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 36     | 14     | 24            | 17            | 20        | 0                         | 1                         | 10                       | 2                        |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 23     | 7      | 19            | 11            | 15        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 24     | 6      | 18            | 11            | 14        | 0                         | 0                         | 1                        | 0                        |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 20            | 13            | 16        | 0                         | 0                         | 3                        | 1                        |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 20     | 3      | 14            | 9             | 11        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 22     | 3      | 15            | 8             | 12        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 20            | 13            | 16        | 1                         | 0                         | 3                        | 1                        |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 19     | -1     | 12            | 6             | 9         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 20     | 1      | 13            | 6             | 10        | 1                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 26     | 6      | 17            | 9             | 13        | 5                         | 0                         | 1                        | 0                        |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 14     | -3     | 10            | 4             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |

Tabla 5

**TEMPERATURAS. SAN ROMAN DE CANDAMO Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Máxima | Mínima | Media Máximas | Media Mínimas | Media Mes | Días temp. Min.<br>< 0° C | Días temp. Min.<br>>20° C | Días temp. Max<br>>25° C | Días temp. Max<br>>30° C |
|------------|---------------|--------|--------|---------------|---------------|-----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 18     | 0      | 13            | 5             | 9         | 1                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 24     | 4      | 15            | 8             | 11        | 9                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 14     | -3     | 10            | 3             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 20     | 1      | 13            | 6             | 9         | 1                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 24     | 5      | 18            | 9             | 13        | 9                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 15     | -3     | 11            | 3             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 20     | 1      | 14            | 6             | 10        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 24     | 5      | 17            | 8             | 12        | 2                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 15     | -2     | 10            | 4             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Abril      | <i>Media</i>  | 21     | 3      | 14            | 7             | 11        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 27     | 6      | 17            | 9             | 13        | 1                         | 0                         | 1                        | 0                        |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 16     | -1     | 12            | 5             | 9         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 23     | 5      | 17            | 9             | 13        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 34     | 9      | 19            | 11            | 15        | 0                         | 0                         | 3                        | 1                        |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 17     | 2      | 13            | 8             | 10        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Junio      | <i>Media</i>  | 25     | 8      | 19            | 12            | 16        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 22            | 14            | 18        | 0                         | 0                         | 5                        | 2                        |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 19     | 6      | 16            | 11            | 14        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Julio      | <i>Media</i>  | 26     | 11     | 21            | 14            | 18        | 0                         | 0                         | 2                        | 0                        |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 33     | 14     | 24            | 16            | 19        | 0                         | 1                         | 8                        | 4                        |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 22     | 8      | 20            | 12            | 16        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 26     | 11     | 22            | 15            | 18        | 0                         | 0                         | 3                        | 0                        |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 32     | 14     | 24            | 17            | 20        | 0                         | 0                         | 8                        | 1                        |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 24     | 8      | 20            | 13            | 17        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 28     | 9      | 21            | 14            | 17        | 0                         | 0                         | 3                        | 0                        |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 36     | 14     | 24            | 17            | 20        | 0                         | 1                         | 10                       | 2                        |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 23     | 7      | 19            | 11            | 15        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 24     | 6      | 18            | 11            | 14        | 0                         | 0                         | 1                        | 0                        |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 20            | 13            | 16        | 0                         | 0                         | 3                        | 1                        |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 20     | 3      | 14            | 9             | 11        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 22     | 3      | 15            | 8             | 12        | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 20            | 13            | 16        | 1                         | 0                         | 3                        | 1                        |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 19     | -1     | 12            | 6             | 9         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 20     | 1      | 13            | 6             | 10        | 1                         | 0                         | 0                        | 0                        |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 26     | 6      | 17            | 9             | 13        | 5                         | 0                         | 1                        | 0                        |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 14     | -3     | 10            | 4             | 7         | 0                         | 0                         | 0                        | 0                        |

Tabla 6

**TEMPERATURAS. BRAÑAVARA Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Máxima | Mínima | Media mes | Días temp. Min. < -5° C | Días temp. Min. < 0° C | Días temp. Min. >20° C | Días temp. Max >25° C | Días temp. Max >30° C |
|------------|---------------|--------|--------|-----------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 15     | -2     | 6         | 0                       | 5                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 19     | 0      | 7         | 3                       | 14                     | 0                      | 0                     | 0                     |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 11     | -6     | 4         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 13     | -2     | 5         | 0                       | 6                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 18     | 0      | 7         | 2                       | 14                     | 0                      | 0                     | 0                     |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 11     | -6     | 4         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 15     | -2     | 6         | 0                       | 8                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 20     | 0      | 7         | 2                       | 14                     | 0                      | 0                     | 0                     |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 11     | -6     | 4         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Abril      | <i>Media</i>  | 20     | -1     | 8         | 0                       | 3                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 23     | 3      | 9         | 0                       | 6                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 16     | -5     | 7         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 21     | 1      | 9         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 26     | 3      | 11        | 0                       | 1                      | 0                      | 1                     | 0                     |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 17     | -1     | 8         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Junio      | <i>Media</i>  | 27     | 7      | 15        | 0                       | 0                      | 0                      | 3                     | 0                     |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 29     | 9      | 17        | 1                       | 1                      | 0                      | 9                     | 0                     |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 22     | 5      | 14        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Julio      | <i>Media</i>  | 26     | 7      | 15        | 0                       | 0                      | 0                      | 2                     | 0                     |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 29     | 9      | 17        | 2                       | 2                      | 0                      | 5                     | 0                     |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 23     | 5      | 14        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 28     | 6      | 15        | 0                       | 0                      | 0                      | 4                     | 0                     |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 33     | 8      | 18        | 2                       | 2                      | 2                      | 12                    | 1                     |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 25     | 4      | 13        | 0                       | 0                      | 0                      | 1                     | 0                     |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 23     | 4      | 12        | 0                       | 0                      | 0                      | 1                     | 0                     |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 27     | 7      | 15        | 1                       | 1                      | 0                      | 2                     | 0                     |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 16     | 1      | 7         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 19     | 1      | 9         | 0                       | 1                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 26     | 2      | 12        | 2                       | 2                      | 0                      | 1                     | 0                     |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 14     | -1     | 6         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 14     | -2     | 6         | 0                       | 3                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 19     | 1      | 9         | 2                       | 7                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 10     | -4     | 4         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 14     | 2      | 5         | 0                       | 5                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 2      | 0      | 6         | 3                       | 12                     | 0                      | 0                     | 0                     |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 10     | 5      | 4         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |

Tabla 7

**TEMPERATURAS. LUARCA      Período 1.960-1.990**

| Mes        |               | Máxima | Mínima | Media mes | Días temp. Min. < -5° C | Días temp. Min. < 0° C | Días temp. Min. >20° C | Días temp. Max >25° C | Días temp. Max >30° C |
|------------|---------------|--------|--------|-----------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Enero      | <i>Media</i>  | 19     | 0      | 9         | 0                       | 1                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Enero      | <i>Máxima</i> | 23     | 5      | 12        | 1                       | 6                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Enero      | <i>Mínima</i> | 15     | -5     | 7         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Febrero    | <i>Media</i>  | 20     | 0      | 10        | 0                       | 1                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Febrero    | <i>Máxima</i> | 25     | 3      | 12        | 0                       | 3                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Febrero    | <i>Mínima</i> | 15     | -3     | 7         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Marzo      | <i>Media</i>  | 21     | 2      | 10        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Marzo      | <i>Máxima</i> | 28     | 4      | 13        | 0                       | 1                      | 0                      | 2                     | 0                     |
| Marzo      | <i>Mínima</i> | 15     | 0      | 6         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Abril      | <i>Media</i>  | 21     | 3      | 11        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Abril      | <i>Máxima</i> | 27     | 7      | 13        | 0                       | 1                      | 0                      | 3                     | 0                     |
| Abril      | <i>Mínima</i> | 16     | 0      | 9         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Mayo       | <i>Media</i>  | 22     | 5      | 13        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Mayo       | <i>Máxima</i> | 32     | 9      | 16        | 0                       | 0                      | 0                      | 4                     | 2                     |
| Mayo       | <i>Mínima</i> | 18     | 3      | 11        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Junio      | <i>Media</i>  | 25     | 8      | 16        | 0                       | 0                      | 0                      | 1                     | 0                     |
| Junio      | <i>Máxima</i> | 31     | 10     | 18        | 0                       | 0                      | 0                      | 12                    | 1                     |
| Junio      | <i>Mínima</i> | 22     | 5      | 15        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Julio      | <i>Media</i>  | 26     | 10     | 18        | 0                       | 0                      | 0                      | 4                     | 0                     |
| Julio      | <i>Máxima</i> | 30     | 14     | 20        | 0                       | 0                      | 0                      | 16                    | 1                     |
| Julio      | <i>Mínima</i> | 23     | 8      | 16        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Agosto     | <i>Media</i>  | 27     | 11     | 18        | 0                       | 0                      | 0                      | 5                     | 0                     |
| Agosto     | <i>Máxima</i> | 32     | 13     | 20        | 0                       | 0                      | 0                      | 19                    | 2                     |
| Agosto     | <i>Mínima</i> | 24     | 8      | 17        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Septiembre | <i>Media</i>  | 27     | 9      | 17        | 0                       | 0                      | 0                      | 4                     | 0                     |
| Septiembre | <i>Máxima</i> | 33     | 15     | 19        | 0                       | 0                      | 1                      | 11                    | 1                     |
| Septiembre | <i>Mínima</i> | 22     | 8      | 15        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Octubre    | <i>Media</i>  | 25     | 7      | 15        | 0                       | 0                      | 0                      | 2                     | 0                     |
| Octubre    | <i>Máxima</i> | 30     | 10     | 18        | 0                       | 0                      | 1                      | 6                     | 1                     |
| Octubre    | <i>Mínima</i> | 20     | 4      | 12        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Noviembre  | <i>Media</i>  | 22     | 3      | 12        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Noviembre  | <i>Máxima</i> | 25     | 6      | 14        | 0                       | 1                      | 0                      | 2                     | 0                     |
| Noviembre  | <i>Mínima</i> | 18     | -1     | 10        | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Diciembre  | <i>Media</i>  | 21     | 1      | 10        | 0                       | 1                      | 0                      | 0                     | 0                     |
| Diciembre  | <i>Máxima</i> | 28     | 6      | 14        | 0                       | 6                      | 0                      | 1                     | 0                     |
| Diciembre  | <i>Mínima</i> | 13     | -2     | 7         | 0                       | 0                      | 0                      | 0                     | 0                     |

Tabla 8

## 2.2. TOPOGRAFÍA

La superficie del presente Estudio Previo de Terrenos se encuentra ubicada entre la costa Cantábrica al Norte, la estribación norte de la Cordillera Cantábrica al Sur, los valles de los ríos Nalón y Narcea al Este y la Ría del Eo al Oeste.

Las cotas entre las que está comprendido el Tramo oscilan entre el nivel del mar en las playas y los 1.017 m del monte del Courio. Sin embargo, este desnivel no es gradual, sino que pueden establecerse, en cuanto a Topografía se refiere dos zonas en el Tramo.

Así, la primera zona topográfica, se extiende a lo largo de toda la costa con un ancho variable y con una débil pendiente general S-N, que oscila entre el 1,5 y el 3,5 por ciento. Las cotas a las que se encuentra esta zona son: Al Oeste del Arroyo del Estercolero entre los 20 m y los 80 m de altitud; de 60 m a 100 m entre el Arroyo del Estercolero y el Río Barayo y entre el Río Mayor y el Arroyo de Posadas Frieira (estas dos zonas de características topográficas parecidas están separadas por una estrecha banda de aproximadamente 1 km. en la costa, de relieve más abrupto, que sobresale por el Cabo Cuerno).

Del Arroyo de Posadas Frieras hacia el E esta primera zona topográfica pierde entidad, estrechándose y desapareciendo en la zona del Mirador y la Playa del Silencio. En el extremo E, la zona vuelve a aparecer y está comprendida entre cotas 100 y 140 m, a lo largo de 1,5-2 Km.

La segunda zona topográfica, la más extensa e interior, que ocupa aproximadamente un 85% del área de estudio, se encuentra entre las cotas 100 m y 1.017 m, creciendo paulatinamente las alturas hacia el interior.

El Tramo se inicia en el amplio valle del Río Nalón, en las inmediaciones de la localidad de Grado, que se ensancha al recibir su afluente, el Río Cubia, pero rápidamente gira hacia el Norte evitando las sierras de La Cogolla (Cogolla 592 m), Pedrorio (Pedrorio 786 m) y Sollera (598 m), que se disponen casi perpendicularmente a la carretera N-634 que atraviesa longitudinalmente el tramo por esta zona. Esta parte más montañosa crece paulatinamente en altura hacia el SO, donde se alcanzan las mayores alturas de estas tres sierras (Pico de Vio de 816 m en la Sierra del Pedrorio) y las pendientes más pronunciadas, con pendientes naturales de hasta el 61%.

Siguiendo la N-634 se atraviesa longitudinalmente el valle encajado del Río Nonaya con dirección aproximadamente E-. Este valle se ha encajado perpendicularmente a las estructuras geológicas que constituyen las sierras de Las Traviesas y de Bodenaya; en la parte Norte de estas sierras se encuentran los picos de El Viso de 675 m y el de Camuño de 433 m. Al Sur del valle se encuentran los picos Rebollín de 809 m y Cermoño de unos 700 m de altitud.

El Río Narcea discurre por un valle muy encajado con dirección O-E en el cuadrante 2 de la hoja 27 y S-N en el cuadrante 3 de la hoja 28, limitado en su parte Norte por la sierra de Las Traviesas y al S por la sierra del Courio, donde se encuentran las cotas más altas de todo el Tramo (Courio 1.017 m) y pendientes de aproximadamente el 60 por ciento.

Hacia el NO, por la misma carretera N-634, encontramos el Alto de la Espina, que constituye una divisoria de aguas importante en el Tramo. Al NO existen valles muy encajados y tallados en forma de V con desniveles de hasta 400 m entre las zonas más altas (Aguión, 923 m; Pico Collado, 820 m) y los valles de los principales ríos de esta área: Brañalonga, Llorín y Muñas. La altitud, por lo general va disminuyendo hacia el NO, estando las cotas más bajas en los alrededores de la desembocadura del río Llorín y Ferreras sobre el Esva.

El resto de esta segunda zona topográfica, está formada, de E a O, por las estribaciones septentrionales de las sierras de Los Vientos (Cueto, 783 m) y de Pumar (Pico Lahuz, 667 m), que dan importantes resaltes, y las de Buseco (Refleita, 667 m; Peñas Rubias, 534 m; el Roncaño, 580 m) y La Bobia (Agrandela, 39 m y San Marcos, 230 m), lindando ya con la parte llana de la zona primera, excepto en Cabo Cuerno, en que esta zona escarpada llega directamente al mar. Todas estas sierras tienen una orientación general NE. Por esta última parte son de destacar los valles encajados de los ríos Navia y Eo, este último ya fuera del Tramo. Continúa en esta parte el decrecimiento de las cotas hacia el Oeste, con la máxima de 634 m en la Ouvertia, y el resto de cotas máximas ya no superan los 450 m, de tal manera que en el extremo Oeste del Tramo la cota máxima es el Monte de San Marcos con sólo 230 m de altura. Las pendientes también se hacen mucho más suaves aunque todavía son considerables (media del 33%).

En la Figura 2.1. se puede observar un perfil representativo de la topografía del Tramo.

### **2.3. GEOMORFOLOGÍA**

El Tramo de estudio se encuentra ubicado al Norte de la Cordillera Cantábrica. Está limitado al Norte por el Mar Cantábrico, al Sur por las estribaciones septentrionales de las sierras prelitorales de la Cantábrica, al Este por la depresión Terciaria de Grado y al Oeste por la ría del Eo.

Incluye los corredores actuales de las carreteras N-634 por el interior y la N-632 por la costa, que cortan perpendicularmente a las principales estructuras geológicas.

Los ríos principales de la zona de estudio, que se caracterizan por su corto recorrido desde la Cordillera Cantábrica, se encuentran en su curso bajo, y vierten en su totalidad al Mar Cantábrico, encontrándose bastante encajados, originándose en algunos de ellos una desembocadura en forma de rías (Eo y Navia). Las cuencas de estos ríos se encuentran separadas por divisorias que suelen coincidir con los niveles más duros de las

formaciones que drenan (Serie de los Cabos y Formación Herrería). A veces coinciden con las direcciones de las principales sierras, cuarcíticas, estando los ríos encajados en los niveles areniscosos y pizarrosos, más alterables y menos resistentes a la erosión.

La red secundaria está muy encajada y condicionada, como la principal por la litología y la estructura fundamentalmente; en la zona costera es perpendicular a ésta.

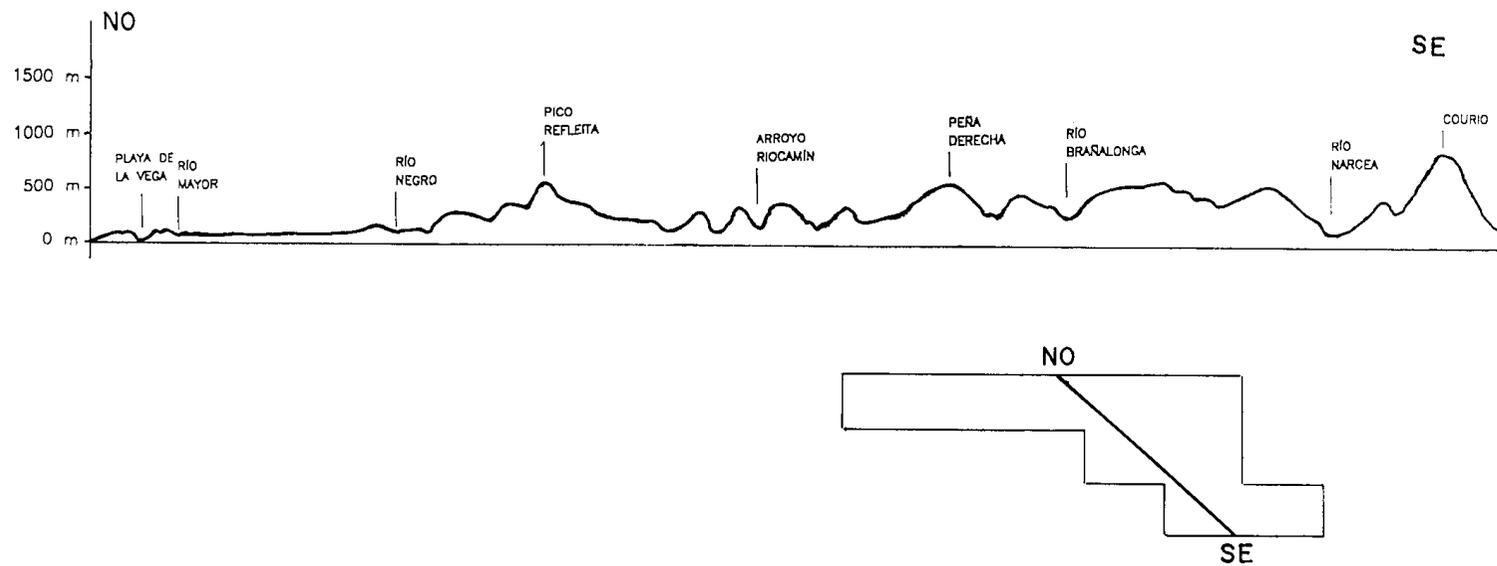


Figura 2.1. Corte topográfico representativo del Tramo y su situación esquemática.

La parte Sureste del área de estudio está ocupada por los valles encajados y de fondo plano del curso bajo de los ríos Nalón y Cubia (que dibujan algún meandro) discurriendo por materiales Devónicos de litología variada: calizas, areniscas, pizarras y cuarcitas. También se puede observar la presencia de pequeñas cuencas terciarias rellenas de materiales detríticos.

La parte central del tramo presenta un relieve abrupto y pendientes muy pronunciadas con ciertas zonas elevadas y de relieve llano (Ilanos de Tineo y La Espina). La red fluvial está muy encajada generando valles en forma de V. Al este de La Espina, la geomorfología de la zona está constituida por un conjunto de sierras, con dirección noroeste-sureste, pertenecientes a las estribaciones septentrionales de la Cordillera Cantábrica. Esas sierras están constituidas, fundamentalmente, por pizarras, cuarcitas y areniscas del Paleozoico. Entre estas sierras prelitorales se pueden destacar las del Pedrorio, Cogollo, Sollera, Las Traviezas, Bodenaya, Tineo, Pomar, Los Vientos, Buseco y la Bobia con una dirección aproximada entre NE-SO y NNE-SSO y las del Viso y del Courio con una dirección aproximada E-O.

La parte Norte está caracterizada por una banda estrecha E-O, paralela a la costa, con una ligera pendiente (entre el 1,5 y 3,5 por ciento) hacia el mar y por una costa acantilada con pequeñas plataformas marinas y calas. El área de escasa pendiente es el resultado de una abrasión marina durante la glaciación Würm y un reajuste isostático posterior debido a la rápida erosión de la Cordillera Cantábrica durante el Cuaternario, que hizo emerger esta plataforma que quedó cubierta por los depósitos cuaternarios de las zonas marginales de los abanicos aluviales y coluviales que se depositaron posteriormente.

Teniendo en cuenta lo comentado en párrafos anteriores, se pueden distinguir 2 zonas geomorfológicas, mostradas en el esquema de la Figura 2.2, que quedan definidas por su relieve, litología y los procesos morfogenéticos que tienen lugar en cada una de ellas:

La Zona I Unidad Geomorfológica de la plataforma costera-rías en la que actúan los siguientes procesos:

- Acción marina

Que está modificando la actual línea de costa generando formas acantiladas y pequeñas plataformas de abrasión, en zonas donde predomina la erosión del oleaje.

- Acción fluvial

Los ríos cortan y erosionan perpendicularmente la plataforma costera, encajándose en ella. Se adaptan a la estratificación y a las estructuras geológicas. La dinámica fluvial también genera morfologías de acumulación, como son los abanicos aluviales que tie-

nen su cabecera en las sierras marginales, expandiéndose en la plataforma y dando una ligera pendiente hacia el mar de entre 1,5 y 3,5 por ciento.

- Acción mixta marino-fluvial

En los estuarios de las rías del Eo y Navia, que generan marismas y barras arenosas.

- La acción de la gravedad

Se restringe a los acantilados de la costa, donde se originan por la erosión desprendimientos favorecidos por las discontinuidades preexistentes en la roca y por la erosión de las partes bajas de los acantilados.

En la Zona II Unidad Geomorfológica montañosa de fuertes pendientes y valles fluviales encajados en forma de "V", el relieve está controlado fundamentalmente por la diferencia de competencias y por la estructura de los materiales del Paleozoico. Quedan como interfluvios litologías predominantemente cuarcíticas y resistentes a la erosión fluvial, encajándose los ríos en las litologías pizarrosas y areniscosas, más alterables, y por tanto más susceptibles de erosionarse.

La erosión remontante ha generado unas pendientes muy elevadas. Las vertientes, actualmente sufren procesos de regularización natural, por acción de la gravedad, que produce deslizamientos (inactivos, pero que pueden volver a funcionar naturalmente, por acción de las lluvias o por la acción humana no deseada), movimientos en masa provocados por la arroyada, avalanchas de roca y derrubios, desprendimientos de bloques por vuelco debido a los altos buzamientos de las capas y reptaciones superficiales que afectan a la zona alterada y a suelos desarrollados en la roca. Las avalanchas y desprendimientos generan canchales procedentes de las cuarcitas en zonas donde están más tectonizadas. Los ríos tienen un régimen de aportaciones importante, siendo caudalosos a pesar de lo pequeñas que son sus cuencas hidrográficas. Junto a esto deben salvar pendientes pronunciadas lo que les confiere gran capacidad erosiva. En esta zona central la red es secundaria, en su mayor parte, observándose las cabeceras de arroyuelos, de trazado muy rectilíneo con bloques rocosos en sus lechos.

En la parte suroriental de esta Zona II, de valles encajados en el curso bajo de los ríos Nalón y Cubia, existen pequeñas cuencas terciarias y formas kársticas. Dominan los mismos procesos que en la zona anterior, pero su litología es sensiblemente distinta, por la presencia de materiales calcáreos y pizarrosos del Devónico y Carbonífero Inferior además de las litologías ya comentadas del Cámbrico-Ordovícico. En muchas ocasiones estos materiales se disponen en alternancias y en posiciones verticales y cabalgando sobre otros, situaciones de equilibrio metaestable, que junto a las elevadas pendientes naturales, del 60 por ciento en algunos casos son capaces de desencadenar procesos de gravedad. La red fluvial y el relieve están condicionados también por factores litológicos y estructurales.

Los ríos, en la parte oriental de la Zona II, están en su curso bajo, y divagan por sus valles encajados, dando formas incluso meandriformes y dejando depósitos aluviales abundantes. En las zonas de litología carbonatada se dan fenómenos de disolución, que generan formas de tipo kárstico, como cuevas y dolinas, estas últimas a escala cartográfica, que en sus fondos generan suelos de alteración.

La cuenca terciaria de Grado y las pequeñas cuencas de adyacentes, están rellenas de sedimentos poco consolidados en los que se desarrolla la erosión por arroyada de carácter difuso, con corrientes de trayectoria cambiante (mitigada en parte por la cubierta vegetal) y la arroyada concentrada, que genera surcos y barrancos. Estos procesos se ven favorecidos por el régimen climático lluvioso y por la existencia de pendientes fuertes (del 40 al 50 por ciento) que no permiten la fijación de la vegetación. Estos materiales, por lo dicho hasta ahora, son muy susceptibles de sufrir movimientos en masa.

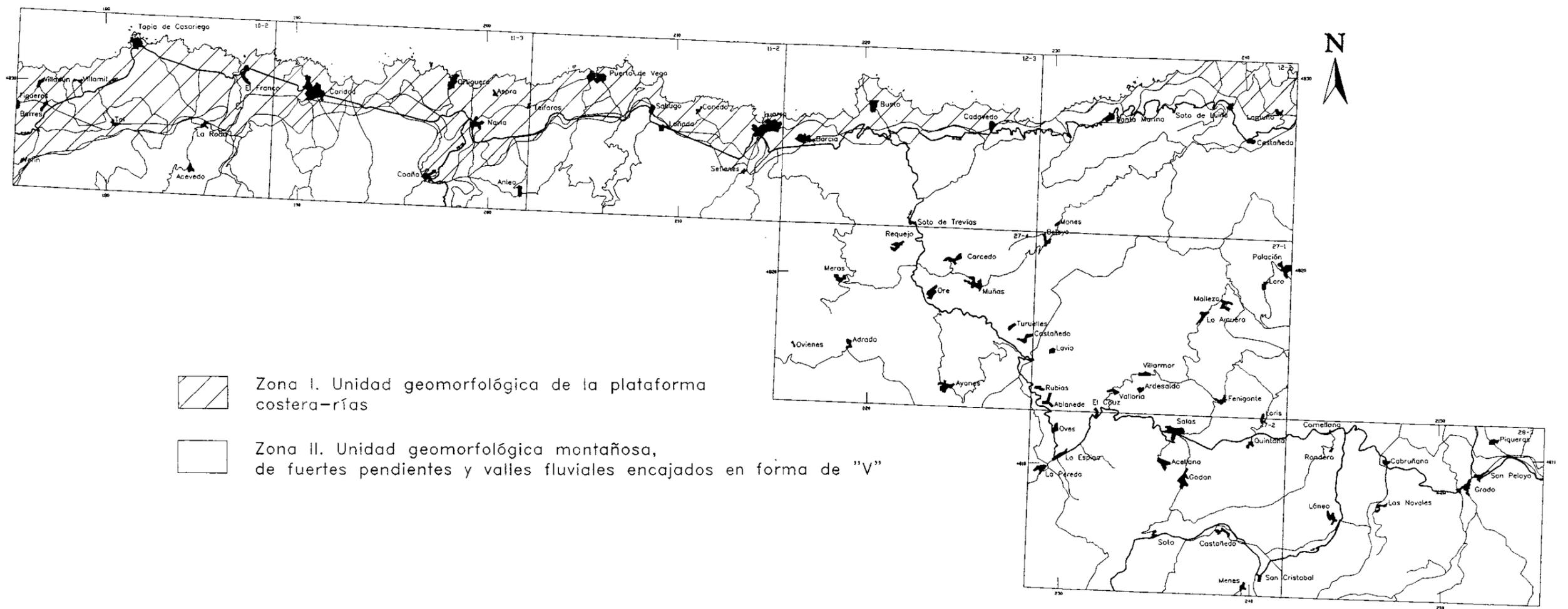


Figura 2.2. Esquema de la división del Tramo en zonas geomorfológicas.

## 2.4. ESTRATIGRAFÍA

Los materiales litológicos que aparecen en el Tramo pertenecen a edades comprendidas entre el Precámbrico y el Cuaternario. Falta todo el Mesozoico, el Pérmico y gran parte del Carbonífero.

El Tramo de estudio abarca dos de los dominios tectosedimentarios según Lozte: la Zona Cantábrica al E y con materiales de composición variada: cuarcitas, pizarras, calizas, areniscas; de edades comprendidas entre el Cámbrico Superior y el Terciario, y la Zona Asturoccidental-Leonesa con materiales de composición pizarrosa, areniscosa y cuarcítica, fundamentalmente, aunque hay materiales calcáreos, pero muy puntualmente (Caliza de Vegadeo).

Los materiales precámbricos se encuentran, únicamente, en los alrededores de Tineo-La Espina, formando la antiformal del Narcea y constituida por pizarras verdosas con intercalaciones de areniscas.

En discordancia con los anteriores aparece el Paleozoico Inferior que en la zona Oeste del Tramo (Zona Astur-Occidental-Leonesa) tiene una gran relevancia y representación. Está formado por materiales en su mayoría de origen detrítico presentando edades entre Cámbrico-Ordovícico Medio. Están constituidos por dos potentes series detríticas (Formación Herrería de unos 2.000 m de espesor y Formación Los Cabos de hasta 4.000 m de edades Cámbrico Inferior y Cámbrico Medio-Ordovícico Superior respectivamente) formadas por pizarras, areniscas y cuarcitas, separadas por un nivel discontinuo de calcoesquistos de unos 150 m de espesor (Caliza de Vegadeo y de edad Cámbrico Medio).

La formación Los Cabos tiene un nivel de cuarcitas a techo (Formación Barrios o capas superiores del Eo) de creciente importancia hacia el E.

Estratigráficamente por encima de la Serie de Los Cabos (en la zona Oeste) encontramos la denominada Formación Luarca de edad Ordovícico Medio con espesores comprendidos entre 300 y 1.200 m (diferencias debidas a causas tectónicas). Consisten en unas pizarras negras, limolitas y areniscas con variaciones litológicas locales. A techo tiene un nivel cuarcítico denominado cuarcita de Sabugo.

Sobre la Formación Luarca aparece la Formación Agüeira, de edad Ordovícico Superior constituida por alternancia de areniscas finas, limolitas y pizarras negras con algún nivel cuarcítico. El espesor, al igual que la formación anterior no se puede estimar por estar siempre cortada por cabalgamientos.

Las dos formaciones anteriores, sólo aparecen en la Zona Astur-Occidental-Leonesa, en el ámbito de la zona de trabajo, y las que vamos a describir a continuación sólo se encuentran en la Zona Cantábrica.

En clara discordancia sobre las cuarcitas de techo del Cámbrico-Ordovícico Medio, o Cuarcitas de Barrios se encuentra la formación Formigoso, constituida por pizarras negras en la base y con intercalaciones de areniscas y limolitas hacia el techo. Tienen una edad Silúrico inferior a medio y un espesor de unos 150 m.

La Formación Furada se sitúa inmediatamente por encima de la anterior, con una edad Wenlockiense Silúrico medio a superior y se le estima un espesor de 150 a 200 m. Está compuesta fundamentalmente por cuarcitas, areniscas ferruginosas y, en menor grado, pizarras y limolitas, adquiriendo importancia estas últimas hacia techo.

El Devónico Inferior está representado por la Formación Rañeces, de litología muy heterogénea: en la base unos 200 m de calizas y pizarras con predominio de calizas; por encima de éstas, 50 m a 100 m de calizas y pizarras alternantes y sobre éstas, 150 m de calizas, margas y pizarras rojizas alternantes.

Por encima de esta última formación le siguen unos 300 m de calizas grises con intercalaciones de pizarras a la base y dolomías a techo, de edad Devónico Inferior a medio, conocidas como Formación Moniello.

Apoyada en la Formación Moniello se encuentra la Formación Naranco que representa Devónico medio y que está compuesta por areniscas y cuarcitas, en ocasiones ferruginosas. A techo aparecen unos 100 m de una alternancia de areniscas y pizarras. En total esta formación tiene un espesor que oscila entre 400 y 500 m.

A esta formación se superponen unas calizas recifales que pasan lateralmente a calizas masivas, dolomitizadas a veces, calizas arenosas y areniscas y a pizarras y margas conocidas como Calizas de Candás. El espesor de esta formación es de unos 200 m y tiene una edad Devónico medio.

Concordantes con las anteriores, y de edad Devónico Superior se apoyan las denominadas Areniscas de Candás que consisten en unos 100 m que en la base tienen areniscas con lechos ferruginosos, con frecuentes e irregulares intercalaciones de pizarras y a techo por cuarcitas blancas.

El tránsito al Carbonífero esta constituido por una serie representada por la Caliza Griotte que son unas calizas nodulosas, rojizas, de edad Visiense y con un espesor de unos 10 m.

En la cartografía esta formación está representada junto con la formación suprayacente: la Caliza de Montañosa que consta, a muro, de unas calizas oscuras y fétidas, tableadas y a techo de calizas claras masivas. El espesor máximo de esta formación es de unos 60 m en la zona de estudio aunque al estar formada por cabalgamientos y también debido a

la erosión, podría tener un espesor menor. La edad de esta formación es Carbonífero Inferior.

Sobre la Caliza de Montaña encontramos unas pizarras y areniscas que se presentan como facies turbidíticas incompletas o completas en estratos de unos 20 cm, de edad Carbonífero. Tienen un espesor de 180 a 300 m.

El período Carbonífero superior está representado por el relleno de una pequeña cuenca consistente en unos conglomerados muy cementados de matriz grosera que aparecen en un único afloramiento en la Punta del Cuerno, en la parte Asturoccidental-Leonesa del Tramo. Aparecen en clara discordancia sobre la Formación de Los Cabos, de edad Cámbrico Medio-Ordovícico Superior. Tienen una potencia máxima de unos 90 m.

Al E del Tramo aparecen materiales sin consolidar de edad Terciario (Paleógenoneógeno): conglomerados, arenas y margas y algunos niveles calcáreos. Son rellenos de pequeñas cuencas endorréicas, con variaciones de espesor notables, lo que hace suponer un control tectónico en la formación de dichas cuencas. Normalmente tienen pequeños espesores decamétricos, pero se han observado espesores máximos de hasta 380 m, al N de Grado.

Los depósitos Cuaternarios son resultado de la evolución de las laderas (depósitos de ladera, coluviones, canchales), de la acción fluvial (terrazas, depósitos aluviales de canal, conos de deyección) y de la alteración del substrato. La Figura 2.3, representa gráficamente la descripción de la columna estratigráfica de este tramo.

Las rocas ígneas están representadas por dos tipos de litologías, las más abundantes corresponden a unos granitoides de aspecto masivo, de carácter leucocrático y porfídico. De forma más minoritaria, afloran unos filones de microgranitos, con aspecto microporfídico, que se alteran mucho en superficie.

## **2.5. TECTÓNICA**

El Tramo de estudio se encuentra ubicado íntegramente en el Macizo Ibérico, dentro de las zonas Cantábrica y Asturoccidental-Leonesa. La primera se caracteriza por la ausencia de metamorfismo, y la segunda, por que el metamorfismo es de grado bajo. Dentro de la Zona Asturoccidental-Leonesa, el Tramo esta constituido en su mayor parte por el Dominio del Navia y el Alto Sil. Al Oeste de Salave, donde está el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, el Tramo se interna en el dominio de este Manto de Mondoñedo.

Al Este de La Espina, (donde se encuentra el cabalgamiento de La Espina), el Area de estudio pertenece a la Zona Cantábrica, más concretamente a la Región de los Pliegues y Mantos y dentro de ésta en las Unidades de Somiedo-Correcilla y la Sobia-Bodón. Las

estructuras más importantes y cartografiables en la zona de estudio se formaron en la Orogenia Hercínica. Existen evidencias de orogenias anteriores en los materiales Precámbricos del Antiforme del Narcea, pero no se conservan estructuras. Por otra parte, dentro del Tramo, la Orogenia Alpina únicamente reactiva estructuras originadas en la Orogenia Hercínica.

La zona Oeste del Tramo, perteneciente a la Zona Asturoccidental-Leonesa se caracteriza por una intensa deformación interna de los materiales, que se refleja en la presencia generalizada de foliaciones tectónicas y de un metamorfismo regional de grado bajo que aumenta de intensidad hacia el Oeste. Los pliegues, en todos los casos, tienen trazas axiales de orden kilométrico. Son apretados y cortados, en ocasiones, por cabalgamientos.

Según la mayor parte de los autores se observan tres fases de deformación principales en la Zona de estudio, dentro de esta Orogenia Hercínica.

| ESQUEMA LITOLÓGICO | GRUPO LITOLÓGICO | GRUPO GEOTÉCNICO | DESCRIPCIÓN   | EDAD                      |
|--------------------|------------------|------------------|---|---------------------------|
|                    | V1.V2            | GT4              | SUELOS. ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS  | CUATERNARIO               |
|                    | M                | GT5              | MARISMA. FANGOS, LIMOS, ARCILLAS, ARENAS FINAS Y MATERIA ORGÁNICA                     | CUATERNARIO               |
|                    | R1               | GT3              | PLAYA. ARENA FINAS BLANCAS  | CUATERNARIO               |
|                    | E                | GT3              | DUNAS. ARENAS FINAS BLANCAS   | CUATERNARIO               |
|                    | R2               | GT1              | CONGLOMERADOS. ARENAS Y ARCILLAS  | CUATERNARIO               |
|                    | A2               | GT4              | DEPÓSITOS DE FONDO DE VALLE LIMO-ARCILLOSO  | CUATERNARIO               |
|                    | A1               | GT1              | DEPÓSITOS ALUMALES DE LIMOS, ARENAS Y GRAVAS  | CUATERNARIO               |
|                    | T                | GT1              | TERRAZA. ARCILLAS Y LIMOS CON CANTOS CUARCÍTICOS DISPERSOS                            | CUATERNARIO               |
|                    | D                | GT6              | CONOS DE DEYECCIÓN. GRAVAS CUARCÍTICAS EN MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA                 | CUATERNARIO               |
|                    | C1               | GT2              | DEPÓSITOS COLUVIONARES. LIMOS Y ARCILLAS CON CANTIDADES VARIABLES DE ARENA            | CUATERNARIO               |
|                    | C2               | GT2              | DEPÓSITOS DE LADERA. CANTOS CUARCÍTICOS EN MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA                | CUATERNARIO               |
|                    | C3               | GT9              | DEPÓSITOS DE LADERA-CANCHAL CANTOS CUARCÍTICOS CON ESCASA MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA | CUATERNARIO               |
|                    | 310b             | GT15             | GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS   | TERCIARIO                 |
|                    | 310a             | GT15             | ARCILLAS  | TERCIARIO                 |
|                    | 152b             | GT7              | CONGLOMERADOS Y AGLOMERADOS   | CARBONIFERO SUPERIOR      |
|                    | 152a             | GT8              | PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS   | CARBONIFERO SUPERIOR      |
|                    | 150              | GT11             | CALIZAS ROJAS Y GRISES  | CARBONIFERO SUPERIOR      |
|                    | 143              | GT10             | CUARCITAS Y ARENISCAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRA DE CANDAS                        | DEVÓNICO SUPERIOR         |
|                    | 140a             | GT11             | CALIZAS GRISES DE CANDAS  | DEVÓNICO MEDIO-SUPERIOR   |
|                    | 142              | GT12             | ARENISCAS FERRUGINOSAS Y CUARCITAS  | DEVÓNICO MEDIO            |
|                    | 140b             | GT14             | CALIZAS Y PIZARRAS  | DEVÓNICO INFERIOR-MEDIO   |
|                    | 141              | GT14             | CALIZAS Y PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS                                   | DEVÓNICO INFERIOR         |
|                    | 132              | GT12             | ARENISCAS FERRUGINOSAS Y LUTITAS  | SILÚRICO SUPERIOR         |
|                    | 130              | GT8              | PIZARRAS NEGRAS   | SILÚRICO                  |
|                    | 120c             | GT8              | PIZARRAS Y ARENISCAS  | ORDOVÍCICO SUPERIOR       |
|                    | 120b             | GT10             | CUARCITAS BLANCAS   | ORDOVÍCICO SUPERIOR       |
|                    | 120a             | GT8              | ARENISCAS, SILTITAS Y PIZARRAS  | ORDOVÍCICO MEDIO-SUPERIOR |

Figura 2.3. Columna estratigráfica del Tramo Grado-Ribadeo.

| ESQUEMA LITOLÓGICO | GRUPO LITOLÓGICO | GRUPO GEOTÉCNICO         | DESCRIPCIÓN   | EDAD                              |
|--------------------|------------------|--------------------------|---|-----------------------------------|
|                    | 122a             | GT8                      | PIZARRAS NEGRAS                                       | ORDOVÍCIO MEDIO                   |
|                    | 122c             | GT12                     | PIZARRAS Y CUARCITAS                                  | ORDOVÍCIO MEDIO                   |
|                    | 122b             | GT10                     | CUARCITAS   | ORDOVÍCIO MEDIO                   |
|                    | 122a             | GT8                      | PIZARRAS NEGRAS                                       | ORDOVÍCIO MEDIO                   |
|                    | 121              | GT10                     | CUARCITAS   | ORDOVÍCIO INFERIOR                |
|                    | 100b             | GT12                     | PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS                       | CÁMBRICO MEDIO-ORDOVÍCIO INFERIOR |
|                    | 100a             | GT8                      | PIZARRAS Y ARENISCAS                                  | CÁMBRICO MEDIO-ORDOVÍCIO INFERIOR |
|                    | 112b             | GT10                     | ARENISCAS Y CUARCITAS                                 | CÁMBRICO MEDIO                    |
|                    | 112a             | GT8                      | PIZARRAS VERDES                                       | CÁMBRICO MEDIO                    |
|                    | 111c             | GT11                     | CALIZAS Y DOLOMIAS                                    | CÁMBRICO INFERIOR                 |
|                    | 111b             | GT10                     | CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y PIZARRAS | CÁMBRICO INFERIOR                 |
|                    | 100              | GT8                      | PIZARRAS DE GRANO FINO                                | CÁMBRICO ORDOVÍCIO INFERIOR       |
|                    | 111a             | GT8                      | ARENISCAS Y PIZARRAS ALTERNANTES                      | CÁMBRICO INFERIOR                 |
|                    | 010              | GT8                      | PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS             | PRECÁMBRICO                       |
|                    | 001              | GT13                     | GRANITOIDES   |                                   |
| 002                | GT13             | FILONES DE MICROGRANITOS |   |                                   |

Figura 2.3. Columna estratigráfica del Tramo Grado-Ribadeo (continuación).

- Primera fase de deformación

Es intensa y origina pliegues isoclinales y vergentes hacia el E, siendo acostados en el dominio del Manto de Mondoñedo y con mayor ángulo entre flancos hacia el E. Tienen una dirección general NNE-SSO. También genera una foliación de carácter generalizado.

- Segunda fase de deformación

Origina los cabalgamientos que cortan a los pliegues originados en la primera fase de deformación. Estos cabalgamientos tienen una dirección de transporte hacia el E y una dirección de su traza NNE-SSO. Los cabalgamientos de mayor entidad, dentro del Area de trabajo son los de La Espina, que es el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo. Otros cabalgamientos de entidad menor dentro del Tramo son los del Barayo, Montefurado y Trones, todos dentro del dominio del Navia y Alto Sil.

- Tercera fase de deformación

Genera pliegues suaves y de grandes dimensiones que afectan a las estructuras de las fases anteriores. Es poco visible en el Tramo de estudio. En la zona Este del Tramo, perteneciente a la Zona Cantábrica, la tectónica es algo distinta.

En primer lugar, la mayor parte de las estructuras visibles son debidas a la segunda fase de deformación, que actúa de forma amortiguada y menos energética que en el dominio anterior.

En segundo lugar, la deformación ha tenido lugar en la parte superior de la corteza, puesto que se ha observado una ausencia total de deformación interna (aquí la foliación no se observa plegada, como en el área anterior) y la ausencia total de metamorfismo.

En tercer lugar, la deformación está controlada por la existencia de niveles de despegue que cortan la estratificación tanto frontalmente como lateralmente. Estos niveles de despegue son paralelos a la estratificación, es decir son, contactos, excepto en la zona de rotura; los desplazamientos de las escamas pueden llegar a decenas de kilómetros.

En la Zona de trabajo, las trazas de los cabalgamientos afectan a los materiales del Cámbrico Inferior-Medio, es decir, a la Formación Vegadeo y a los tramos margosopizarrosos del Devónico. Además de las estructuras generadas por la Orogenia Hercínica, las fases tardihercínicas se generan unas estructuras consistentes en fallas de desgarre con cierto movimiento en la vertical, transversales a los cabalgamientos y con direcciones ONO-ESE a NO-SE. Estas estructuras son muy visibles.

Por último, la Orogenia Alpina debió aprovechar las estructuras hercínicas y reactivarlas. Se tiene constancia de ello en la Zona, porque pequeñas cuencas, de Grado, están afectadas por fallas que provocan cambios de espesor muy considerables.

## 2.6. SISMICIDAD

Todo lo que se expone en este apartado está referido a la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-94 de reciente vigencia (desde el 9 de Febrero de 1997) que sustituye a la PDS (1974) que se venía aplicando hasta el momento de su entrada en vigor. En la figura 2.4, se muestra el tramo en el mapa de Peligrosidad Sísmica.

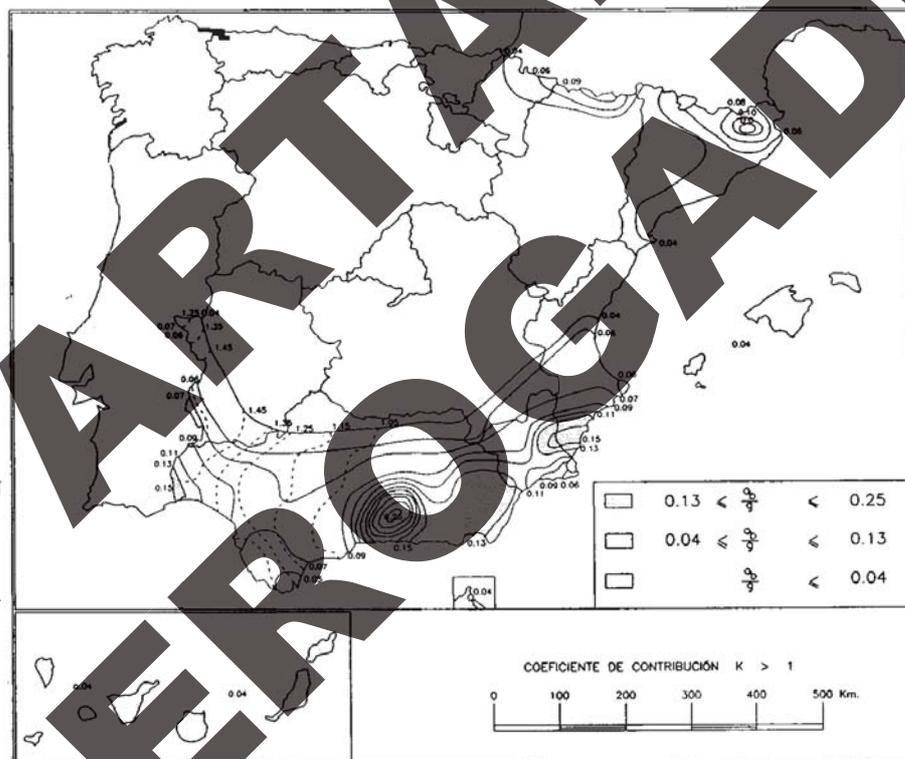


Figura 2.4. Situación del Tramo Grado-Ribadeo en el Mapa de Peligrosidad Sísmica.

Según dicha norma, la construcción de una infraestructura lineal se considera una obra de especial importancia a efectos de su aplicación, según su epígrafe 1.2.2. Esto quiere decir, que para el cálculo del coeficiente de riesgo ( $\rho$ ) de la fórmula:

$$A_c = a_b \cdot \rho$$

donde

$a_c$  = Aceleración de cálculo

$a_b$  = Aceleración básica

$p$  = Coeficiente de riesgo que se obtiene mediante la fórmula

$$p = (t/50)^{0.37}$$

$t$ , que es el período de vida de la construcción, va a ser igual o mayor a 100 años en este caso, de obra de especial importancia.

Según el epígrafe 1.2.3. de la NCSE-94 no es obligatoria la aplicación de esta Norma si la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , es inferior a 0,06 g, donde g es el valor de la gravedad.

Para saber la  $a_c$  simplemente tenemos que aplicar la fórmula mencionada anteriormente, puesto que  $a_b$  la obtenemos del Mapa de Riesgo Sísmico de la Figura 2.4, siendo  $a_b < 0,04$  g, obteniéndose una  $a_c$  que esta claramente fuera del rango de obligatoriedad para el cumplimiento de esta Norma, por lo que se tendría que cumplir únicamente las Prescripciones de índole general, que son:

- Clasificación de las construcciones
- Mapa de peligrosidad sísmica y obtención de la aceleración sísmica básica
- Aceleración sísmica de cálculo.

### **3. ESTUDIO DE ZONAS**

#### **3.1. DIVISIÓN DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO**

El Tramo se divide en Zonas de estudio con el objeto de estructurar y facilitar la descripción y el examen de los grupos litológicos que se han discriminado en su ámbito.

En la Figura 3.1. se puede observar un esquema en el que se aprecia como queda distribuidas la división por Zonas en el Tramo.

Los criterios utilizados para realizar esta partición son fundamentalmente geomorfológicos y en menor grado litológicos, coincidiendo con la división en unidades geomorfológicas del Tramo de estudio.

Estas unidades quedarían como siguen:

- Zona 1

Unidad geomorfológica plataforma costera-rías, está constituida fundamentalmente por los relieves planos en una estrecha banda de hasta 3 km. de anchura, cuyo zócalo paleozoico se encuentra recubierto por materiales terrígeno-detríticos del Plio-cuaternario.

Entre las zonas planas se desarrollan algunos valles perpendiculares a esta zona, formados por las rías.

Esta zona limita al Norte con el Mar Cantábrico por medio de acantilados de diversa altura formados por materiales Paleozoicos detrítico-pizarrosos.

- Zona 2

Unidad geomorfológica montañosa de fuertes pendientes, con valles encajados en forma de "V".

Está constituida por materiales detríticos (cuarcitas, areniscas y pizarras) de edad Precámbrico, Cámbrico y Ordovícico y materiales de naturaleza carbonatada de edad Devónico y Carbonífero.

El relieve se caracteriza por fuertes pendientes donde tienen lugar procesos de ladera, fenómenos de erosión fluvial y encajamiento, y procesos kársticos en las litologías carbonatadas. La red de drenaje presenta una distribución que se reajusta a la disposición estructural de los materiales del substrato.

Un rasgo distintivo de la Zona 2 es la presencia de pequeñas cuencas terciarias con rellenos de materiales poco consolidados en donde los cauces fluviales presentan mayor desarrollo.

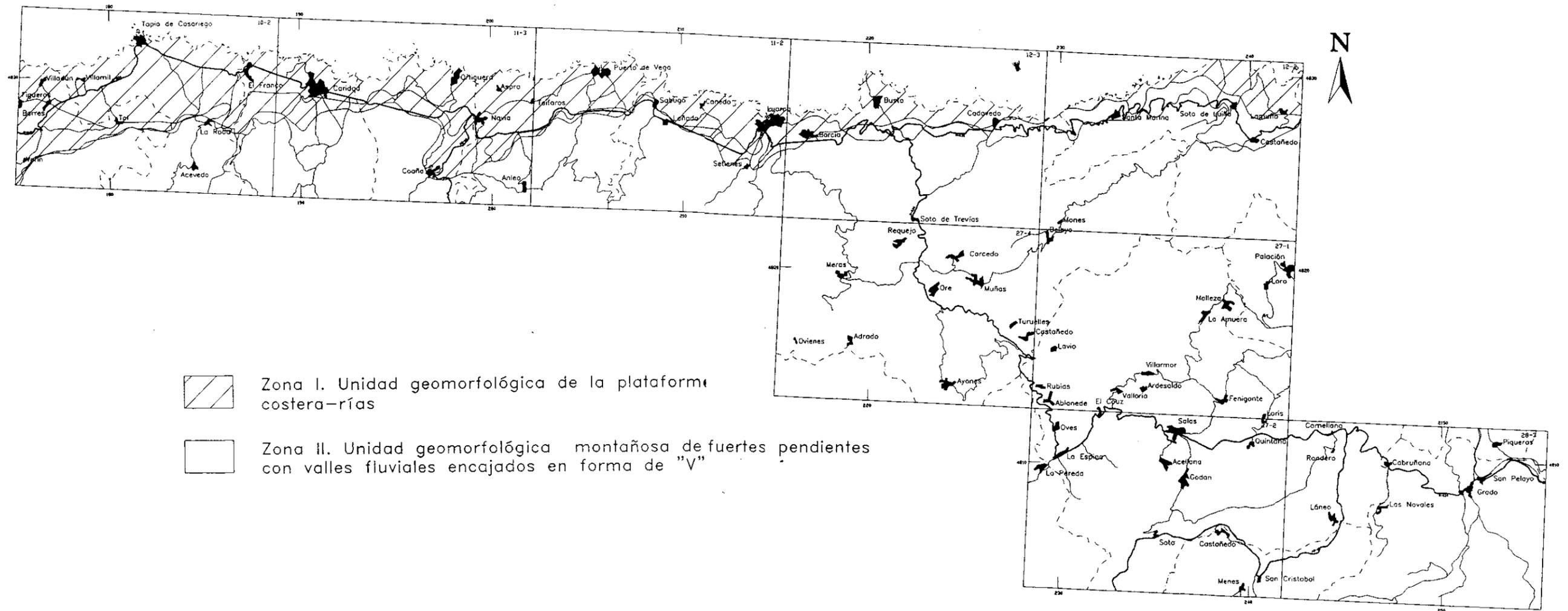


Figura 3.1. División del Tramo en zonas de estudio

## **3.2. ZONA 1: UNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE PLATAFORMA COSTERA Y RÍAS**

### **3.2.1. Geomorfología**

Está recorrida por las carreteras N-634 y N-632.

La Zona 1, ocupa una plataforma de dirección E-O de unos 3 km. de ancho como media, paralela a la costa y con una pendiente entre el 1,5 y el 3 por ciento hacia el mar.

El límite Oeste de la zona viene marcado por la Ría del Eo; el Este por la Concha de Arredo; el Norte por el Mar Cantábrico y el Sur por las sierras marginales de la Cordillera Cantábrica: Sierra de la Bobia, Sierra de Buseco y Sierra de los Vientos.

El relieve de la Zona 1 es bastante llano (ver Foto 3.1.), principal característica de la zona, con pendientes hacia la costa de a lo sumo de 3,5°, y más pronunciadas en los lindes de las sierras prelitorales y en las laderas de los valles encajados en esta plataforma. Estas pendientes se rompen al llegar a las costas acantiladas que la limitan por el Norte y a los ríos y rías que la atraviesan, donde las pendientes se hacen mayores.



*Foto 3.1. Vista general del relieve la Zona 1, al fondo de la imagen, desde la Sierra de los Vientos*

La erosión marina origina una costa acantilada y recortada formándose los cabos por las formaciones más resistentes a la erosión marina, como las cuarcitas. Los ríos se encajan en las litologías más susceptibles de erosión y meteorización (areniscas y pizarras) y en las zonas más tectonizadas, coincidiendo generalmente con las direcciones de estratificación y estructurales. La red secundaria es de escasa importancia, encajándose en la plataforma costera. Tienen dirección perpendicular a la costa.

Actualmente, los procesos que están modificando el relieve de esta zona llana costera se pueden considerar como producidos por:

- Acción marina, que está modificando la actual línea de costa, generando fundamentalmente acantilados en zonas donde predomina la erosión y zonas, menos importantes, de acumulación que dan formas acumulativas como son las pequeñas playas.

En los acantilados dominan los procesos gravitacionales, siendo bastante comunes los desprendimientos de rocas, de importancia, aunque no cartografiables.

- Los procesos eólicos aparecen, aunque con muy escasa importancia originando morfologías de dunas, de escasa entidad y siempre asociadas a playas, de donde obtienen el material para formarse.
- Erosión fluvial. También tiene importancia en el modelado del relieve la red fluvial que corta casi perpendicularmente a la plataforma costera, adaptándose a la estratificación. Localmente (en las rías del Eo y Navia), se produce acumulaciones en los estuarios que generan barras arenosas y depósitos fangosos de marisma, por acción mixta marino-fluvial.

También se observan morfologías acumulativas de abanicos aluviales, sobre todo en el contacto con las sierras costeras, que contribuyen en sus partes marginales a la formación de esta pendiente suave hacia el mar.

- En la linde con las sierras marginales tiene lugar procesos de ladera, que producen depósitos que llegan a cubrir parte de la plataforma costera, produciendo acumulación de coluviones en la misma, originando morfologías de pendientes muy suaves hacia el mar, en el sentido de caída, en las zonas más alejadas de los relieves costeros.
- Por lo general los procesos edáficos afectan, dada la climatología de la región, a toda la zona, generando una cubierta vegetal importante.

### 3.2.2. Tectónica

La Zona 1 se encuentra ubicada íntegramente en la zona Asturoccidental-Leonesa, ocupando una banda estrecha en la parte Este del dominio del Manto de Mondoñedo y cruzando transversalmente casi por completo el dominio del Navia y el Alto Sil, quedando marcada la frontera entre ambos dominios en esta zona por la presencia del pequeño plutón de Tapia-Salave que no deja observar en esta zona el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo. Los materiales están afectados por un metamorfismo regional leve que aumenta hacia el Oeste.

La disposición general de las capas es subvertical o buzando ángulos altos hacia el O, y las estructuras se encuentran vergiendo ligeramente hacia el E.

La deformación en las rocas se plasma en el estilo de plegamiento, que genera pliegues, en general sensiblemente distintos en la parte del Manto de Mondoñedo que, en el dominio del Navia más al E. No obstante, en esta zona están cubiertas todas las litologías por depósitos cuaternarios.

En el Manto de Mondoñedo, generalmente, los ejes de las estructuras tienen una traza longitudinal N-NNE, de orden kilométrico, coincidente con la traza cartográfica general. Son pliegues apretados vergentes al E, que afectan, en el tramo, a las Calizas de Vegadeo y a la Serie de los Cabos.

Las condiciones en las que afloran estos materiales son malas, pero donde lo hacen se ven fuertemente replegados a escala de afloramiento constituyendo en general, pliegues de orden menor y con foliación tectónica, en los tramos más pizarrosos. Esto ocurre en las estribaciones por ejemplo del anticlinal del Eo que toma en esta zona una dirección NNE.

En este dominio los materiales están afectados por 3 fases de plegamiento: una que forma los grandes pliegues longitudinales, la segunda que es la que genera los mantos de cabalgamiento que se observan y la tercera que pliega las estructuras preexistentes.

El dominio del Navia y Alto Sil, al Este del cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo, constituye, un amplio sinclinal, que está cabalgado por la unidad del Manto de Mondoñedo.

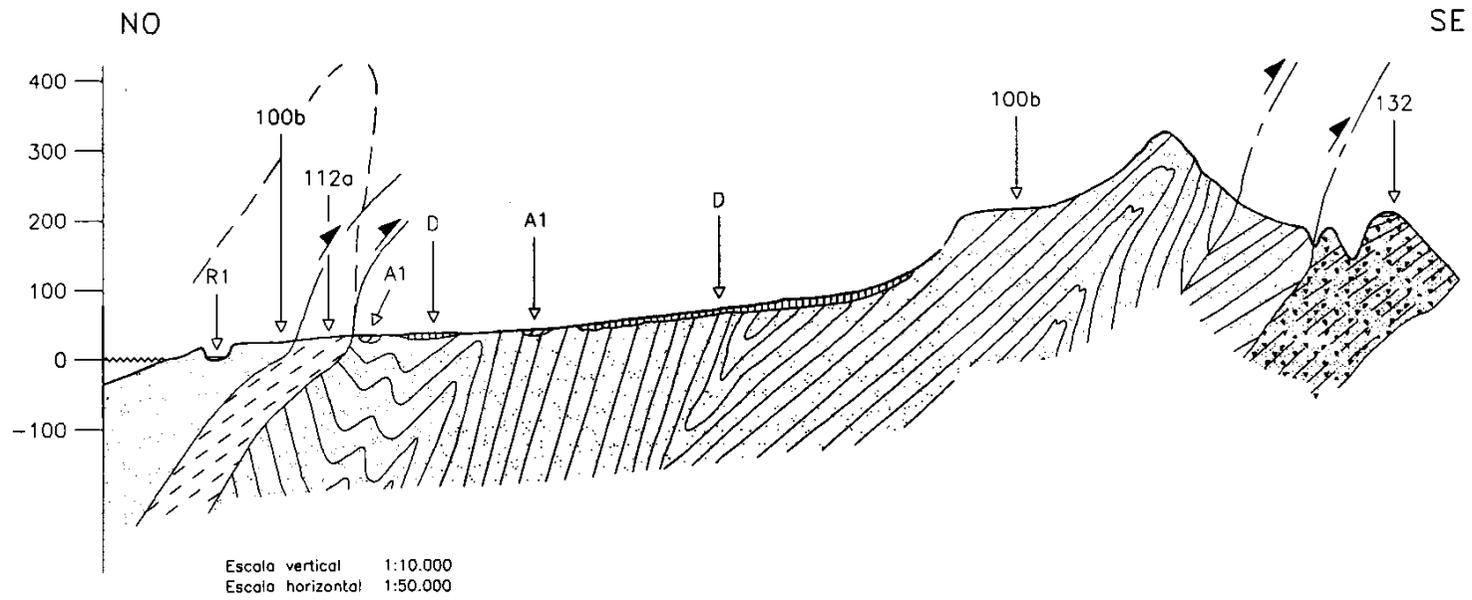
Son también de destacar, los importantes alineamientos y fracturas de dirección ONO-ESE, formadas en las etapas Tardihercínicas y que afectan a las estructuras anteriormente mencionadas. Estas fracturas llegan a modelar la costa acantilada, dando forma a cabos importantes, como Cabo Busto, en su parte oriental.

Así mismo deben resaltarse las fracturas N-S, por ejemplo en la Ría del Eo quedando como bloque hundido la zona occidental gallega; durante la Orogenia Alpina, se reactivaron estas

estructuras, viéndose actualmente el resultado de esa reactivación; en la Figura 3.2. se puede observar un corte esquemático de la estructura y las formaciones superficiales de la Zona 1.

### **3.2.3. Columna estratigráfica**

La Figura 3.3. representa la columna estratigráfica de la Zona 1.



LEYENDA

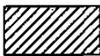
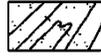
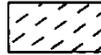
|   |    |   |   |      |                                  |
|---|----|---|---|------|----------------------------------|
|  | R1 | Playa. Arenas finas blancas   |  | 132  | Areniscas ferruginosas y lutitas |
|  | A1 | Depósito aluvial de limos, arenas y gravas                            |  | 100b | Pizarras, areniscas y cuarcitas  |
|  | D  | Conos de deyección. Gravas cuarcíticas en matriz areno-limo-arcillosa |  | 112a | Pizarras verdes                  |

Figura 3.2. Corte esquemático de la Zona 1.

| ESQUEMA LITOLÓGICO | GRUPO LITOLÓGICO | GRUPO GEOTÉCNICO | DESCRIPCIÓN  | EDAD                               |
|--------------------|------------------|------------------|--|------------------------------------|
|                    | V1               | GT4              | SUELOS. ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS   | CUATERNARIO                        |
|                    | M                | GT5              | MARISMA. FANGOS, LIMOS, ARCILLAS, ARENAS FINAS Y MATERIA ORGÁNICA          | CUATERNARIO                        |
|                    | R1               | GT3              | PLAYA. ARENAS FINAS BLANCAS  | CUATERNARIO                        |
|                    | E                | GT3              | DUNAS. ARENAS FINAS BLANCAS  | CUATERNARIO                        |
|                    | R2               | GT1              | CONGLOMERADOS, ARENAS Y ARCILLAS   | CUATERNARIO                        |
|                    | A2               | GT4              | DEPÓSITOS DE FONDO DE VALLE LIMO-ARCILLOSO                                 | CUATERNARIO                        |
|                    | A1               | GT1              | DEPÓSITOS ALUVIALES DE LIMOS, ARENAS Y GRAVAS                              | CUATERNARIO                        |
|                    | T                | GT1              | TERRAZA. ARCILLAS Y LIMOS CON CANTOS CUARCÍTICOS DISPERSOS                 | CUATERNARIO                        |
|                    | D                | GT6              | CONOS DE DEYECCIÓN. GRAVAS CUARCÍTICAS EN MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA      | CUATERNARIO                        |
|                    | C1               | GT2              | DEPÓSITOS COLUVIONARES. LIMOS Y ARCILLAS CON CANTIDADES VARIABLES DE ARENA | CUATERNARIO                        |
|                    | 152b             | GT7              | CONGLOMERADOS Y AGLOMERADOS  | CARBONIFERO SUPERIOR               |
|                    | 120c             | GT8              | PIZARRAS Y ARENISCAS   | ORDOVÍCICO SUPERIOR                |
|                    | 120b             | GT10             | CUARCITAS BLANCAS  | ORDOVÍCICO SUPERIOR                |
|                    | 120a             | GT8              | ARENISCAS, SILTITAS Y PIZARRAS   | ORDOVÍCICO MEDIO-SUPERIOR          |
|                    | 122a             | GT8              | PIZARRAS NEGRAS  | ORDOVÍCICO MEDIO                   |
|                    | 122c             | GT12             | PIZARRAS Y CUARCITAS   | ORDOVÍCICO MEDIO                   |
|                    | 122b             | GT10             | CUARCITAS  | ORDOVÍCICO MEDIO                   |
|                    | 122a             | GT8              | PIZARRAS NEGRAS  | ORDOVÍCICO MEDIO                   |
|                    | 121              | GT10             | CUARCITAS  | ORDOVÍCICO INFERIOR                |
|                    | 100b             | GT12             | PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS  | CÁMBRICO MEDIO-ORDOVÍCICO INFERIOR |
|                    | 100a             | GT8              | PIZARRAS Y ARENISCAS   | CÁMBRICO MEDIO-ORDOVÍCICO INFERIOR |
|                    | 112b             | GT10             | ARENISCAS Y CUARCITAS  | CÁMBRICO MEDIO                     |
|                    | 112a             | GT8              | PIZARRAS VERDES  | CÁMBRICO MEDIO                     |

Figura 3.3. Columna estratigráfica en la Zona 1 el estudio.

| ESQUEMA LITOLÓGICO | GRUPO LITOLÓGICO | GRUPO GEOTÉCNICO | DESCRIPCIÓN   | EDAD                            |
|--------------------|------------------|------------------|---|---------------------------------|
|                    | 111c             | GT11             | CALIZAS Y DOLOMIAS                                    | CÁMBRICO INFERIOR               |
|                    | 111b             | GT10             | CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y PIZARRAS | CÁMBRICO INFERIOR               |
|                    | 111a             | GT8              | ARENISCAS Y PIZARRAS ALTERNANTES                      | CÁMBRICO INFERIOR               |
|                    | 100              | GT8              | PIZARRAS DE GRANO FINO                                | CÁMBRICO<br>ORDOVICICO INFERIOR |
|                    | 001              | GT13             | GRANITOIDES   |                                 |
|                    | 002              | GT13             | FILONES DE MICROGRANITOS                              |                                 |

Figura 3.3. Columna estratigráfica en la Zona 1 el estudio (continuación).

### 3.2.4. Grupos litológicos

En este apartado se van a describir la litología, la estructura y las características geotécnicas observables en las formaciones geológicas que se han cartografiado en la Zona 1.

#### DEPÓSITOS ALUVIALES DE LIMOS, ARENAS Y GRAVAS, (A1, a1)

##### - Litología

Este grupo litológico está compuesto por gravas heterométricas (con cantos de hasta 25 cm) de cantos de redondeados a subredondeados de cuarcitas, generalmente, (Foto 3.2.) aunque puede haber cantidades mucho menos importantes de cantos de areniscas y pizarras. Estos cantos están a veces englobados en limos y arenas finas.



*Foto 3.2. Aspecto de los acarreo del río*

##### - Estructura

Son depósitos de gravas y arenas que a veces rellenan cauces, con estructura lenticular y otras veces sin estructura definida, pero la disposición es siempre horizontal.

Su disposición interna, cuando se aprecia, consiste en barras de gravas, cuyos cantos están imbricados con lentejones de arenas donde raramente se observa estratificación cruzada.

La potencia de estos depósitos en la mayoría de los casos no supera los 3,5 m, siendo lo más común que no supere los 1,5 m. En los más desarrollados puede alcanzar el espesor de 6 a 10 m.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de un suelo, con un grado bajo de compactación y una capacidad portante baja que puede originar asentamientos diferenciales. Generalmente, en los lentejones de arena y sobre todo de grava las permeabilidades son de altas a medias dependiendo de la cantidad de finos que se encuentren entre los cantos; sin embargo en las zonas donde abundan los finos, las permeabilidades son bajas. Son de prever niveles freáticos cercanos a la superficie.

Los drenajes superficiales suelen ser deficientes al situarse estos depósitos en zonas llanas. El drenaje subterráneo puede ser eficaz en las zonas de gravas y arenas e ineficaz en las zonas donde abundan los finos.

Según los criterios utilizados en las descripciones geotécnicas, estos materiales se pueden considerar excavables; pueden presentar problemas geomorfológicos propios de la dinámica fluvial.

No se han observado taludes de interés, pero son de prever problemas de estabilidad, y erosionabilidad, aunque se supone que no se construyan taludes grandes en esta litología. Son susceptibles de aprovechamiento para áridos sobre todo los más evolucionados, previo lavado y especialmente en las zonas 1 y 2 del tramo, dada la escasez existente de áridos naturales.

## DEPÓSITOS DE FONDO DE VALLE LIMO-ARCILLOSOS, (A2, a2)

- Litología

Están formados por arcillas oscuras, limos, arenas. Existe presencia de materia orgánica. Presentan algunos cantos cuarcíticos ocasionales, centimétricos de subredondeados a subangulosos.

- Estructura

La estructura es completamente masiva y se encuentran ocupando vaguadas suaves y mal drenadas. La disposición es subhorizontal en la mayoría de los casos y su espe-

sor varia del centro al borde de la vaguada, no superando nunca los 3 metros, aunque generalmente los espesores son menores, del orden de 0,5 - 1 m.

- Geotecnia

Este grupo litológico geotécnicamente se considera un suelo, con un grado de compactación bajo y una capacidad portante muy baja, que unido a la plasticidad que pueden llegar a tener y a su contenido en materia orgánica puede generar asentamientos significativos.

La permeabilidad es muy baja debido al alto contenido de finos y materia orgánica; debido a la topografía muy llana donde se depositan, pueden generar unos drenajes superficiales deficientes puesto que el agua tiene una sola vía de escape: el río y este tiene una pendiente muy suave. Los drenajes subterráneos son muy pobres. Todo esto puede provocar algún encharcamiento en zonas de vaguada. Estos materiales se consideran excavables. No hay taludes de interés.

#### DEPÓSITOS COLUVIONARES, (C1, c1)

- Litología

Se trata de depósitos areno-limo-arcillosos de colores marrones oscuros a ocre con contenido variable de materia orgánica. Contienen cantos angulosos de cuarcitas en su mayoría y de pizarras en menor cantidad, con tamaños variables que pueden llegar hasta 15 centímetros.

Se puede observar el aspecto de esta formación en la Foto 3.3.



*Foto 3.3. Aspecto del grupo litológico C1 de la banda llana costera*

- Estructura

La estructura interna es masiva, distribuyéndose caóticamente los cantos dispersos que contiene, se depositan prácticamente horizontales con una pendiente pequeña en la rasa aumentando su pendiente hacia el interior al aproximarse a los relieves montañosos. Los espesores vistos en esta formación no superan los 3,5 m, siendo muchas veces, y sobre todo en la rasa inferiores a 0,5 metros.

- Geotecnia

Geotécnicamente se considera un suelo con bajo grado de compactación y capacidad portante baja. Puede generar asentamientos significativos.

La permeabilidad en general es baja, dado el porcentaje de finos que contiene este grupo. El drenaje superficial en las zonas llanas es insuficiente y dado su carácter impermeable pueden dar lugar a encharcamientos. Son materiales ripables. No se han observado taludes de interés, pero son de prever problemas de estabilidad, erosionabilidad y chineos.

## CONOS DE DEYECCIÓN, (D, d)

### - Litología

Estos depósitos como se ve en la Foto 3.4., se presentan en su parte proximal como gravas heterométricas de cantos de subangulosos a subredondeados, en su mayoría cuarcíticos aunque pueden aparecer alguno de pizarras. En las partes distales, la matriz es arenosa o de cantos más finos en su mayor parte, y en otras zonas es de naturaleza areno-limosa. En algunas zonas esta matriz es muy escasa. El centil es de hasta 35 cm y se encontró en una zona de matriz escasa.



*Foto 3.4. Aspecto de la zona proximal de un abanico aluvial, a la altura del km. 304 de la N-634 (E70)*

- Estructura

La estructura interna es masiva, caótica, sin apreciarse ningún tipo de orden, aunque se aprecian cicatrices erosivas en su interior, en las zonas en las que la matriz es menos abundante, su forma es típica de cono de deyección, estrecho en la cabecera y amplio y extendido en su parte distal.

Su disposición es horizontal. Se han llegado a observar hasta 4,5 m de espesor sin ver la base. En general los mayores espesores están en la parte intermedia.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de suelos, con capacidad portante entre media y baja, pudiendo aparecer asentamientos diferenciales en algunas zonas.

La permeabilidad varía de unas zonas a otras dependiendo del contenido de finos. En general se puede considerar de tipo medio a bajo. Susceptible de sufrir erosiones importantes.

Los drenajes superficiales en las partes más alejadas serán insuficientes y debido a su escasa pendiente y a su baja permeabilidad, se pueden llegar a producir encharcamientos. En la parte proximal de los abanicos, por el contrario la pendiente es mayor, por lo que se facilita el drenaje superficial, y también buen drenaje subterráneo puesto que su permeabilidad es media.

Este grupo litológico es excavable.

Se han observado taludes bajos, con ángulos medios, en los que se ha apreciado únicamente problemas de chineos, siendo por lo demás estables. En taludes más altos pueden presentar problemas gravitacionales que generen el deslizamiento de esta formación en las partes proximales. Por esta razón se recomienda no superar una inclinación 3H:2V, previniendo además la caída de materiales, dado su alto potencial de erosionabilidad.

Es interesante resaltar el interés de estos depósitos como préstamo y yacimiento granular dada su litología, extensión y la escasez en la zona de materiales de préstamo.

PLAYA, (R1, r1)

- Litología

Se trata de arenas sueltas blancas, muy finas y muy bien seleccionadas, de naturaleza cuarcítica en su mayoría.

- Estructura

Están depositadas horizontalmente y la única estructura que se puede encontrar es la deposicional, observándose solamente estratificación cruzada a pequeña escala. Los espesores no superan los 4 metros.

- Geotecnia

A estas arenas se las considera un suelo con una capacidad portante muy baja, que puede generar asentamientos significativos: La permeabilidad es alta, por lo que los drenajes subterráneos son buenos.

Son materiales excavables. Erosionable. En este grupo litológico pueden originarse problemas derivados de la dinámica litoral.

#### CONGLOMERADOS, ARENAS Y ARCILLAS, (R2, r2)

- Litología

Son depósitos variados en los que predominan los conglomerados y arenas como se observa en la Foto 3.5.



*Foto 3.5. Aspecto del grupo litológico R2, r2 en el paso elevado de la N-634 a la altura del Km. 551,5, en el cruce con la carretera que lleva a la playa de Arnao*

Estos conglomerados apenas contienen matriz, son cuarcíticos y de cantos muy redondeados. Los tamaños de los cantos suelen estar entre 3 y 10 cm. Están bastante seleccionados, siendo la media de unos 6-7 cm.

Las arenas son blanquecino-amarillentas, cuarcíticas, muy bien seleccionadas y con tamaños medios a finos, siendo la matriz en este caso arcillosa.

- Estructura

La estructura es tabular y horizontal, alternando lentejones sedimentarios de gravas y arenas de 0,5 a 1 m de espesor, limitados por cicatrices erosivas en algunos casos.

La estructura interna de estos materiales es de cantos imbricados y las de los cuerpos arenosos es planar-horizontal: el espesor total de la formación difícilmente supera los 3,5 metros, siendo los espesores más comunes de 1,5 a 2,5 metros.

- Geotecnia

Geotécnicamente es un suelo con capacidad portante baja en general, y localmente de tipo medio en las zonas con gravas. Puede generar asientos importantes.

La permeabilidad de esta formación es mayor en las zonas de gravas que en las de un alto contenido de finos.

El drenaje superficial no es bueno, puesto que estos materiales están depositados en zonas muy llanas. El drenaje subterráneo es mejor en las zonas de gravas, siendo no obstante suficiente, por lo que no se prevén encharcamientos.

Los taludes vistos en esta formación son bajos y con una inclinación media, presentando problemas únicamente de chineos, dada la compacidad que les imprimen los finos que hay entre los granos. Estos materiales son potencialmente erosionables. Se consideran excavables.

En zonas con mayor grado de deposición de gravas puede explotarse para la extracción de zahorras naturales como materiales de préstamos.

MARISMA, (M, m)

- Litología

Consisten en fangos, arenas finas, limos, arcillas, lodos y materia orgánica abundante, que le otorga colores oscuros casi negros, sin consolidar y muy blandos como puede verse en la Foto 3.6.



*Foto 3.6. Depósito de marisma en la Ría de Ribadeo*

- Estructura

La estructura interna es masiva, resultante de los procesos de decantación de los materiales que los engloban, barras arenosas que a su vez tienen estratificaciones de surco y cruzada planar que son generadas por la interacción de la dinámica costera-dinámica fluvial.

Es difícil estimar el espesor de esta formación por lo que se recomiendan sondeos de reconocimiento para determinar su espesor.

- Geotecnia

Este conjunto litológico se considera geotécnicamente un suelo. Su capacidad portante es muy baja pudiendo provocar unos asentamientos significativos.

La permeabilidad es baja en las zonas fangosas y mayor en las zonas de barras arenosas, la cercanía a la superficie del nivel freático hace que se originen en algunos casos fenómenos de licuefacción.

Los drenajes son deficientes, sobre todo los superficiales, por la topografía de la zona donde están situados. Son materiales excavables.

## SUELOS, (V1, v1)

### - Litología

Son arenas, limos y arcillas de origen eluvial (Foto 3.7.) con mayores porcentajes de los dos últimos en la parte superior y de las primeras en la parte inferior, con porcentajes considerables de materia orgánica, sobre todo en la parte superior. Presentan algún canto disperso de cuarcitas y pizarras así como restos de roca alterada.

El color de los suelos varía de marrón oscuro a marrón pálido.

### - Estructura

Se reconoce una estructuración horizontal, distinguiéndose varios horizontes:

- Uno superior, con mayor índice de materia orgánica, que se puede considerar hasta donde llegan las raíces de las plantas.
- Otro inferior menos oscuro, de color marrón que se va aclarando, haciéndose más blanquecino, hasta llegar a la roca fresca.

En la Zona 1, los espesores observados en estos suelos son variables, no superando los 1,5 m.

### - Geotecnia

Estos suelos presentan capacidad portante baja por lo que pueden generarse asentamientos significativos. La permeabilidad de estos materiales es baja.

El drenaje superficial es insuficiente, pudiendo potencialmente generar encharcamientos, dado lo llano de los lugares donde se genera este grupo y su baja permeabilidad que no permite el drenaje subterráneo.

Son materiales excavables. No existen taludes de interés.



*Foto 3.7. Aspecto de grupo litológico V1, v1*

#### DUNAS, (E, e)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por arenas muy finas, blanquecinas, muy seleccionadas y sin consolidar.

- Estructura

La estructura interna es deposicional y corresponde a estratificación cruzada planar a mediana escala. La disposición de los depósitos es horizontal.

Los espesores observados están entre 2 y 3 metros, por ejemplo, en la playa de Penarronda, y se disponen en pequeños campos bordeando playas, que es de donde adquieren el material para formarse.

- Geotecnia

Son suelos con baja capacidad portante que potencialmente generan asentamientos importantes. La permeabilidad es alta, puesto que se trata de arenas muy seleccionadas y sueltas que les otorgan un porcentaje de porosidad primaria muy alto. Son erosionables.

Los materiales de esta formación son excavables.

El drenaje subterráneo es muy bueno por su elevada permeabilidad.

Al ser formaciones móviles, pueden presentar problemas de invasiones y cubrimientos.

TERRAZA, (T, t)

Este grupo litológico se describirá en la Zona 2 en la que alcanza un mayor desarrollo, apartado 3.2.4.

CONGLOMERADOS Y AGLOMERADOS, (152b)

- Litología

Se trata de conglomerados muy cementados, y muy heterométricos, que alternan con niveles más finos de areniscas.

Los cantos de los conglomerados son de distintas composiciones: cuarcíticos, de areniscas, de pórfidos, pizarrosos, siendo los de las 3 primeras litologías de redondeados a subredondeados y los de pizarras de subredondeados a subangulosos.

Los tamaños de los cantos están entre 0,5 y 35 centímetros, como se puede ver en la Foto 3.8. La matriz es arenosa y microconglomerática.

Las areniscas de las pasadas menos importantes son blanquecino-amarillentas, de grano fino-medio y matriz arcillo-limosa.

- Estructura

Los conglomerados afloran en bancos de 2 a 2,5 m de potencia, de base erosiva, separados por pasadas de areniscas de unos 30 centímetros. Están rellenando pequeñas cuencas, de las que quedan retazos poco importantes, como por ejemplo el afloramiento que se observa en el Tramo.

Se observa alguna diaclasa esporádica. La estructura interna es caótica y masiva, no observándose ningún tipo de granoselección a escala de afloramiento.

El espesor total de la formación no se ha podido estimar pero al menos se han observado 100 m.

Constituye un afloramiento aislado y se dispone discordante con las series infrayacentes.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca, con capacidad portante alta: en conjunto la permeabilidad es muy baja, puesto que la porosidad primaria ha sido cerrada por cementación y solo existe porosidad de fractura que puede generar localmente permeabilidades algo más altas, el drenaje superficial es eficaz.

Son materiales que varían de una ripabilidad muy pequeña, en superficie, a no ripables en profundidad.

El único talud observado es el existente en un acantilado de la costa, es bajo, estable y no presenta problemas a destacar, pero del que no se puede extraer información válida, puesto que las condiciones a las que está expuesto son marcadamente diferentes a las de los taludes de una carretera. No obstante, en esta formación se podrían diseñar taludes con inclinaciones cercanas a 1H:1V.



*Foto 3.8. Aspecto del grupo (152b) en la punta del Cuerno. Obsérvese la heterometría de los cantos*

#### CUARCITAS BLANCAS, (120b)

Este grupo litológico se describirá en la Zona 2, apartado 3.3.4.

#### PIZARRAS, SILTITAS Y ARENISCAS, (120a)

##### - Litología

Se presentan como una alternancia centimétrica de areniscas de grano medio, feldespáticas con cantos mayores de cuarzo y unas areniscas de grano muy fino incluso tamaño limo, oscuras y pizarras de grano fino. (Foto 3.9).

El conjunto da un bandeo oscuro-claro característico, provocado por esta alternancia arenisca-pizarra.

En muchos casos, las areniscas pueden ser consideradas como grauvacas, puesto que tienen más del 50% de matriz arcillosa.



Foto 3.9. *Acantilado formado por el grupo (120a), en una cala al Oeste de la punta de la Atalaya*

- Estructura

Es la propia de las turbiditas: las capas se organizan rítmicamente y en cada una de estas unidades, del orden de 1 metro de espesor, las alternancias son centimétricas, sobre todo a techo. A base, los bancos son del orden de 30-40 centímetros en cada uno de estos paquetes. Es típico observar un bandeado claro-oscuro; encontrándose, a veces, muy replegadas.

El espesor de esta formación es de unos 1.500 m en el anticlinal de Puerto Vega y unos 3.000 m en el flanco Oeste del anticlinal de La Caridad.

Esta formación está afectada por un sistema de fallas ONO-ESE que se observa en los acantilados de la costa, los buzamientos suelen ser subverticales; en el macizo rocoso se observa un diaclasado perpendicular a la estratificación y otro oblicuo.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca, con capacidad portante alta, que no provoca asentamientos de ningún tipo, salvo que localmente, en lugares en los que la alteración o el diaclasado, o ambos, sean especialmente intensos.

Esta formación es poco permeable, por lo general, ya que la porosidad es por fractura, los drenajes superficiales en esta formación son eficaces y los subterráneos ineficaces.

Esta formación tiene cierto grado de erosionabilidad y se considera ripable al menos en los primeros metros de alteración, pasando de ripable marginal a no ripable en profundidad.

Los taludes, naturales, observados son de una altura media, (unos 10 metros), de inclinación media a subvertical y perpendiculares a la formación. No presentan problemas.

Los acantilados de la costa presentan grandes bloques separados del acantilado, producto de la actuación de fallas de gravedad que aprovechan los planos de debilidad provocados por el Sistema de fallas ONO-ESE que afecta a esta formación.

Problemas potenciales que pueden presentar son caídas de bloques pequeños y cuñas aunque no han sido observadas, ya que los taludes eran perpendiculares a la estratificación; en casos de que fuesen paralelos a esta podrían producirse deslizamientos a favor de los niveles pizarrosos, sobre todo si están saturados en agua.

## PIZARRAS Y ARENISCAS METAMÓRFICAS CON INYECCIONES DE DIQUES DE DIABASAS, (120c)

- Litología

Se trata de la litología del grupo litológico 120a, afectada por un metamorfismo de contacto debido a la intrusión de los granitos (001) y diques de diabasa que han transformado su mineralogía hasta facies típicas de corneanas piroxénicas, apareciendo minerales como espínela, cordierita, sillimanita, andalucita, granate, biotita, aumentando el grado de recristalización respecto al grupo litológico 120a, dando un conjunto más compacto, duro y resistente, pero también afectado por la alteración. Este grupo litológico es atravesado por diques de diabasas, oscuras y muy duras, a las que resulta difícil estimar el espesor. (Foto 3.10 y 3.11).

- Estructura

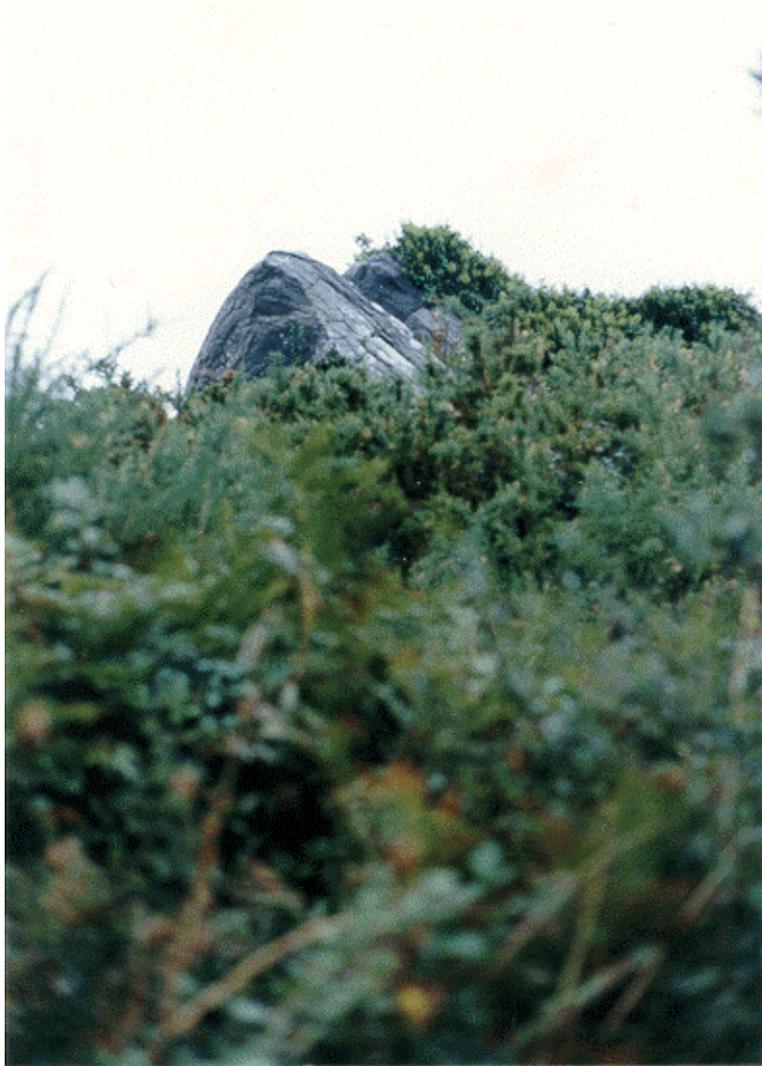
Sigue teniendo la estructura del Grupo 120a, y se sitúan en los alrededores de la intrusión de los granitos, a modo de banda de metamorfismo de contacto.

- Geotecnia

Se trata de rocas con capacidad portante alta, aunque puede disminuir a causa de la alteración y tectonización.

Su permeabilidad es muy baja y a favor de fracturas. Su drenaje subterráneo es deficiente: el drenaje superficial es en general pobre, por situarse en una zona de escasa pendiente. Pueden originarse, por tanto, encharcamientos. Los materiales de este grupo litológico son ripables en superficie, pasando de ripabilidad marginal a no ripables en profundidad. Son muy frecuentes los diques de diabasas muy duras y que necesitarán para su excavación el uso de explosivos.

No se han observado taludes artificiales. Los taludes naturales son estables, altos y de inclinaciones medias. Presentan caídas de bloques grandes. Es conveniente evitar las situaciones más desfavorables de orientación de los taludes respecto a las direcciones y buzamientos de las diaclasas, estratificación y foliación.



*Foto 3.10. Aspecto de los filones de diabasa que atraviesan la formación de pizarras y areniscas*

#### PIZARRAS Y CUARCITAS, (122c)

Por estar mejor representado en las Zona 2, se describirá en el apartado de Grupos Litológicos de esta Zona, apartado 3.3.4.

#### CUARCITAS, (122b)

Se describen en la Zona 2 por estar en mejores condiciones de afloramiento, apartado 3.3.4.

### PIZARRAS NEGRAS, (122a)

Este grupo litológico se describirá en el apartado de Grupos Litológicos de la Zona 2, por tener más representación en dicha Zona, apartado 3.3.4.

### CUARCITAS, (121)

Esta litología está descrita en la Zona 2 por tener mayor representación, apartado 3.3.4.



*Foto 3.11. Contacto de granito (001) con formación (120c), y aspecto general de éste*

### PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS, (100b)

Este grupo litológico también está presente en la Zona 2, donde se describe por ser más completa su representación, apartado 3.3.4.

### PIZARRAS Y ARENISCAS, (100a)

#### - Litología

Se trata de pizarras negras y grises, como litología principal con intercalaciones de areniscas como muestra la Foto 3.12.

Las pizarras, por lo general se encuentran alteradas, con colores parduzcos y oscuros. Presentan pátinas de óxidos. Son pizarras arenosas, muy finas y compactas, de colores grises-negros, entre las que se intercalan estratos tableados de areniscas amarillentas, y grises. En algunos tramos aparecen, cuarcitas de muy poco espesor.

- Estructura

Las pizarras se encuentran foliadas coincidiendo en dirección con la estratificación, y las areniscas conservan en algunos casos, estructuras sedimentarias como laminación cruzada, paralela, y granoclasificación.



Foto 3.12. Formación (100a), en un talud de la carretera local que va a Río Caliente, en los alrededores del monte San Marcos

El conjunto rocoso presenta buzamientos de medios a altos y generalmente hacia el Oeste. Se encuentran replegadas y afectadas por un sistema de fallas ONO-ESE. Tienen, al menos, 2.000 m de espesor.

- Geotecnia

Geotécnicamente tienen capacidad portante alta pero puede disminuir hasta media, incluso baja en zonas alteradas y tectonizadas.

Este grupo litológico es ripable en la zona alterada, pasando a ripable marginal a medida que se profundiza en la formación.

La permeabilidad es muy baja y a favor de fracturas, puede aumentar algo en zonas alteradas. Como consecuencia los drenajes subterráneos son muy deficientes, los drenajes superficiales pueden ser deficientes en las zonas llanas.

Se ha observado, en los pocos taludes construidos en este grupo litológico, que son bajos, y de inclinación subvertical, no se han visto problemas dignos de resaltarse, a saber: caídas de bloques pequeños y material suelto.

Se recomienda estudiar la estructura geológica de la formación y evitar en la construcción de taludes las orientaciones e inclinaciones más desfavorables respecto a las direcciones y buzamientos de foliación, estratificación y diaclasado.

En los acantilados de la costa se observan grandes bloques caídos al mar, al actuar las fallas de dirección ONO-ESE como planos de debilidad que hacen caer estos bloques del resto de la formación en los acantilados.

#### PIZARRAS GRISES-AZULADAS CON INTERCALACIONES DELGADAS DE ARENISCAS, (100)

- Litología

Este grupo litológico está constituido por pizarras de grano fino, de colores grises-azulados, ricas en cloritoide, que intercalan niveles poco potentes de areniscas y cuarcitas, siendo más abundantes en la base. También se han reconocido algunos niveles cuarcíticos-areniscosos de mayor espesor (algunos metros) intercalados en la parte media de la serie.

Este grupo litológico es conocido en la literatura geológica como las Capas de Taramundi de la Serie de Los Cabos, dentro de las Hojas de Vegadeo (25) y Ribadeo (10), mientras que en las Hojas de Foz (9) y Mondoñedo (24) se nombra como Capas de Villamea.

- Estructura

El espesor del grupo litológico es variable, siendo en torno a 3.000 m en la zona Este, Hojas de Ribadeo (10) y Vegadeo (25) y alrededor de 1.000 m en el Oeste, Hojas de Foz (9) y Mondoñedo (24). Las pizarras presentan planos de esquistosidad ( $S_1$ ) muy apretados, mientras que los niveles centimétricos de areniscas y cuarcitas tienen morfología tabular con estructuras sedimentarias del tipo de laminación paralela y estratificación cruzada planar.

En general, el grupo litológico, presenta direcciones aproximadas N-S y buzamientos variables entre  $40^\circ$  y  $60^\circ$ .

El grupo litológico está afectado por un elevado índice de fracturación, cifrándose en 1 fractura cada 10-20 cm. Estas fracturas y diaclasas adoptan orientaciones espaciales variables.

- Geotecnia

Geotécnicamente, se trata de una roca con capacidad portante media a alta. El grupo litológico en general es ripable a marginalmente ripable, en zonas superficiales alteradas, mientras que en profundidad se puede considerar un grupo litológico no ripable.

La permeabilidad es baja, debida a la fractura. El drenaje subterráneo escaso y el drenaje superficial eficaz.

Los taludes artificiales observados tienen alturas variables entre 5 y 10 m, con unas inclinaciones entre  $50^\circ$  y  $90^\circ$ . En la mayoría de los casos presentan problemas de estabilidad, ya que la acción conjunta de los planos de esquistosidad  $S_1$  con la intensa red de fracturación provocan numerosas caídas de cantos, lajas y deslizamiento de cuñas.

Los mayores problemas de estabilidad han sido localizados en aquellos taludes paralelos a la dirección de esquistosidad y con inclinaciones similares al buzamiento de ésta.

La construcción de futuros taludes en este grupo litológico ha de tratar de evitar esta última situación.

## ARENISCAS Y CUARCITAS, (112b)

### - Litología

Consiste en una alternancia irregular de areniscas y cuarcitas con capas esporádicas de pizarras de poco espesor, (ver Foto 3.13).

Las areniscas en fresco son de colores blanquecinos-grisáceos y verdosas, de grano fino-medio, feldespáticas, con foliación marcada, homométricas, que se disponen generalmente en estratos tableados de orden decimétrico. Localmente pueden tener mayor importancia las cuarcitas que aparecen muy recristalizadas y atravesadas por diques de rocas volcánicas muy compactos con bandeados de tonos verdosos.

### - Estructura

Esta serie presenta un espesor total de unos 1.200 m formando parte de pliegues vergentes al E, muy alargados y de orden kilométrico en la dirección de la serie. Las direcciones que presentan son NNE-SSO y los buzamientos son variables y por lo general hacia el Oeste.

A menor escala, se encuentran pliegues de orden métrico y la serie aflora en estratos pequeños de orden centimétrico y decimétrico, aunque en cuarcitas estos bancos pueden llegar a tener de 1 a 1,5 m localmente, como en la Playa de Penarronda. Localmente, las areniscas presentan desarrollo de la esquistosidad.

En general, el macizo rocoso está afectado por varias familias de diaclasas destacando las perpendiculares a la estratificación.

### - Geotecnia

Tiene una capacidad portante muy alta y disminuye a media en las zonas alteradas de mayor espesor de alteración.

La permeabilidad es baja en general al tener escasa porosidad primaria, aunque puede aumentar localmente por fracturación, el drenaje subterráneo es bajo. El drenaje, superficial en esta zona, que es muy llana, puede llegar a ser insuficiente en algunos casos, pero por lo general es suficiente.

Esta litología no es ripable en roca fresca, y sólo en las zonas de alteración es ripable.



*Foto 3.13. Un aspecto de la formación (112b), en la carretera que va de Valladolid a la playa de Penarronda*

Se han podido observar pocos taludes en esta zona, de los cuales, los bajos, con inclinaciones subverticales no presentaban problema alguno, no así los altos (naturales, en la playa de Penarronda) con inclinaciones de  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$  se observan que han caído grandes bloques y cantidades considerables de materiales sueltos, aunque en estos puntos la inclinación de los taludes naturales es similar y en la misma dirección que la estratificación.

Debido a las discontinuidades del macizo rocoso (diaclasas y estratificación), los problemas potenciales que se pueden dar en los taludes pueden ser caídas de bloques y cuñas, por lo que deberá estudiarse con especial atención las discontinuidades.

Los taludes que se construyan en este grupo deben evitar la orientación más desfavorable respecto a la dirección y buzamiento de las capas.

## PIZARRAS VERDES, (112a)

- Litología

Se trata de unas pizarras arcillosas, verdes-amarillentas de aspecto margoso y grano muy fino, muy compactas y apretadas, generándose una foliación muy fina. Generalmente se encuentran muy alteradas en superficie. Ver Foto 3.14.

- Estructura

El espesor de la serie alcanza los 100 metros, y se encuentra formando parte de los pliegues del grupo litológico anterior, ocupando prácticamente el núcleo de estos.

La dirección general de la serie es NNE-SSO con buzamientos altos hacia el Oeste, están muy replegadas tanto a escala de afloramiento como a escalas menores incluso a microscópica, puesto que la foliación que presenta es muy fina.



*Foto 3.14. Foto tomada al Sur de Figueras, en un talud natural en la ría del Eo, mostrando el aspecto de la formación (112a), algo alterada*

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca, con capacidad portante alta si está fresca, aunque puede desarrollar suelos arcillosos que localmente bajen la capacidad portante a media e incluso baja, existiendo alguna posibilidad de provocar en alguna zona muy alterada, algún asiento.

La permeabilidad de esta formación es muy baja, por ser discontinuidades con un espaciado mínimo o rellenas por arcillas, no obstante, localmente puede aumentar algo la permeabilidad por fracturación.

Este grupo litológico, es en su mayoría ripable, y en las zonas superficiales alteradas.

Sólo se han observado taludes de escasa altura, con inclinaciones media, que parecen estables, aunque en algunos se han visto caídas del material alterado. En los posibles desmontes, dentro de los materiales de esta formación, deberá estudiarse la profundidad de la zona alterada y considerarla como materiales sueltos y desagregados. En la zona de roca fresca y sana podrán producirse caída de cuñas y bloques grandes, si los parámetros de los taludes se construyen sobre roca fresca.

Por todo lo expuesto en el párrafo anterior, se recomienda evitar las condiciones desfavorables de dirección y buzamiento para construirlos.

#### CALIZAS Y DOLOMIAS, (111c)

Este grupo litológico se describe en la Zona 2 por ser más importante el afloramiento, apartado 3.3.4.

#### CUARCITAS CON TRAMOS DE ARENISCAS Y PIZARRAS, (111b)

Este grupo litológico describe en la Zona 2 por tener allí una representación más completa, apartado 3.3.4.

#### ALTERNANCIA DE PIZARRAS Y ARENISCAS, (111a)

Este grupo litológico se describirá en la Zona 2, apartado 3.3.4.

#### GRANITOIDES, (001)

##### - Litología

Este grupo está formado por rocas de carácter o de aspecto masivo, grano fino y colores grises de tonos medios, formadas por granodioritas y granitos leucocráticos. Las texturas son porfídicas, hipidiomórficas y alotriomórficas.

Existen partes más básicas que están compuestas por plagioclasas, ortosas, biotitas, clinopiroxenos, hornblenda e hiperstena.

El aspecto de esta formación se puede apreciar en la Foto 3.15.

Las zonas granodioríticas están formadas por cuarzo, andesita, oligoclasa, microclina, ortosa, biotita, clorita y moscovita. Localmente pueden estar alteradas.

En la zona de Porcía-Salave, al Este da una zona de metamorfismo de contacto correspondiente a las facies de corneanas piroxénicas y al Oeste da una zona de

alteración hidrotermal, con presencia abundante de compuestos de azufre, como se puede ver en la playa de Las Poleas.

En Salas estos granitos parecen tener una composición más básica y dan pequeños stocks en el encajante carbonatado.

- Estructura

La estructura viene definida por pequeñas intrusiones cerca de Tapia de Casariego y en los alrededores de Salas y Carlés, que afectan a materiales Cámbrico-ordovícicos.

La estructura interna es masiva, isótropa, rompiendo esta isotropía únicamente algunos diques de rocas más claras y diaclasadas que delimitan grandes bloques, aunque dadas las malas condiciones de afloramiento podrían haber zonas donde el diaclasado fuera más intenso, este es irregular con familias que delimitan a grandes bloques y otras cuyo espaciado es menor.



*Foto 3.15. En esta Foto tomada en un acantilado al Este de la playa de Las Poleas se puede observar el diaclasado del grupo (001)*

- Geotecnia

Son rocas duras y coherentes, que presentan una capacidad portante muy alta, el diaclasado es abundante, al menos localmente.

La permeabilidad de la formación es muy baja, sólo a favor de fracturas y diaclasas, por lo cual se generan unos drenajes subterráneos deficientes.

La formación no es ripable, excepto en las zonas muy alteradas que puede ser excavable. No se han observado taludes en esta formación, no obstante se recomienda realizar un análisis de discontinuidades, evitando las condiciones desfavorables de orientación de las fracturas, que bucen hacia la calzada.

Es de destacar el interés, de este grupo litológico por su utilidad como material canteable dado su calidad y la escasez de materiales explotables en esta zona. No obstante, tiene la objeción de encontrarse en un acantilado, por lo que su explotación, tal vez sería difícil y costosa.

## FILONES DE MICROGRANITOS, (002)

### - Litología

Se trata de una roca filoniana, clara, masiva, con cristales porfídicos microcristalinos de cuarzo, feldespatos, plagioclasas, moscovita, clorita y biotita. El cuarzo destaca en una mesostasis muy fina.

En superficie se encuentran alterados presentando colores pardo-verduzcos y blanquecinos, el aspecto de estos diques se puede observar en la Foto 3.16.



*Foto 3.16. Dique del grupo (002) en la playa de Frejulte*

### - Estructura

Consiste en un dique subvertical de unos 25-30 metros de espesor, muy diaclasado, con una familia de diaclasas perpendicular a la traza del filón, que va en concordancia con las de las series que afecta, que en este caso, son los grupos (120a), (122a) y (100a) y (100b).

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca, con una capacidad portante muy elevada.

La permeabilidad de este grupo geotécnico, es baja por fracturación. Esta permeabilidad puede ser algo mayor o menor dependiendo del grado de relleno y alteración de las juntas de las diaclasas.

Las diaclasas delimitan bloques de tamaños de decimétricos a métricos, que unido al escaso espesor de esta formación, pudiera llegar a ser de ripabilidad marginal sólo en los primeros metros en que dicha litología esta mas alterada, pero por lo general no son ripables.

El drenaje superficial es eficaz, puesto que da cierto resalte. Puede llegar a canalizar el drenaje subterráneo de las formaciones que le rodean.

No se han observado taludes en esta formación, sin embargo se puede prestar atención al análisis del diaclasado, evitando en su construcción las situaciones más desfavorables respecto a las orientaciones de las diaclasas y sin superar una pendiente de 1H:2V.

Estos materiales son de utilidad y como material de cantera, pero su escasa extensión puede limitar el volumen de su extracción.

### **3.2.5. Grupos Geotécnicos**

En este apartado los grupos litológicos descritos en el apartado anterior se agrupan en los denominados "grupos geotécnicos", utilizando como criterio ciertas características geotécnicas que tienen en común los grupos litológicos.

El resultado de este agrupamiento es el siguiente:

- Grupo geotécnico GT1

En este grupo geotécnico se agrupan las formaciones A1,a1, R2,r2 y T,t.

Grupo formado por gravas, arenas, limos y arcillas, sin consolidar, con una capacidad portante baja y que localmente y en zonas donde predominen las fracciones más finas, pueden generar asientos significativos. Los materiales de este grupo son erosionables, fácilmente excavables e interesantes para su explotación como yacimiento de áridos y como préstamos.

Las permeabilidades de este grupo geotécnico son de bajas a medias, dependiendo del tramo más o menos arcilloso de que se trate, lo que se traduce en drenajes subterráneos, en general deficientes, los niveles freáticos pueden estar cercanos a la superficie. Los drenajes superficiales suelen ser insuficientes.

Los taludes que se excaven en estas formaciones pueden tener problemas con la erosión, los chineos y la caída de materiales sueltos.

- Grupo geotécnico GT2

La formación litológica que constituye este grupo geotécnico en la Zona 1 es C1,c1.

Este grupo geotécnico está formado fundamentalmente por materiales de fracciones finas, arcillas, limos, arenas con cantos de mayor tamaño, dispersos, y contenidos variables de materia orgánica. Son materiales de fácil excavación y erosión. La capacidad portante es baja generando asientos con relativa frecuencia. Tienen cierto grado de compactación. Su permeabilidad es baja por lo que los drenajes subterráneos son difíciles. Los drenajes superficiales son ineficaces en las zonas marginales y mejores en las zonas de cabecera.

En los taludes que se excaven en los materiales pertenecientes a este grupo geotécnico podrían originarse problemas de erosión y caída de materiales sueltos y algún canto.

- Grupo geotécnico GT3

Las formaciones que configuran este grupo geotécnico en la Zona 1 son R1,r1 y E,e.

Está constituido por arenas sueltas y muy bien seleccionadas, materiales que tienen una capacidad portante muy baja, llegando a provocar asientos importantes. Son erosionables y fácilmente excavables. La permeabilidad de estos materiales es muy alta originando unos buenos drenajes subterráneos. Los niveles freáticos pueden encontrarse en las proximidades de la superficie, los drenajes superficiales son insuficientes y pueden presentar fenómenos de licuación. También pueden presentar problemas geomorfológicos, debidos a la dinámica costera y eólica que les afecta.

Los taludes construidos pueden ser de difícil sujeción y tendrán muchos problemas de erosión.

- Grupo geotécnico GT4

Las formaciones que en la Zona 1 componen este grupo geotécnico son V1,v1 y A2,a2.

Se trata de materiales con muy escasa consistencia y formados por arcillas, limos, materia orgánica y arenas. Su capacidad portante es muy baja teniendo a veces comportamientos plásticos, lo que genera asentamientos. Son relativamente erosionables y fácilmente excavables. Su permeabilidad es baja, pero su grado de humedad alto. Los drenajes superficiales son insuficientes, por lo que se generan encharcamientos.

Los taludes en estas litologías pueden generar problemas de caída de material suelto y problemas de estabilidad.

- Grupo geotécnico GT5

Lo constituye la formación M,m.

Son fangos, limos, arcillas y arenas sueltas, que tienen muy baja capacidad portante con presumibles asentamientos diferenciales muy importantes. Son materiales erosionables y fácilmente excavables.

Su permeabilidad es baja en las zonas más arcillosas y alta en las limosas y arenosas. Los niveles freáticos están muy altos, por lo que se encuentran generalmente inundadas. A esto se le añade la dinámica mareal que inunda periódicamente estas áreas de marismas.

Además presentan fenómenos de licuaciones, sobre todo en las zonas arenosas.

- Grupo geotécnico GT6

Este grupo geotécnico está compuesto de las formaciones D,d en la Zona 1.

Este grupo geotécnico está compuesto fundamentalmente por gravas muy heterométricas de composición cuarcítico-arenoso-pizarrosa procedentes de derrubios de ladera. Se trata de unos suelos con baja capacidad portante, que pueden producirse asentamientos diferenciales.

Son materiales erosionables y fácilmente excavables. La permeabilidad de estos materiales es baja al estar reducida por la presencia de finos en los espacios de los poros. Esto hace que los drenajes subterráneos sean muy deficientes, los drenajes superficiales son suficientes.

Los taludes construidos en estas litologías, podrán ser inestables. Se pueden producir caídas de material suelto, chineos.

- Grupo geotécnico GT7

Este grupo geotécnico está representado únicamente por el grupo litológico (152 b).

Se trata de unos conglomerados muy cementados, alternando con pizarras. Geotécnicamente se trata de rocas, con una capacidad portante alta. Sus materiales no son erosionables y no son ripables. La permeabilidad de este grupo geotécnico es muy baja, lo que significa que sus drenajes subterráneos son prácticamente nulos, los drenajes superficiales son suficientes.

Los taludes construidos en este grupo podrían tener problemas con las juntas pizarrosas que separan los paquetes de conglomerados, en general se mantendrán estables aunque puede haber riesgo de caída de cantos.

- Grupo geotécnico GT8

En la Zona 1 este grupo geotécnico está constituido por las siguientes formaciones (120a), (122a), (112a), (100a), (111a), (120c) y (100).

Grupo formado fundamentalmente por pizarras y areniscas en menor proporción, presentando una deformación tectónica importante.

Se trata de rocas con una capacidad portante alta en general, aunque localmente pueden alterarse y desarrollar suelos que pueden generar asentamientos. No son erosionables y se pueden ripar en un porcentaje bastante elevado. La permeabilidad, en este grupo geotécnico, es muy baja, por lo que prácticamente no existe drenaje subterráneo. Los drenajes superficiales son suficientes.

Los taludes pueden presentar problemas de caída de lajas y ocasionalmente cuñas y bloques según resulten las condiciones de fracturación y foliación de estas formaciones.

- Grupo geotécnico GT10

Este grupo geotécnico está compuesto por las formaciones (122b), (121), (112b), (111b) y (120b), en la Zona 1.

Este grupo geotécnico está fundamentalmente compuesto por cuarcitas y en mucho menor grado por areniscas y pizarras. Se trata de rocas muy competentes con una ca-

pacidad portante alta. Son materiales no erosionables siendo no ripables en la mayor parte del tramo.

Las permeabilidades de estas formaciones son muy bajas, aunque localmente pueden aumentar por la fracturación, que se desarrolla en zonas tectonizadas; los drenajes subterráneos, por tanto, son difíciles, pero estas zonas tectonizadas pueden actuar como drenes. Los drenajes superficiales suelen ser muy buenos puesto que generan resaltes en los relieves.

Los taludes en estas formaciones van a ser generalmente estables, presentando problemas de caídas de bloques y cuñas.

- Grupo geotécnico GT11

En la Zona 1 este grupo geotécnico está representado únicamente por el grupo litológico, (111c).

Este grupo geotécnico incluye rocas de composición dolomítica y caliza, variando de unos lugares a otros su grado de recristalización.

Son rocas que se caracterizan por su alta capacidad portante, aunque pueden presentar localmente alteraciones que generen asentamientos en función del espesor de la alteración. Este conjunto litológico no es erosionable y difícilmente ripable. La permeabilidad de este grupo litológico es por karstificación, por lo tanto alta aunque repartida irregularmente, lo que se traduce a nivel general en drenajes subterráneos óptimos.

Los drenajes superficiales son por lo general suficientes, con excepción de las depresiones kársticas que se generan en su seno y que suelen tener drenajes endorréicos y que no permiten el drenaje subterráneo, provocando encharcamientos.

Los taludes en este grupo litológico deberían ser estables, presentando esporádicamente problemas de caída de bloques y cuñas.

En excavaciones se debe prestar atención a los problemas generados por el karst, como puedan ser niveles freáticos, cavidades rellenas de arcillas, desplomes, etc., problemas que se pueden presentar en la construcción de los taludes, y en la perforación de túneles.

- Grupo geotécnico GT12

En la Zona 1, las litologías que componen este grupo geotécnico son (122c) y (100b)

Este grupo, litológicamente se caracteriza por la alternancia de rocas más competentes como son cuarcitas y areniscas con rocas menos competentes que suelen ser pizarras con un grado de alteración mayor. En general, la capacidad portante es alta, pero localmente, en las zonas menos competentes mencionadas pueden desarrollarse suelos que disminuyen este parámetro, en función de la roca alterada.

Estos materiales tienen un grado de erosionabilidad bajo y se consideran ripables en un porcentaje medio-alto.

La permeabilidad de los componentes de este grupo geotécnico es en general baja lo que provoca un drenaje subterráneo difícil. Los drenajes superficiales son suficientes.

Los taludes construidos en estos materiales pueden presentar inestabilidades debidas en general a la heterogeneidad de la litología. Se presentarán problemas de estabilidad, como caídas de cuñas, bloques, y demás provocados por la interacción de la dirección de los taludes y la disposición de la estratificación, diaclasado y discontinuidades en general.

- Grupo geotécnico GT13

Las formaciones litológicas que componen este grupo son (001) y (002).

Este grupo está constituido por rocas graníticas y filonianas de composición granodiorítica y granítica. Son rocas masivas, cristalinas, duras, con una capacidad portante alta, que podrá disminuir en zonas alteradas; son rocas coherentes, difícilmente erosionables, no ripables.

Su permeabilidad es muy baja, lo que provoca que tengan unos drenajes subterráneos muy difíciles, canalizándose por la red de fracturación y por los diques que tienen un comportamiento muy frágil y una densidad de fracturación mayor. Los drenajes superficiales, dependiendo de la zona pueden ser efectivos o no, condicionados por la topografía del terreno.

### **3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos de la Zona 1**

La zona 1 está en su mayor parte formada por materiales cuaternarios, de escasa compactación y espesor, que se apoyan en un substrato compuesto por series pizarrosas, areniscosas y cuarcíticas, con un escaso grado de metamorfismo.

Los problemas geotécnicos de esta zona pueden en primera instancia dividirse en dos tipos:

- Los ocasionados por los materiales cuaternarios poco consolidados.
- Los que se originan en el substrato rocoso.

El primer problema geotécnico que se plantea es de capacidad portante de los recubrimientos cuaternarios, que pueden generar asentamientos significativos en algunas zonas. Otro problema, dado el relieve en el que están desarrollados estos materiales, son los drenajes superficiales deficientes que pueden originar encharcamientos. Además, ciertos grupos geotécnicos, por su situación geomorfológica (GT5) dada su escasa capacidad portante podrían dar problemas de asentamientos en posibles terraplenes y estructuras.

Los problemas en los materiales que componen el macizo rocoso, vienen todos a generarse en la construcción de los taludes, por su difícil excavabilidad en unos casos y por la elección de la inclinación y orientación de los taludes respecto a la estratificación y diaclasado que pueden originar caídas de bloques y cuñas. Se observan problemas geomorfológicos en las rías y playas, por su dinámica.

## **3.3. ZONA 2. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE FUERTES PENDIENTES Y VALLES FLUVIALES ENCAJADOS EN FORMA DE "V"**

### **3.3.1. Geomorfología**

Esta zona linda al Norte con la Zona 1: Unidad geomorfológica de plataforma costera, ocupando el resto de la superficie del Tramo.

El relieve está muy condicionado por la litología y la estructura general: las cuarcitas y calizas en menor grado, rocas más duras y competentes, forman sierras y los materiales menos competentes como las pizarras y calizas margosas y pizarrosas son los más afectados por la erosión, generando topografías más llanas. Además la disposición de los materiales es casi vertical, lo que explica lo accidentado del terreno, puesto que se generan pendientes mayores con esta disposición de capas.

La red fluvial está condicionada también por los mismos factores litológicos y en más alto grado los estructurales, puesto que los ríos se encajan entre las estructuras, la estratifi-

cación, muy verticalizada por lo general, y en las fracturas, siendo en muchos casos muy rectilíneos, generando valles con perfiles en "V" muy acusados. En algunos casos los valles fluviales de la red principal de ríos son encajados pero más abiertos y con fondo plano, generando mayor número de depósitos. Estos ríos son relativamente caudalosos, observándose formas meandriformes.

En la Foto 3.17, se muestra un aspecto representativo de la unidad geomorfológica de la Zona 2.

Los procesos de erosión remontante de los cauces fluviales provoca intensos encajamientos, activando así todos los procesos gravitacionales que regularizan la estabilidad de las vertientes. Los procesos gravitacionales son los principales modeladores del relieve debido a la conjunción de las fuertes pendientes de las laderas (60% o mayor), la climatología, disposiciones estructurales muy verticalizadas y litologías proclives a las inestabilidades como margas, pizarras y las alternancias de materiales competentes y no competentes.

El resultado es una amplia variedad de procesos y depósitos gravitacionales representados, en esta Zona 2, por deslizamientos, movimientos en masa, avalanchas de roca, reptaciones, depósitos de coluvión y canchales. Ejemplos de estos procesos y depósitos son reconocibles en la Sierra del Courio, en la Sierra del Pedrorío y en la Sierra de La Sollera.

En las zonas carbonatadas, se observan formas de tipo kárstico, como cuevas y conductos, y a escala cartográfica, dolinas, algunas de ellas colapsadas desarrollando en sus fondos suelos, arcillas procedentes de la disolución de la caliza.

Aparte de las litologías Cámbrico-Carboníferas comentadas, una parte sensible de la zona está cubierta por sedimentos terciarios, de la cuenca de Grado, compuesta en su mayoría por sedimentos poco consolidados proclives a sufrir erosión fluvial. Esta es activa, y genera formas como surcos y barrancos. Son materiales muy susceptibles a los movimientos gravitacionales en masa y a ser afectados por la arroyada puesto que se observan pendientes de hasta el 40 y 50 por ciento.



*Foto 3.17. Aspecto de la Zona 2 en los alrededores de Salas*

### **3.3.2. Tectónica**

En la Zona 2 se distinguen dos dominios estructurales de características diferentes. El área occidental del Tramo se encuentra situada en la Zona Asturoccidental-Leonesa del Macizo Ibérico mientras que el área oriental del Tramo se emplaza en la Zona Cantábrica del Macizo Ibérico. Estos dos dominios estructurales se hallan separados por el Antiforme del Narcea en donde aflora un núcleo precámbrico, de amplia representación en el Tramo de estudio.

Dentro de la Zona Asturoccidental, el Tramo se extiende por terrenos del Manto de Mondoñedo (en su parte occidental) y principalmente, por terrenos del Dominio del Navia y Alto Sil, se describen a continuación los principales rasgos tectónicos.

La disposición de las capas es subvertical buzando al Oeste y las estructuras vergentes hacia el E y localmente con buzamientos menores, los estilos de plegamiento son los mismos que en la Zona 1, estando algo mejor representados, por la mayor extensión de esta zona.

La parte más occidental, la del Manto de Mondoñedo se caracteriza, en general por estar formada por una serie de estructuras grandes y alargadas fundamentalmente de naturaleza primaria.

En el dominio del Navia y Alto Sil los pliegues de la Fase de deformación ( $F_1$ ) tienen un ángulo entre flancos mayor y los ejes de los pliegues son menos vergentes al Este.

Por lo general, las estructuras grandes de la Unidad del Navia y el Alto Sil tienen una dirección NNE en la zona y están afectadas por la 1ª fase de deformación, formándose los cabalgamientos en la 2ª fase de deformación.

Los materiales afectados por este dominio tienen una edad entre Precámbrico y Ordovícico Superior, estos últimos se encuentran en los núcleos sinclinales de la parte Oeste, en el linde con el cabalgamiento basal del Manto de Mondoñedo (por ejemplo el Sinclinal de la Punta de la Atalaya y el Sinclinorio de Puerto de Vega). Forman amplios sinclinales a los que se superponen estructuras secundarias de la fase 3 de deformación de menor entidad e igual estilo (pliegues vergentes al E), que complican la estructura.

Entre ambos sinclinorios y limitado al E por el cabalgamiento de San Martín de la segunda fase de deformación, está el anticlinal de San Martín-La Caridad cuyo núcleo, al Sur está formado por materiales Cámbricos y el resto por materiales Ordovícicos. Este anticlinal es muy amplio, estando afectado también por pliegues menores de la fase de deformación  $F_3$ , teniendo aquí las capas buzamientos entre  $50^\circ$  y  $60^\circ$  al Oeste y dirección NE.

Más al Este del sinclinal de Puerto de Vega, se encuentra el anticlinal de Cabo Cuerno-Villayón, entre los cabalgamientos del Barayo al Oeste y el de El Villar al Este. Se trata de un anticlinal desarrollado en cuarcitas ordovícicas vergente al Este, con el flanco Este muy verticalizado y el flanco Oeste más tendido, buzando entre  $50^\circ$  y  $60^\circ$  al Oeste y teniendo una dirección coherente con el resto de las estructuras.

Al Este del anticlinal de Villayón y del cabalgamiento del Villar, existe una zona sinclinal, en pizarras y cuarcitas del Ordovícico, en la que se aprecian, gracias a esta alternancia, pliegues de orden menor limitados al Este por el cabalgamiento de Taurán. Hacia el Este la litología se hace más cuarcítica y se desarrollan estructuras más amplias como, por ejemplo, el sinclinorio de San Roque en cuyo núcleo se encuentran cuarcitas ordovícicas.

La estructura más oriental de esta zona Asturoccidental-Leonesa y que sirve de límite con la siguiente zona Cantábrica es el anticlinal del Narcea y el cabalgamiento de La Espina que lo trunca. Esta estructura se desarrolla en materiales cámbricos y precámbricos. Estos últimos forman el núcleo de la estructura. En la Figura 3.4. se aprecia un corte esquemático del área Occidental de la Zona 2.

Otros rasgos tectónicos de interés son las fallas tardihercínicas que afectan a todas estas estructuras y se disponen perpendiculares a ellas. Se trata de desgarres de direcciones entre ONO-ESE y NO-SE. Ejemplos de estas lineaciones los encontramos en el interior de los cabos Busto y Vidio.

Dentro de la Zona Cantábrica, el Tramo de estudio se extiende por la Región de Pliegues y Mantos y dentro de ésta por la Unidad de Somiedo-Correcilla, siendo sus principales rasgos tectónicos los descritos a continuación:

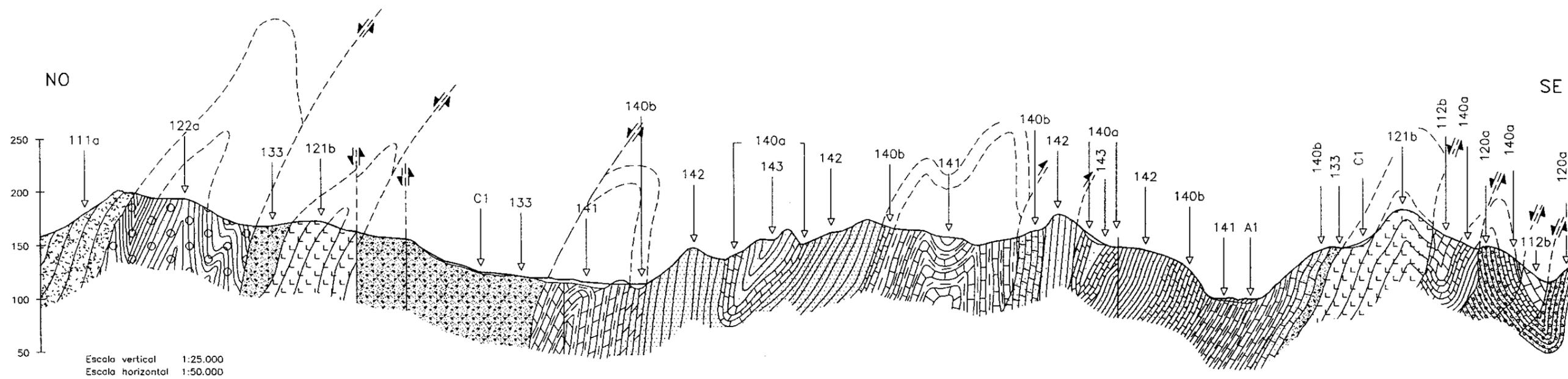
Las estructuras de cabalgamiento y la deformación, a diferencia de las presentes en la Zona Asturoccidental-Leonesa, tienen lugar en el nivel superior de la corteza lo que hace que los materiales no presenten deformación interna ni metamorfismo.

La dirección general de la estructura es NE-SO con unos buzamientos que oscilan entre los 45° y los 90°, hacia el SO. En general, todas las grandes estructuras sufren un giro desde una dirección NE-SO en el Sur hasta prácticamente N-S al N.

Las estructuras tienen una ligera vergencia hacia el Este, por lo general, estando las estructuras anticlinales más importantes fracturadas longitudinalmente por fallas inversas en sus flancos Este. Ejemplos de esto son el anticlinal de Salas, del Faedal, del Courio, de Sollera-Pedrorío y de Peñaflor, que tienen en el núcleo materiales cámbricos.

Los sinclinales suelen estar cabalgados por estas estructuras anticlinales e incluso desaparecer debajo de ellas como por ejemplo el sinclinal de Salas de núcleo devónico, el gran sinclinal de Pravia de núcleo carbonífero, el sinclinal de Barcia, de núcleo devónico y otros sinclinales de menor orden como el del Fabal. Estos sinclinales conservan direcciones coherentes con los anticlinales. También existen familias de fracturas de direcciones entre NO-SE y ENE-OSO pasando por dirección E-O que afectan a todas las estructuras.

Otro rasgo a destacar de la estructura es la formación de dos pequeñas cuencas terciarias formadas al reactivarse las estructuras hercínicas en la Orogenia Alpina y produciéndose su relleno en el Terciario.



LEYENDA

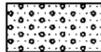
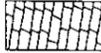
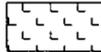
|   |      |   |   |      |   |
|---|------|---|---|------|---|
|  | A1   | Depósitos aluviales de limos, arenas y gravas                                       |  | 141  | Calizas y pizarras con intercalaciones de areniscas |
|  | C1   | Depósitos coluvionares. Limos y arcillas con cantidades variables de arena y cantos |  | 133  | Areniscas ferruginosas y lutitas                    |
|  | 143  | Cuarцитas y areniscas con pasadas de pizarras                                       |  | 120a | Areniscas, siltitas y pizarras                      |
|  | 140a | Calizas grises  |  | 122a | Pizarras negras                                     |
|  | 142  | Areniscas ferruginosas  |  | 121b | Cuarцитas   |
|  | 140b | Calizas y pizarras  |  | 111a | Areniscas y pizarras alternantes                    |

Figura 3.4. Corte esquemático de la Zona 2.

| ESQUEMA LITOLÓGICO | GRUPO LITOLÓGICO | GRUPO GEOTÉCNICO | DESCRIPCIÓN  | EDAD                      |
|--------------------|------------------|------------------|--|---------------------------|
|                    | V1               | GT4              | SUELOS. ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS   | CUATERNARIO               |
|                    | V2               | GT4              | SUELOS (Arcillas de descalcificación)  | CUATERNARIO               |
|                    | A1               | GT1              | DEPÓSITOS ALUVIALES DE LIMOS, ARENAS Y GRAVAS  | CUATERNARIO               |
|                    | T                | GT1              | TERRAZA. ARCILLAS Y LIMOS CON CANTOS CUARCÍTICOS DISPERSOS                             | CUATERNARIO               |
|                    | D                | GT6              | CONOS DE DEYECCIÓN. GRAVAS CUARCÍTICAS EN MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA                  | CUATERNARIO               |
|                    | C1               | GT2              | DEPÓSITOS COLUVIONARES. LIMOS Y ARCILLAS CON CANTIDADES VARIABLES DE ARENA Y CANTOS    | CUATERNARIO               |
|                    | C2               | GT2              | DEPÓSITOS DE LADERA. CANTOS CUARCÍTICOS EN MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA                 | CUATERNARIO               |
|                    | C3               | GT9              | DEPÓSITOS DE LADERA-CANCHAL. CANTOS CUARCÍTICOS CON ESCASA MATRIZ ARENO-LIMO-ARCILLOSA | CUATERNARIO               |
|                    | 310b             | GT15             | GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS  | TERCIARIO                 |
|                    | 310a             | GT15             | ARCILLAS   | TERCIARIO                 |
|                    | 152a             | GT8              | PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS  | CARBONIFERO SUPERIOR      |
|                    | 150              | GT11             | CALIZAS ROJAS Y GRISES   | CARBONIFERO SUPERIOR      |
|                    | 143              | GT10             | CUARCITAS Y ARENISCAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRA                                   | DEVÓNICO SUPERIOR         |
|                    | 140a             | GT11             | CALIZAS GRISES   | DEVÓNICO MEDIO-SUPERIOR   |
|                    | 142              | GT12             | ARENISCAS FERRUGINOSAS   | DEVÓNICO MEDIO            |
|                    | 140b             | GT14             | CALIZAS Y PIZARRAS   | DEVÓNICO INFERIOR-MEDIO   |
|                    | 141              | GT14             | CALIZAS Y PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS                                    | DEVÓNICO INFERIOR         |
|                    | 132              | GT12             | ARENISCAS FERRUGINOSAS Y LUITAS  | SILÚRICO SUPERIOR         |
|                    | 130              | GT8              | PIZARRAS NEGRAS  | SILÚRICO                  |
|                    | 120b             | GT10             | CUARCITAS BLANCAS  | ORDOVÍCICO MEDIO-SUPERIOR |
|                    | 120a             | GT8              | ARENISCAS, SILTITAS Y PIZARRAS   |                           |
|                    | 122a             | GT8              | PIZARRAS NEGRAS  | ORDOVÍCICO MEDIO          |

Figura 3.5. Columna estratigráfica de la Zona 2.

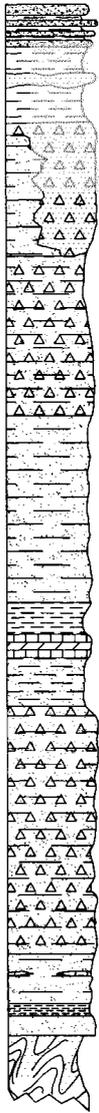
| ESQUEMA LITOLÓGICO   | GRUPO LITOLÓGICO | GRUPO GEOTÉCNICO | DESCRIPCIÓN   | EDAD                                  |
|--|------------------|------------------|---|---------------------------------------|
|  | 122c             | GT12             | PIZARRAS Y CUARCITAS                                  | ORDOVÍCIO MEDIO                       |
|  | 122b             | GT10             | CUARCITAS   | ORDOVÍCIO MEDIO                       |
|  | 122a             | GT8              | PIZARRAS NEGRAS                                       | ORDOVÍCIO MEDIO                       |
|  | 121              | GT10             | CUARCITAS   | ORDOVÍCIO INFERIOR                    |
|  | 100b             | GT12             | PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS                       | CÁMBRICO MEDIO-<br>ORDOVÍCIO INFERIOR |
|  | 100a             | GT8              | PIZARRAS Y ARENISCAS                                  | CÁMBRICO MEDIO-<br>ORDOVÍCIO INFERIOR |
|  | 112a             | GT8              | PIZARRAS VERDES                                       | CÁMBRICO MEDIO                        |
|  | 111c             | GT11             | CALIZAS Y DOLOMIAS                                    | CÁMBRICO INFERIOR                     |
|  | 111b             | GT10             | CUARCITAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS Y PIZARRAS | CÁMBRICO INFERIOR                     |
|  | 111a             | GT8              | ARENISCAS Y PIZARRAS ALTERNANTES                      | CÁMBRICO INFERIOR                     |
|  | 100a             | GT8              | ALTERNANCIA DE PIZARRAS Y CUARCITAS                   | CÁMBRICO INFERIOR                     |
|  | 010              | GT8              | PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS             | PRECÁMBRICO                           |

Figura 3.5. Columna estratigráfica de la Zona 2 (continuación).

### 3.3.3. Columna estratigráfica

La Figura 3.6, muestra la columna estratigráfica de la Zona 2.

### 3.3.4. Grupos litológicos

En este apartado se van a describir los distintos grupos litológicos que se han diferenciado en la Zona 2.

DEPÓSITOS ALUVIALES DE LIMOS, ARENAS Y GRAVAS, (A1, a1)

Este grupo litológico ya se ha descrito en la Zona 1, apartado 3.2.4.

DEPÓSITOS COLUVIONARES, (C1, c1)

Este grupo litológico es más representativo en la Zona 1 por lo cual ya se ha descrito en ésta, apartado 3.2.4.

DEPÓSITOS DE LADERA, (C2, c2)

#### - Litología

Grupo litológico compuesto por cantos angulosos y heterométricos de hasta 50 cm, de composición cuarcítica, areniscosa y pizarrosa inmersos en una matriz areno-limo-arcillosa masiva, con porcentajes variables de materia orgánica que oscurece estos depósitos.

#### - Estructura

Rellenan las partes bajas de relieves montañosos. Internamente son masivos. Se han llegado a ver hasta 4 metros de estos depósitos siendo potencias incompletas ya que no se ve la base, pero probablemente los espesores sean mayores, en algunas ocasiones se observan niveles más ricos en cantos.

#### - Geotecnia

Se trata de suelos de capacidad portante baja, que pueden generar asentamientos.

La permeabilidad de este grupo litológico es baja, puesto que existe una matriz rica en finos. El drenaje superficial suele ser suficiente, por las pendientes en las que se encuentran, sin embargo, los drenajes subterráneos suelen ser malos, por lo que pueden generar problemas geotécnicos importantes.

Son materiales susceptibles de erosionarse; este grupo es excavable.

Se han observado taludes bajos a unos 50° sin presentar problemas.

No obstante, se recomienda no superar inclinaciones erosivas, con la precaución de no excavar la base del depósito para no generar deslizamientos de material a mayor escala. Por la misma razón se recomienda que se drenen bien los taludes construidos en estas formaciones.

#### DEPÓSITOS DE LADERA-CANCHALES, (C3, c3)

- Litología

Se trata de gravas de cantos cuarcíticos de morfología achatada, muy angulosos e irregulares, inmersos en una matriz escasa e irregular en la que dominan tamaños arenosos, también irregulares y una fracción limo-arcillosa. Son depósitos poco compactos. (Foto 3.18).

- Estructura

Se instalan en laderas que forman los materiales cuarcíticos, (121) y (111 a) sobre todo, rellenando las pequeñas cuencas que generó anteriormente la red fluvial.

Su disposición interna es tímidamente ordenada, en niveles que van paralelos a la pendiente, correspondientes posiblemente a períodos en los que se han depositado canchales, superponiéndose unos a otros.



Foto 3.18. Problemas originados en el grupo litológico C3, c3 en los taludes realizados de la en la nueva carretera que va de Gallinero a Mones

Generalmente, el porcentaje de finos crece hacia el pie del cuerpo sedimentario, debido quizás al lavado de las fracciones más arcillosas y depositadas en las zonas distales.

- Geotecnia

Geotécnicamente se considera un suelo, con una capacidad portante baja.

La permeabilidad de estos depósitos puede llegar a alta en zonas pobres en finos, pero en general es media, siendo los drenajes superficiales y subterráneos suficientes.

Se han observado taludes altos, con bastantes problemas, sobre todo de erosión producida por el agua al bajar por las pendientes donde se depositan. También se producen caídas de material. Son materiales excavables.

Se recomienda, si es posible, reducir o evitar incluso el paso de la carretera por estos materiales. Es recomendable no excavar la base de estas formaciones puesto que potencialmente pueden deslizarse y producir daños de importancia, ya que son estas formaciones las más afectadas por los deslizamientos de ladera, encontrándose la mayor parte de las veces en equilibrio inestable; en cualquier caso se debe de tomar medidas protectoras.

Pueden tener interés como yacimientos de áridos y préstamo.

#### SUELOS, (V1, v1)

Ya se describieron en la Zona 1, puesto que tienen iguales características al desarrollarse en las mismas litologías de substrato, apartado 3.2.4.

#### CONOS DE DEYECCIÓN, (D, d)

Este grupo litológico ya ha sido descrito en la Zona 1, apartado 3.2.4.

#### TERRAZAS, T, t

##### - Litología

Se trata de materiales arcillo-limosos, sin compactar, masivos, de colores oscuros por la presencia de materia orgánica, en los que se encuentran dispersos, cantos redondeados de cuarcitas (ver Foto 3.19), y alguno de cuarzo, de tamaños generalmente no superiores a los 4-5 cm de diámetro. A veces se observan niveles lentejonares de arenas y limos.

##### - Estructura

Son depósitos en los que no se aprecia ordenación interna (a excepción de alguna barra arenosa en las que se encuentran estratificaciones sigmoidales, de acreción lateral) son los escasos afloramientos encontrados de este grupo litológico, debido al recubrimiento vegetal de toda la zona.

Su disposición es horizontal, su extensión reducida, e incluso se pueden encontrar colgadas. Espesores no superiores a 8 m. Las más importantes están sobre las llanuras de inundación en las partes bajas de los cursos fluviales, dando cuerpos de sección tabular.

##### - Geotecnia

Geotécnicamente se trata de un suelo, con capacidad portante baja, que puede llegar a generar asientos de importancia.

La permeabilidad de este grupo litológico es de orden medio, por lo que los drenajes subterráneos son suficientes, sin embargo, los drenajes superficiales son insuficientes, dada la morfología de los afloramientos de este grupo. Los niveles freáticos pueden ser altos. Estos materiales son excavables.

No se han observado taludes en este grupo litológico, no obstante se recomienda que no excedan una inclinación 1H:1V, puesto que se prevén problemas de erosionabilidad, caída de material suelto y chineos. Estos materiales son excavables.



*Foto 3.19. Aspecto que presentan las terrazas aluviales (T, t) en un corte de un pequeño talud. Se observan los cantos redondeados de cuarcita inmersos en una matriz arcillo-arenosa*

#### ARCILLAS DE DESCALCIFICACIÓN, (V2, v2)

- Litología

Se trata de arcillas rojas de descalcificación, finas que provienen de la alteración de los materiales calizos dado el clima lluvioso y húmedo de esta región. Tiene una pequeña fracción residual compuesta por cantos, bloques e incluso arenas de las litologías originales.

- Estructura

La estructura es masiva; caótica, limitándose a recubrir superficies calcáreas situadas en zonas geomorfológicamente bajas. Disposición horizontal ocupando la zona superficial de materiales calizos, adaptándose a la superficie topográfica. Los espe-

sores son poco importantes, superando raras veces 1,5 m, aunque pueden dar rellenos locales más potentes. Se sitúan en zonas deprimidas como dolinas, y aunque no son cartografiable, rellenan cavidades como cuevas y otras oquedades desarrolladas en un karst. (Ver Foto 3.20).

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de un suelo con una capacidad portante muy baja que generará asientos importantes.

La permeabilidad de este grupo litológico es muy baja, lo que provoca que el drenaje subterráneo sea prácticamente nulo, y si a ello le sumamos los deficientes drenajes superficiales por la situación de estos depósitos, vamos a tener zonas de encharcamientos importantes. Son materiales excavables.

No se han observado taludes; dado su escaso espesor, los taludes que se pudiesen construir deberán ser bajos, por lo que no generarán grandes problemas. Potencialmente erosionable. Pueden rellenar cavidades, provocando desplomes inesperados en obras subterráneas y taludes, sobre todo en zonas muy mecanizadas.

#### GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS, (310b)

- Litología

Se trata de cuerpos de gravas que están yaciendo sobre areniscas y arcillas separados de ellas por superficies de erosión. Los conglomerados son muy heterométricos. Sus cantos son de naturaleza cuarcítica con síntomas de rubefacción y son de subredondeados a redondeados.

El tamaño máximo observado o centil es de unos 35-40 cm y los tamaños más frecuentes están entre 8-10 centímetros y de 1-2 cm, distribuidos en 2 poblaciones (ver Foto 3.31).

Las areniscas son finas y compactas, con fracciones limosas y arcillosas muy abundantes. En su conjunto dan un aspecto masivo, con algún nivel más arenoso esporádico, y un color rojizo.

Se observan pequeños niveles de 1-1,5 m de materiales calcáreos grisáceos, más competentes, pero muy esporádicamente.



*Foto 3.20. Aspecto de las arcillas de descalcificación (V2, v2) en un pequeño relleno a la altura de la Ermita de la Magdalena, cerca de Rañeces. Se desarrolla sobre las calizas de la formación (150)*



Foto 3.21. Terciario del grupo litológico (310b) en la base del talud, en la carretera local que va de la Cabruñana a Moutas.

- Estructura

En general se depositan subhorizontalmente, aprovechando las cuencas generadas por la reactivación de las fallas hercínicas en la Orogenia Alpina. Los espesores pueden llegar a 80 ó 100 metros.

Generalmente la estructura interna es masiva, aunque, a veces, se dispone en cuerpos lenticulares, de diferentes granulometrías. Estos cuerpos suelen tener bases erosivas con morfologías de canal sobre las arenas en los que están inmersos.

Parece existir cierta tendencia a una grano selección positiva, aunque no muy marcada.

Los espesores pueden llegar a 80 ó 100 metros.

- Geotecnia

Geotécnicamente estos materiales se consideran suelos y tienen una capacidad portante media-baja, que ocasionalmente y en tramos pobres en gravas pueden ocasionar asentamientos inadmisibles.

La permeabilidad de estos materiales puede llegar a ser media en zonas conglomeráticas y altas en tramos carbonatados karstificados, aunque puede estar muy reducida por la presencia de finos entre los poros. El drenaje superficial es suficiente y el subterráneo es insuficiente debido a que la permeabilidad es reducida, no obstante esto estaría conducida por los canales de gravas y los tramos calcáreos karstificados que se describieron anteriormente.

Esta formación es excavable. Puede presentar problemas importantes de pérdida de material por erosión.

Los taludes observados son bajos o medios por lo general, y con inclinaciones medias, no observándose problemas excepto chineos. Sin embargo, se aconseja no construir taludes altos en esta formación con inclinaciones mayores observados ya que puede haber problemas de erosión y de caída de material, por deslizamiento.

#### ARCILLAS, (310a)

- Litología

Se trata de unas arcillas arenosas, de colores rojizos, masivos y sin ordenación dentro de los paquetes que forman, están compactadas y muy poco consolidadas. Presentan horizontes delgados de colores más oscuros, quizás por un mayor contenido en materia orgánica y mayor contenido en finos.

Existen pequeños niveles más carbonatados y margosos, pero muy localmente.

- Estructura

Se encuentran yaciendo horizontalmente o con ángulos bajos. Sus espesores no superan los 100 m. Alternan niveles más o menos arcillosos como se puede observar en la Foto 3.22.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de un suelo, con capacidad portante media-baja.

La permeabilidad de este grupo litológico es baja y por tanto sus drenajes subterráneos muy deficientes, los drenajes superficiales también son pobres, por lo cual, se generarán, dado el clima, zonas de encharcamientos en esta formación.



Foto 3.22. Aspecto del grupo litológico (310a), en una explotación de arcillas al Sur de La Espina

Se han observado taludes bajos subverticales, que se mantienen sin problemas, con caída de terrones y pequeños deslizamientos de material suelto, estos materiales son fácilmente excavables.

En taludes más altos se recomienda no superar una inclinación 3H:2V, puesto que a pesar de la relativa cohesividad de estos materiales, pueden provocarse deslizamientos importantes de material.

#### PIZARRAS CON PASADAS DE ARENISCAS, (152a)

##### - Litología

Se trata fundamentalmente de una alternancia irregular entre pizarras finas, alteradas, oscuras y generalmente dominantes y areniscas de grano fino-medio en bancos que varían de unos sitios a otros entre 7-10 cm, hasta 70-80 cm. En la Foto 3.23, se puede observar un aspecto general de esta formación.

También localmente presentan niveles de hasta 0,35 m de calcarenitas y calizas, generalmente en las cercanías del contacto con el siguiente grupo litológico, (150). Muy puntualmente, se intercala entre las pizarras algún nivel más margoso.

- Estructura

En lo que respecta a la macroestructura se encuentra ocupando los núcleos de grandes estructuras sinclinales como el sinclinal de Villazón y en Coalla (San Pedro).

A escala de afloramiento se presentan como series monoclinales con ángulos de buzamiento del orden de  $70^\circ$ , encontrándose replegada.

Los bancos son de espesor irregular variando de pocos centímetros hasta casi un metro, en secuencias turbidíticas. Se estima un espesor total para esta formación de unos 500 m.



*Foto 3.23. Aspecto de los materiales del grupo litológico 152 a, en el Km. 253 de la N-634 a la altura de Villampero*

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de rocas con capacidad portante media o alta y dependiendo del grado de alteración pueden originar suelos que pueden generar asentamientos.

La permeabilidad es baja por lo general, aunque puede variar de unas litologías a otras, repercutiendo esto en el drenaje subterráneo. Los drenajes superficiales suelen ser suficientes. Esta litología se considera ripable en la zona alterada y no ripable en profundidad.

En los taludes construidos en este grupo litológico, desde subverticales a bajos no se han observado problemas, no obstante, dado el elevado porcentaje de litología pizarrosa y alterable que contiene, para la construcción de taludes más altos es aconsejable evitar la situación más desfavorable de orientación del talud en relación a los buzamientos y direcciones de las capas, para evitar cuñas deslizadas, desprendimiento en los taludes y caídas de bloques.

En zonas donde la parte alterada adquiera una potencia mayor o esté este grupo cubierto por coluviones es conveniente no excavarlos, pues pueden llegar a originar deslizamientos importantes.

#### CALIZAS ROJAS Y GRISES, (150)

##### - Litología

Se trata de unas calizas rojas, micríticas y esparíticas, masivas, a veces nodulosas, y en general con unas malas condiciones de afloramiento, alternando pequeños niveles lutíticos; y de unas calizas negras-grises, masivas y de aspecto caótico debido a los desplomes provocados por el karst, la alteración y la tectonización. Localmente pueden estar muy recristalizadas. Puntualmente estas calizas se encuentran dolomitizadas, con pequeñas vetas de calcita y a veces se observa su estratificación original en bancos planoparalelos de 15 a 60 cm de espesor, como puede apreciarse en la Foto 3.24.

##### - Estructura

Forma parte de los flancos de las grandes estructuras. Internamente, se distingue capas de unos 15 m de espesor de calizas rojas y las calizas grises que tienen un espesor variable de 60 a 400 m.

Las calizas oscuras están afectadas por una karstificación importante y estructuras de colapso (brechas) asociadas a zonas tectonizadas.

En general, en la zona la organización interna observada es masiva, pero se pueden observar en algunas zonas en las que se observa una estratificación clara en bancos que pueden llegar a superar el medio metro de espesor aunque normalmente no superan los 20 cm.

La dirección general de las capas y estructuras es NE-SO.

- Geotecnia

Se trata, geotécnicamente, de rocas con una capacidad portante alta, que localmente pueden desarrollar suelos arcillosos que provoquen asentamientos importantes.

La permeabilidad de este grupo litológico es muy elevada en las zonas karstificadas y baja en zonas sin karstificación. Los drenajes subterráneos serán óptimos en zonas karstificadas. Los drenajes superficiales son suficientes excepto donde se desarrollan suelos de descalcificación, que se desarrollan en zonas hundidas como dolinas, tapizando su fondo.

Este grupo litológico no es ripable en su mayor parte. Se han podido observar taludes de inclinaciones medias a altas que se presentan estables. No obstante, también existen taludes bajos con inclinaciones menores que por desarrollo de suelos son inestables.

De modo general los taludes no deberían de superar 2H:3V, en función de la orientación del talud respecto a la dirección y buzamiento de la estratificación, el diaclasado y las zonas colapsadas en caso de karstificación.

Estos procesos kársticos y sus factores asociados, deberían de tenerse en cuenta a la hora de emprender cualquier obra o excavación subterránea de tipo túnel.

Este grupo litológico es susceptible de ser explotado como árido de machaqueo.



Foto 3.24. *Calizas del grupo litológico (150), en la carretera local que va desde Quintana a Figares.*

#### CUARCITAS Y ARENISCAS CON INTERCALACIONES DE PIZARRAS, (143)

##### - Litología

Se trata en su mayor parte (como muestra la Foto 3.25). De unas cuarcitas blancas de grano fino-medio, la mayor parte de las veces recrystalizadas, blancas, masivas en bancos que varían de 2-3 cm a 1 m y unas areniscas finas, compactas, duras que a veces son ferruginosas, tomando colores rojos. Existen intercalaciones de unos 0.5 m con arcillas rojizas, así el espesor total de la serie es de unos 165m.

##### - Estructura

Se encuentra formando parte de los flancos de algunas estructuras como el sinclinal de Villazón y el núcleo de otras como el sinclinal de Cornellana.

Los buzamientos de este grupo litológico están entre 45° y subverticales. Las direcciones tanto de estructuras como de la estratificación general varían entre ENE-OSO y NNE-SSO. La estratificación está organizada en bancos de 2 cm a 1 m. El grado de diaclasado es intenso.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de rocas con capacidad portante alta.

La permeabilidad es baja aunque puede aumentar ya que están muy tectonizadas y fisuradas, por lo general. Por tanto, los drenajes subterráneos son prácticamente nulos realizándose fundamentalmente por zonas tectonizadas. Los drenajes superficiales son suficientes puesto que generan cierto relieve.

Son materiales no ripables.

Existen taludes altos subverticales, sin problemas, situados en roca fresca, que no presentan problemas, aunque habrá que tener en cuenta la dirección y buzamiento de las capas y diaclasas respecto a la orientación del talud y descartar las situaciones más desfavorables, para evitar caída de bloques, desprendimientos y cuñas.

Se recomienda que la inclinación de los taludes no sea superior a 1H:2V.

Esta litología es susceptible de ser explotada como árido.



Foto 3.25. Aspecto del grupo litológico (143) en la carretera que va de Quintana a Figares

## CALIZAS GRISES, (140a)

### - Litología

Son unas calizas de grises oscuras a blanquecinas, a veces recristalizadas, otras karstificadas. Generalmente se encuentran estratificadas, aunque localmente son masivas. Esporádicamente se intercalan zonas más margosas. Se puede observar un aspecto de estas calizas en la Foto 3.26.

### - Estructura

Se encuentran formando parte de los flancos de grandes estructuras, como por ejemplo en los sinclinales de Villazón y Cornellana y el anticlinal de Cornellana. Tiene un espesor máximo de unos 200 m.

Los buzamientos son subverticales y las direcciones de las capas varían entre ENE-OSO y NNE-SSO. La estratificación se organiza en bancos irregulares cuyo espesor puede pasar desde varios centímetros a escala métrica. Existe un diaclasado perpendicular desde la estratificación.

### - Geotecnia

Se trata, geotécnicamente, de rocas con una capacidad portante alta, que pueden originar suelos arcillosos que generan asentamientos.

La permeabilidad de este grupo litológico es muy alta en zonas karstificadas. Se han observado surgencias en zonas karstificadas de 0,5 l/sg. Los drenajes subterráneos, por tanto son óptimos en estas zonas karstificadas. Los drenajes superficiales suelen ser suficientes puesto que esta litología genera un relieve que permite estos drenajes, pero en zonas karstificadas, como dolinas, donde aparte del relieve se generan suelos arcillosos, el drenaje superficial es muy deficiente y se producen encharcamientos.

Este grupo litológico es, en su mayoría, no ripable. Hay taludes altos observados, subverticales, en los que se observan problemas de algún chineo y caída de bloques.

Para la construcción de taludes nuevos en este grupo litológico se recomienda evitar las situaciones más desfavorables de dirección y buzamiento de capas y diaclasas respecto a la orientación de los taludes para evitar problemas de caída de cuñas y bloques grandes.

Para la construcción de túneles sería conveniente tener en cuenta, además, las condiciones de permeabilidad de este grupo litológico.

Este grupo litológico es susceptible de ser explotable para áridos de machaqueo.



*Foto 3.26. Aspecto del grupo litológico (140a), en una pequeña cantera abandonada a la altura del Km. 251 de la carretera N-634 a la altura de Espinedo.*

#### **ARENISCAS FERRUGINOSAS, (142)**

##### **- Litología**

Se trata de areniscas de grano grueso, de colores pardos, rojizos, oscuros, amarillentos y ocre, con cementos ferruginosos, que les dan una densidad alta. Se pueden presentar recristalizadas, obliterando las estructuras internas. Están alternando con tramos areniscosos-pizarrosos de orden métrico. Esto puede apreciarse en la Foto 3.27.

En general son muy compactas y en los tramos menos recristalizados se observan que están muy seleccionadas.

- Estructura

Se encuentran formando parte de los flancos de las grandes estructuras. Su espesor varía entre los 200 m y 400 m.

Presentan buzamientos en general subverticales altos y direcciones de NNE-SSO a ENE-OSO.



*Foto 3.27. Aspecto del grupo litológico (142) en el Km. 254,5 de la carretera N-634 a la altura de Robadiello*

Internamente, en los bancos sin recristalizar se pueden encontrar estructuras sedimentarias como estratificación cruzada planar que da criterios de polaridad.

Existe en general un diaclasado más o menos perpendicular a la estratificación que puede llegar a ser intenso.

- Geotecnia

Se trata de rocas con capacidad portante alta.

La permeabilidad de este grupo litológico es en general baja, aunque localmente puede aumentar dado el grado de fracturación de esta formación con el consi-

guiente aumento de la permeabilidad. El drenaje subterráneo es insuficiente, canalizándose por las zonas más tectonizadas.

Los drenajes superficiales suelen ser suficientes. Este grupo litológico no es ripable en un alto porcentaje.

En los taludes subverticales, se producen caídas ocasionales de bloques de orden decimétrico, alguna cicatriz de desprendimiento de material suelto, sobre todo en los tramos más pizarrosos.

Los posibles taludes deberán tener en cuenta la estructura geológica de la formación (dirección y buzamiento de los estratos) para fijar la inclinación de los paramentos.

En los casos más desfavorables, la inclinación de los paramentos no deberá superar la inclinación de los estratos.

#### CALIZAS Y PIZARRAS, (140b)

##### - Litología

Se trata de unas calizas oscuras, grises, micríticas, compactas y duras, masivas, reconocibles por la gran cantidad de fósiles de braquiópodos que contienen en algunos lugares. Se disponen en grandes bancos, entre los que esporádicamente se intercalan pizarras y margas grises que suelen estar muy alteradas. Las calizas están karstificadas.

Se puede observar el aspecto de este grupo en la Foto 3.28.



*Foto 3.28. Aspecto del grupo litológico (140b) en la carretera N-634 a la altura de Vega de Anzo*

- Estructura

Forma parte de los flancos de las grandes estructuras que se ven en la zona. El espesor global de la formación varía entre 100 y 140 metros.

Las direcciones generales de la formación, van en consonancia con las estructuras y con las demás litologías paleozoicas de esta zona, es decir, varían entre NNE-SSO y ENE-OSO. Los buzamientos están entre los 50° y subverticales. La estratificación no es clara, excepto en zonas en las que predominan las calizas; estando estas karstificadas.

- Geotecnia

Se trata de rocas con capacidad portante alta en los tramos más calizos y media en los margo-pizarrosos, a excepción de las alteraciones en esta formación que pueden generar suelos que originen asentamientos, en función del espesor existente.

Normalmente las calizas se encuentran karstificadas, por lo que tienen una permeabilidad alta y buen drenaje subterráneo, pero no ocurre así en los tramos pizarroso-margosos, en los que ambos parámetros se hacen casi nulos. Los drenajes superficiales son suficientes, menos en el caso de suelos desarrollados en las dolinas que se originan en los materiales carbonatados.

Este grupo litológico es en general ripable en la zona alterada de los tramos pizarrosos. Los tramos calizos no son ripables.

Se ha observado algún talud vertical, inestable, ya que, se observan grietas que pueden llegar a provocar caídas de bloques grandes. Se recomienda construir los taludes que eviten las situaciones más desfavorables de orientación del talud respecto a las direcciones y buzamientos de la estratificación y diaclasado, con el fin de evitar la caída de cuñas y bloques, sobre todo en las zonas donde las alternancias son más importantes.

La karstificación de las calizas y disgregación de las pizarras pueden generar problemas a tener en cuenta a la hora de emprender cualquier excavación subterránea, produciéndose, entre otra cosa, caudales de agua significativos.

#### CALIZAS Y PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS, (141)

##### - Litología

Esta litología es muy heterogénea, pero resulta difícil de dividir cartográficamente, por lo que se les ha incluido en un mismo grupo litológico.

Se trata, pues, de una alternancia, en la que dominan materiales carbonatados entre los que se encuentran calizas grises oscuras micríticas o esparíticas masivas, calizas margosas, calizas tableadas, dolomías compactas, margas, calizas fosilíferas rojas, con materiales detríticos, de menor importancia, en los que por orden de mayor a menor cantidad, encontramos intercaladas pizarras negras y verduscas, generalmente alteradas y areniscas de grano fino. Se puede observar parcialmente el aspecto de esta formación en la Foto 3.29.

Normalmente la alternancia es de calizas grises o dolomías y pizarras.

##### - Estructura

Sigue la estructura general de la zona, con direcciones NE-SO y buzamientos entre 40° y subverticales. El espesor global de la formación se acerca a los 900 metros.

Se encuentra en los núcleos de algunas macroestructuras anticlinales. La estructura interna se podría resumir diciendo que es una alternancia irregular de diversos materiales.

- Geotecnia

Se trata de rocas con una capacidad portante variable entre materiales como calizas y dolomías, que la tienen alta, y pizarras y margas, que la tienen media. En general, al alterarse generan suelos de capacidad portante baja que pueden provocar asentamientos.

La permeabilidad de este grupo geotécnico también va a venir condicionada por su heterogeneidad. Existen tramos calizos afectados por karstificación que origina una elevada permeabilidad y drenaje subterráneo, sin embargo, los tramos detríticos son impermeables e incluso pueden llegar a confinar estos acuíferos kársticos.

Los drenajes superficiales no presentan problemas excepto en los fondos de dolinas en zonas karstificadas, donde se desarrollan suelos de descalcificación impermeables que no dejan percolar el agua produciéndose encharcamientos.



*Foto 3.29. Aspecto parcial, de un tramo calizo del grupo litológico (141) en la N-634, en la variante de Salas*

Nuevamente, la heterogeneidad del grupo litológico condiciona otro parámetro, la ripabilidad de la formación, que se complica al tratarse de alternancias de litologías muy diferentes. Por lo general, las calizas y dolomías cuando adquieren espesores considerables no son ripables, el resto de la formación si lo es en la zona alterada.

En los taludes observados en los tramos más detríticos de este grupo litológico se aprecian problemas de deslizamientos y creeping por la presencia de suelos generados en él, en los tramos más calizos no presentan estos problemas. Por tanto, es recomendable, no exceder la pendiente de los desmontes de 1H:1V, procurando además no descalzar antiguos deslizamientos, suelos y coluviones que se desarrollan en este grupo. También es importante evitar las orientaciones más desfavorables de los taludes respecto a la dirección y buzamiento de estratificación, fracturas y diaclasas, con el fin de evitar en la medida de lo posible la caída de cuñas y bloques.

#### ARENISCAS FERRUGINOSAS Y LUTITAS, 132

##### - Litología

Se trata de alternancia de unas areniscas rojas ferruginosas, a veces sin cementos ferruginosos bastante cuarcíticas, en un 75-80 % con unas lutitas en su mayor parte alteradas.

La Foto 3.30, da una idea general de esta formación.

Las areniscas son de grano medio a fino, con un color rojo oscuro y densas por la presencia de óxidos de hierro y se disponen en bancos de 1-2 cm hasta 30-40 cm. A veces no presentan óxidos de hierro.



Foto 3.30. Aspecto del grupo litológico (132) en la prolongación de la carretera local que va de Cabruñana a Moutas

Las lutitas tienen una importancia mucho menor y se presentan con una esquistosidad muy marcada y muy alteradas. Presentan colores verdosos, grises, ocre-rojizos.

- Estructura

Forman parte de los flancos de las grandes megaestructuras. La dirección de las capas es concordante con el resto de la serie entre NNE-SSO y ENE-OSO y los buzamientos se encuentran entre 30° y verticales. El espesor global de la formación está entre 150 y 200 metros.

A escala de afloramiento se han encontrado en las areniscas pliegues de unos 10 a 12 metros de longitud de onda, asimétricos. Las areniscas se encuentran dispuestas en bancos de 2 cm a 30-40 cm de espesor, con un diaclasado perpendicular a la estratificación.

- Geotecnia

Se trata de rocas, con capacidad portante media-alta en general, aunque en los tramos pizarrosos, sobre todo si generan suelos, disminuirá.

La permeabilidad de la formación es muy baja, viéndose únicamente favorecida por la fracturación. Por tanto los drenajes subterráneos no son adecuados. Los drenajes superficiales son suficientes.

Este grupo litológico es ripable en su mayor parte, (la zona alterada y las zonas pizarrosas).

Los taludes observados en este grupo litológico son de altura media y subverticales, observándose pocas veces problemas de caída de bloques, alguna cuña, y en las zonas pizarrosas alteradas, deslizamientos de material suelto, que se han resuelto colocando en la base del talud muros de escollera.

Por tanto, sería conveniente no exceder una inclinación en los taludes de 1H:2V y evitar la situación más desfavorable de dirección y buzamiento de la estratificación y el diaclasado al intersectarse con la orientación del talud.

También ha de procurarse no descalzar las formaciones superficiales o deslizamientos que se hayan desarrollado sobre este grupo, sobre todo en la fracción pizarrosa.

#### PIZARRAS NEGRAS, (130)

##### - Litología

Se trata de unas pizarras finas negras y de colores parduscos oscuros. Se encuentran alteradas y su esquistosidad es muy marcada. Presentan algún nivel más arenoso, pero de espesor centimétrico.

El aspecto en campo de esta formación se observa en la Foto 3.31.

##### - Estructura

Forma parte de los flancos de algunas macroestructuras anticlinales. Los buzamientos de este grupo son por lo general altos y las direcciones generales varían de E-O a NE-SO. El espesor total de la serie es de unos 150 metros.

##### - Geotecnia

Se trata de rocas con una capacidad portante que puede variar de alta a media, aunque puede disminuir hasta llegar a generar asientos puesto que este grupo litológico está bastante alterado.

La permeabilidad de esta formación es muy baja en general, lo que condiciona que el drenaje subterráneo sea casi nulo.



*Foto 3.31. Aspecto alterado de las pizarras del grupo litológico (130) en la prolongación de la carretera Cabruñana-Moutas*

Los drenajes superficiales pueden ser complicados puesto que ocupan geomorfológicamente zonas deprimidas, aunque con salidas que normalmente son suficientes, para no producir encharcamiento.

Llama la atención en este grupo el lajamiento intenso provocado por el gran número de discontinuidades que atraviesan el macizo rocoso. Esta formación es ripable en la zona alterada.

Los taludes observados son muy bajos y estables. Es conveniente no superar una inclinación de 1H:1V puesto que al tener una esquistosidad fina y dar lajas de pequeño tamaño pueden generarse caídas de material suelto que pueden llegar a ser importantes si la alteración es lo suficientemente profunda. También es importante descartar las orientaciones más desfavorables de los paramentos del talud, respecto a la dirección y buzamiento de la estratificación, esquistosidad y diaclasado.

## CUARCITAS BLANCAS, (120b)

### - Litología

Se trata de cuarcitas blancas muy recristalizadas y puras, bien estratificadas en bancos. Duras y compactas y en general bastante diaclasadas y tectonizadas. (Ver Foto 3.32).

### - Estructura

Tienen un espesor de unos 50-100 m. Se estructuran en bancos de orden decimétrico y hasta métrico. Los buzamientos son al O y están entre 45° y 70°.



Foto 3.32. Formación cuarcítica (120b), en la playa de Las Poleas

### - Geotecnia

Se trata de rocas duras de capacidad portante alta. Su permeabilidad es muy baja y puede aumentar localmente por fracturación, los drenajes superficiales son buenos, puesto que estas cuarcitas generan resaltes que los favorecen. Son materiales no ripables, necesitando del uso de explosivos para su excavación.

No se han observado taludes, pero es recomendable no superar inclinaciones 1H:2V y muy importante evitar las condiciones más desfavorables de inclinación y orientación del talud respecto a la dirección y buzamiento de las capas y diaclasas en esta formación.

Son de esperar problemas de caída de bloques y de cuñas de material suelto en las áreas más tectonizadas, y tomar las medidas necesarias para contenerlas.

#### ARENISCAS, SILTITAS Y PIZARRAS, (120a)

Este grupo litológico ya se describió en el apartado correspondiente de la Zona 1, por tener mejor representación en ésta, apartado 3.2.4.

#### PIZARRAS Y CUARCITAS, (122c)

##### - Litología

Se trata de pizarras negras y grises de grano fino, afectadas por una foliación muy apretada, compactas cuando están frescas, aunque muchas veces se observan alteradas. Alternan con cuarcitas muy recrystalizadas, blancas y grises, duras que a veces pueden llegar a ser dominantes, como en la playa de Sabugo.

Es una diferenciación del grupo litológico (122a), que por su estructura hace aflorar repetidas veces un tramo cuarcítico dentro de esta formación. Se ha creído conveniente distinguirlo puesto que afecta de lleno a las excavaciones que se puedan realizar en una obra de carácter lineal; solo afectará a los primeros metros de estas formaciones.

Un aspecto de estos materiales puede observarse en la Foto 3.33.

##### - Estructura

Esta formación tiene asignado un espesor de unos 250 metros. Alternan en bancos de hasta 0,5 m de cuarcitas con paquetes más importantes de pizarra, pero a veces como en la playa de Sabugo y el Villar el plegamiento solo se aprecia en las cuarcitas, que están plegadas isoclinalmente, buzando hacia el Oeste los dos flancos de las estructuras, es decir, dan pliegues vergentes al Este.

Las pizarras tienen una foliación muy marcada, estando a veces cruzadas por pequeños diques de espesor centimétrico y longitud de orden métrico paralelos a la foliación.

Las cuarcitas están muy tectonizadas, con sistemas de diaclasas que las cruzan en todas direcciones, resaltando un sistema que es perpendicular a la estratificación.

- Geotecnia

Se consideran geotécnicamente rocas, con una capacidad portante alta. Al alterarse las pizarras bajan su capacidad portante, incluso, si desarrollan suelos, pueden llegar a generar asentamientos en función del espesor.

La permeabilidad de esta formación rocosa es baja en general, aunque las cuarcitas al estar tectonizadas, tienen un porcentaje algo mayor de porosidad, que es por fractura.

Los drenajes superficiales son suficientes y los subterráneos son ineficaces aunque localmente pueden mejorar al conducirse por cuarcitas tectonizadas.

Esta formación se puede considerar como ripable en zonas alteradas y no ripable en profundidad.

No se han observado taludes de interés pero se pueden prever caídas de bloques, lajas y cuñas, si no se evitan las situaciones desfavorables de dirección y buzamiento de capas y esquistosidad respecto a la orientación del talud. Se recomiendan inclinaciones de 1H:1V.

## CUARCITAS, (122b)

- Litología

Se trata de cuarcitas muy recristalizadas, de color blanquecino, duras y muy tectonizadas. Contiene a veces algunas capas, de orden centimétrico de pizarras.

Presentan oxidaciones en las superficies de las diaclasas. Se trata de un nivel de litología parecido a las cuarcitas del grupo (122 c), que se ha podido individualizar y que, por tanto, está en el seno del grupo litológico (122 a). Un aspecto de estas cuarcitas se puede observar en la Foto 3.34.



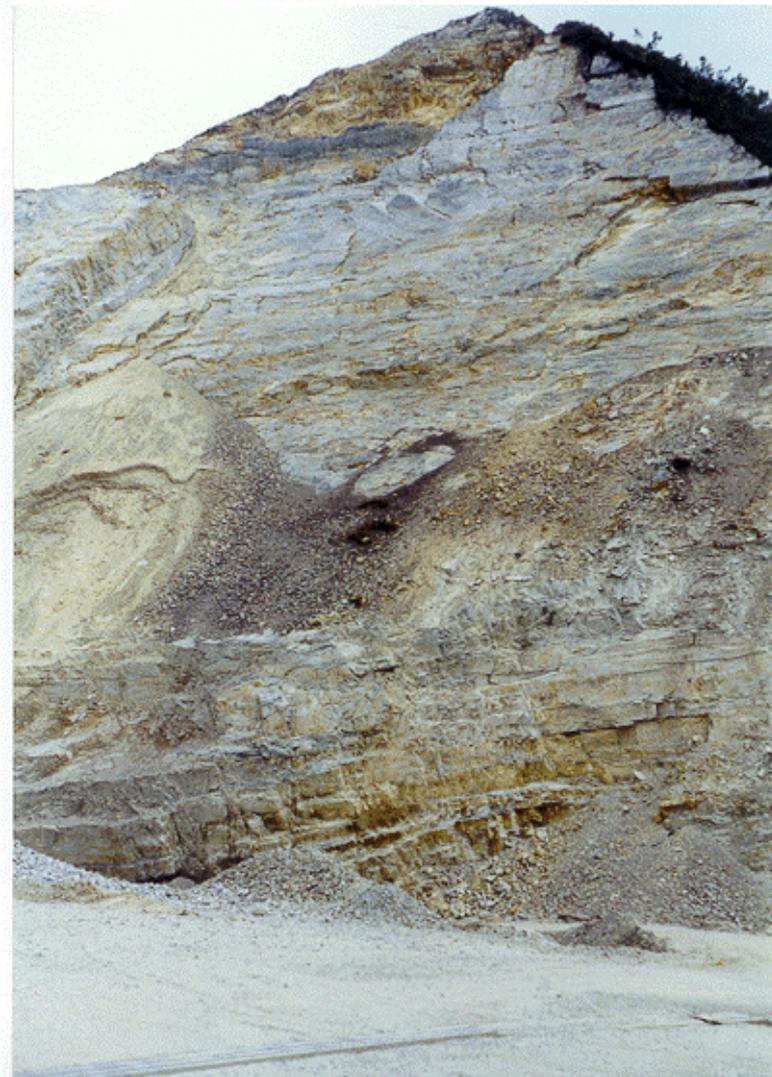
*Foto 3.33. Aspecto general del grupo litológico (122c)*

- Estructura

Tiene un espesor de unos 50 m, muy tectonizadas en algunas zonas. Los bancos pueden tener espesores desde centimétricos a métricos. Se presentan plegadas dando pliegues isoclinales simétricos a escala de afloramiento. También se aprecian buzamientos desde subverticales, a la entrada de Luarca, hasta de unos 20° al Oeste.

- Geotecnia

Se trata de una roca dura de capacidad portante alta. Su permeabilidad en principio es muy baja, pero aumenta localmente por que está muy tectonizada y fracturada en algunas zonas. Los drenajes superficiales son suficientes y los subterráneos son malos o medios dependiendo del grado de tectonización de este grupo.



*Foto 3.34. Grupo litológico (122b), vista en una cantera al Sur de Luarca en la carretera local que llega a Menudero*

Estos materiales no son ripables, localmente pasan a ripable marginal. El diaclasado presenta un espaciado muy pequeño en algunas zonas (cantera de Luarca) teniendo familias de fracturas perpendiculares a la estratificación.

Se han observado taludes altos con pendientes de medias a subverticales estables. Se recomienda no diseñar paramentos de taludes con una pendiente mayor a 1H:1V y siempre evitando las condiciones más desfavorables de dirección e inclinación sobre todo si el talud buza a favor de la calzada.

Los taludes presentan niveles freáticos de poca importancia, lo que implica rezumes de agua.

## PIZARRAS NEGRAS, (122a)

### - Litología

Este grupo litológico consiste en unas pizarras negras-grises de grano fino a medio en finas capas, compactas, afectadas por una marcada esquistosidad. Contienen niveles cuarcíticos (122 b y 122 c) pero en este grupo litológico se han considerado las zonas en las que no aparecen o lo hacen en pequeñas proporciones.

Algunas partes están atravesadas por abundantes y pequeñas glándulas de cuarzo de orden decimétrico. Se observan colores ocres y amarillentos por las pátinas de oxidación que se desarrollan.

### - Estructura

Es una serie monótona con buzamientos generales hacia el Oeste. Se encuentra formando los flancos de grandes estructuras como el sinclinal de Puerto de Vega y el anticlinal de La Caridad.

Internamente está afectada por una esquistosidad intensa y general, presentando repliegues internos a escala centimétrica. La foliación es provocada por la fase de deformación  $F_1$ . Están afectadas por un importante sistema de fallas de dirección ONO-ESE. Este grupo litológico puede llegar a tener unos 1.200 m de espesor. Un aspecto general de esta formación se puede observar en la Foto 3.35.



*Foto 3.35. Aspecto general del grupo litológico (122a), y algunos problemas en esta formación en la playa de Salinas, al Oeste de Luarca*

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca, con capacidad portante alta, que puede disminuir por alteración hasta tal punto que pueden llegar a desarrollar suelos limo-arcillosos de 20 a 40 cm de espesor que provoquen asentamientos.

La permeabilidad de esta formación es muy baja y se desarrolla a favor de fracturas. Los drenajes superficiales son suficientes y los subterráneos son muy deficientes.

La formación es ripable en superficie al estar alterada. El diaclasado es moderado e irregular y tiene las superficies oxidadas, localmente rellenos de arcilla. Los taludes observados son subverticales con una altura entre bajos y medios, presentando caída de lajas y bloques de hasta 3 dm<sup>3</sup>. Se recomiendan evitar las situaciones desfavorables de orientación de esquistosidad, diaclasado y estratificación al practicar los taludes para evitar las caídas de bloques grandes y cuñas, sobre todo si los taludes buzan hacia el eje de la calzada.

Son de reseñar los deslizamientos observados en la playa de Luarca, tanto de materiales sueltos y zona alterada, como los formados por escalonamientos de bloques que han ido deslizando aprovechando los planos de estratificación y folia-

ción más débiles, que han funcionado como fallas de gravedad, como se puede observar en la Foto 3.35.

### CUARCITAS, (121)

#### - Litología

Son de color blanco con algunas intercalaciones grises. Afloran en grandes bancos, muy recrystalizadas y muy duras, como se observa en la Foto 3.36. Generan relieves abruptos. Alternan con pizarras negras, de tamaño de grano fino en capas pequeñas y con una importancia mucho menor.



*Foto 3.36. Grupo litológico (121) en la carretera Fontoria-Valle, en las cercanías de esta última localidad. Aspecto de este material no tectonizado.*

#### - Estructura

Se encuentran formando parte de núcleos anticlinales (Cabo Cuerno-Villazón), con cierta vergencia hacia el E, los buzamientos suelen ser medio-altos y siempre hacia el O. Internamente se encuentran organizadas en bancos de diferentes espesores que pueden llegar a métricos.

Tienen un diaclasado perpendicular a la estratificación. También se desarrollan pliegues menores a escala de afloramiento pertenecientes todos a la misma fase de de-

formación. En algunas zonas se encuentran muy tectonizadas, dando bloques centimétricos sobre todo en las proximidades de los puntos de cabalgamiento.

La fase de deformación actúa rompiendo el flanco Este del anticlinal del Cabo Cuerno-Villazón.

En el anticlinal de Cabo Cuerno-Villazón tiene un espesor de 350-400 m. Toda esta estructura está afectada por un sistema de fallas ONO-ESE.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca con capacidad portante muy alta.

La permeabilidad de este grupo litológico es muy baja, viéndose aumentada localmente por fracturación. Los drenajes superficiales son muy buenos puesto que esta litología genera un resalte marcado y los subterráneos son insuficientes, pudiéndose aumentar localmente por fracturación.

Esta formación es en su mayor parte no ripable, aunque llega a ser ripable marginal en las zonas más tectonizadas y próximas a cabalgamientos.

La mayor parte de los taludes artificiales observados en este grupo litológico son bajos, subverticales y estables; produciéndose algún chineo aislado. Sin embargo en zonas tectonizadas, en los alrededores de frentes de cabalgamientos, como entre Grado, Cornellana, Salas y La Espina, se observan cuñas y caídas de bloques.

También se han observado taludes altos, con inclinaciones de unos 50° en los que se observan caídas de bloques grandes y cuñas de material suelto; que se han resuelto combinando mallas metálicas, con un cunetón al borde del talud y una barrera.

Se recomienda, estudiar bien la estructura geológica de estos materiales, antes de fijar la pendiente de los paramentos de los taludes evitando las condiciones más desfavorables de dirección y buzamiento de los estratos hacia la calzada.

## PIZARRAS, ARENISCAS Y CUARCITAS, (100b)

- Litología

Se trata de una alternancia irregular de pizarras, areniscas y cuarcitas. Se puede observar un aspecto de esta formación en la Foto 3.37.

Las pizarras son de grano fino-medio y de colores grises a negros en bancos de espesor irregular, entre 1 decímetro y 60-70 cm. Generalmente se encuentran muy alteradas a arcillas, dando colores ocres-amarillentos.



*Foto 3.37. Aspecto del grupo litológico (100b), en una pequeña cantera abandonada en la carretera que va de Sueiro hasta San Juan*

Las areniscas son de grano fino-medio, alterando con tramos de pizarras. Tienen una composición predominantemente grauwáquica. Las cuarcitas tienen mucha menor importancia.

- Estructura

La organización interna de esta formación es en bancos de espesor muy irregular y escasa continuidad lateral, pero en general se puede decir que van de 0,1 a 0,7 metros.

Los buzamientos generales de la serie son de medios a altos y hacia el Oeste. El espesor total de la formación de acuerdo a la literatura puede llegar a 4.000 metros. Esta formación está afectada por un sistema de fallas ONO-ESE.

- Geotecnia

Desde el punto de vista geotécnico se considera una roca, que tiene capacidad portante alta, aunque puede disminuir por encontrarse alterada en muchas zonas.

La permeabilidad de este grupo litológico es muy baja, aumentando localmente por fracturación, de lo que se deduce un drenaje subterráneo insuficiente. Los drenajes superficiales son buenos debido a la morfología del terreno.

Este grupo litológico es ripable en zonas alteradas, disminuyendo la ripabilidad en profundidad.

Se han observado taludes altos de unos 45-50° de inclinación, donde el material se encuentra alterado y dan problemas de tipo caída de material suelto (desconchones, pequeños deslizamientos, caída de bloques y cuñas).

Se recomienda estudiar bien la estructura geológica de estos materiales antes de fijar la pendiente de los paramentos de los taludes, evitando las condiciones más desfavorables de dirección y buzamiento de los estratos hacia el eje de la calzada.

Serán inevitables problemas de chineos y caída de material suelto dado el grado de alteración y tectonización en algunas zonas.

En los acantilados de la costa, se observan grandes bloques caídos al mar, debido a que las fallas de dirección ONO-ESE, han sido aprovechadas como planos de debilidad, fallas de gravedad por donde se separan los bloques y caen al mar.

PIZARRAS Y ARENISCAS, (100a)

Este grupo ya se ha descrito en la Zona 1, apartado 3.2.4.

PIZARRAS VERDES, (112a)

Este grupo litológico ya que ha sido descrito en la Zona 1, apartado 3.2.4.

CALIZAS Y DOLOMÍAS, (111 c)

- Litología

Esta formación se caracteriza por sus malas condiciones de afloramiento, su dificultad de seguimiento y cierta diversidad litológica.

Se han cartografiado dos afloramientos:

En los alrededores de Trevías, donde aparece una caliza muy recristalizada, de colores rojo-caramelo y con síntomas de dolomitización. También en los alrededores de Trevías aparecen calizas micríticas (Foto 3.38), muy karstificadas, con colores blanquecinos y con una estratificación marcada.



*Foto 3.38. Aspecto del grupo litológico (111c), donde se observa la karstificación que la afecta*

El otro afloramiento se encuentra en los alrededores de Mumayor; se encuentra muy recristalizada con un aspecto parecido al expuesto en la primera descripción y al que presentan estas calizas en los alrededores de la ría del Eo (Foto. 3.39).

- Estructura

Debido a la dificultad de encontrar un buen afloramiento de este grupo litológico, todo lo que se va a decir es deducido de los grupos colindantes y de lo observado en los pocos afloramientos que se han observado.

Generalmente aparece masiva, sin estructura, pero en los alrededores de Trevías se ha podido ver bien estratificada en bancos de espesores irregulares que van de pocos centímetros a 0,5 metros.



*Foto 3.39. Aspecto más metamorizado de las calizas del grupo litológico (111c), en los alrededores de la ría del Eo*

En este mismo afloramiento se observan muy karstificadas y buzando unos 45° al Oeste con una dirección general NNE-SSO. Se estima un espesor total de unos 100 metros. Suele ocupar zonas deprimidas y ocultas por materiales cuaternarios.

- Geotecnia

Geotécnicamente se considera una roca con capacidad portante alta.

La permeabilidad de este grupo es muy variable, así pues, de pasar a estar karstificada y tener una porosidad secundaria elevadísima, que genera una permeabilidad muy elevada. O por el contrario, puede sufrir un cierre parcial o total de estos poros secundarios, por procesos diagénéticos (recristalización y dolomitización), como se observa en Trevías y Mumayor, reduciendo la permeabilidad.

El drenaje subterráneo es función directa de la permeabilidad, y el superficial, en las zonas de afloramiento, es bueno, pero puede llegar a ser nulo por ocupar zonas deprimidas. Generalmente no es ripable.

No se han observado taludes de interés en esta litología. Se recomienda en la construcción de los taludes no superar inclinaciones de 1H:2V y evitar las condiciones más desfavorables de dirección y buzamiento de la estratificación y diaclasado respecto a la orientación e inclinación de los taludes.

#### CUARCITAS CON TRAMOS DE ARENISCAS Y PIZARRAS, (111b)

- Litología

Se trata fundamentalmente de cuarcitas muy recristalizadas blancas o grises claras en bancos de hasta 1 ó 2 metros, de poca continuidad lateral con alteraciones a cachos rosáceas y amarillentas bien estratificadas y areniscas feldespáticas y cuarcíticas de grano fino a medio, con colores también rosáceos con espesores de banco de 10 a 60 cm. A veces las areniscas se hacen más continuas, alternando paquetes de estas areniscas y cuarcitas con pizarras finas y compactas con foliación muy marcada en bancos finos pero que pueden llegar a 50 cm de espesor, con escasa continuidad lateral.

En conjunto es una alternancia irregular. Se puede observar el aspecto de esta formación en la Foto 3.40.

- Estructura

Este grupo está bien estratificado, se organiza en bancos de escasa continuidad lateral, donde hay variaciones de espesores, por ejemplo, con las cuarcitas, pasan de te-

ner 2 m de espesor a desaparecer lateralmente en unos metros. Las pizarras suelen ser menos importantes. Por lo general, los buzamientos son medio-altos hacia el Oeste.

Pueden estar afectadas por pliegues menores simétricos e isoclinales que se pueden observar en las cuarcitas y por fallas de dirección ONO-ESE y diaclasas perpendiculares a la estratificación.

El espesor de esta formación de acuerdo a la literatura geológica publicada puede llegar a 2.000 metros.

- Geotecnia

Se trata geotécnicamente de rocas con una capacidad portante muy elevada.

La permeabilidad de estos materiales es baja y siempre a favor de fracturas y diaclasas, hecho que condiciona el mal drenaje subterráneo. El drenaje superficial es óptimo ya que genera relieves escarpados.



*Foto 3.40. Cuarzitas y areniscas del grupo litológico 111b, en un talud de la carretera N-632 a la altura de Artedo*

Este grupo es ripable solo en los primeros metros donde se encuentra alterado, por lo que necesitará el empleo complementario de explosivos, para su excavación.

Los taludes observados son altos y de inclinaciones entre  $45^\circ$  y  $65^\circ$ , donde se observan cicatrices de cuñas caídas, caída de bloques de pequeños a medianos.

En futuros desmontes se recomienda tener muy en cuenta la estructura geológica de la formación, para fijar la pendiente de los taludes, evitando las condiciones más desfavorables de dirección y buzamiento de los estratos hacia el eje de la calzada. En el caso en el que el paramento del talud coincida con la dirección y buzamiento de los estratos, la inclinación máxima del paramento deberá ser la de los estratos.

## ALTERNANCIA DE PIZARRAS Y ARENISCAS, (111 a)

### - Litología

Se trata de una alternancia irregular de pizarras y areniscas y muy esporádicamente algunas cuarcitas.

Las pizarras tienen una foliación grosera y generalmente se encuentran alteradas; frescas son de colores oscuros. Las areniscas suelen ser amarillentas, feldespáticas, aunque su composición puede variar desde grauváquica, con gran cantidad de matriz, acercándose en su aspecto a las pizarras hasta de composición casi cuarcítica, estando recristalizadas a veces. Por lo general también están alteradas.

En la Foto 3.41, se observa el aspecto general de esta formación.



*Foto 3.41. Pizarras y areniscas alternantes del grupo litológico (111a), en la carretera N-634 en la bajada de la Espina a Brieves. Obsérvese su grado de alteración*

- Estructura

Se estructuran en forma de alternancia irregular, con tramos más pizarrosos y tramos más arenosos. Los cuerpos suelen tener muy poca continuidad lateral, alentejonándose en pocos metros. Todo está afectado por una esquistosidad, sobre todo las pizarras. Los buzamientos suelen ser altos (subverticales) y estos materiales están replegados.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca con capacidad portante alta, pero puede disminuir en zonas alteradas y tectonizadas hasta dar capacidades portantes medias e incluso bajas. La permeabilidad es muy baja y a favor de fracturas, por tanto los drenajes subterráneos son pobres. Los drenajes superficiales son excelentes, debido a su morfología. Este grupo litológico es ripable, en superficie, pasando a ripabilidad marginal en profundidad. Los taludes observados son medio-altos, se observan caídas de algún bloque, pequeños deslizamientos en la zona alterada, pero en general permanecen estables.

PIZARRAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS, (010)

- Litología

Se trata de una alternancia fundamentalmente de pizarras de grano muy fino de color gris verdoso cuando son frescas, tomando tonos marrones cuando están alteradas, con siltitas y areniscas feldespáticas y cuarcíticas de grano fino a medio, compactas. La esquistosidad en las pizarras es muy apretada y fina (Foto 3.42), y las areniscas tienen cierto grado de aplastamiento que se nota en los granos. Las areniscas se disponen en bancos de 20-30 cm.



Foto 3.42. Pizarras del grupo litológico (010), en la carretera N-634 en el Alto de la Espina

- Estructura

Se disponen formando el núcleo del antiforme del Narcea, cortado en su flanco E por el cabalgamiento de la Espina que los pone en contacto con materiales devónicos.

En cuanto a la estructura interna, la foliación intensa ha borrado las estructuras sedimentarias. También están afectadas por pliegues menores a todas las escalas y por sistemas de fallas de orientaciones entre ONO-ESE y NO-SE.

- Geotecnia

Geotécnicamente se trata de una roca con capacidad portante media-alta, salvo en zonas muy alteradas en las que disminuye.

La permeabilidad de este grupo litológico es muy baja, aumentando localmente por fracturación. Los drenajes subterráneos son prácticamente nulos. Los drenajes superficiales son suficientes a pesar de no dar relieves acusados. Estos materiales son ripables, sobre todo en los primeros metros de la zona de alteración.

Se han observado taludes de altura media de una inclinación de unos 45°, en los que se observa cicatrices de grandes cuñas por lo que al construir los taludes habrá que evitar las situaciones más desfavorables por la interacción del talud con las direcciones de estratificación y buzamiento de los estratos.

### **3.3.5. Grupos geotécnicos**

En este apartado se agrupan en "grupos geotécnicos" los grupos litológicos de la zona 2 de acuerdo a las características geotécnicas que tienen en común.

El resultado es el siguiente:

- Grupo geotécnico GT1

Este grupo geotécnico está constituido por las formaciones A1,a1 y T,t.

Grupo formado por gravas, arenas, limos y arcilla sin consolidar, con una capacidad portante baja y que localmente en zonas donde predominen las fracciones más finas pueden generar asentamientos significativos. Los materiales de este grupo son erosionables y fácilmente excavables e interesantes para su explotación como yacimiento de áridos y como préstamos.

La permeabilidad de este grupo geotécnico es de baja a media, dependiendo del tramo más o menos arcilloso de que se trate, lo que se traduce en drenajes subterrá-

neos, de suficientes a bajos. Los niveles freáticos pueden estar cercanos a la superficie. Los drenajes superficiales suelen ser insuficientes.

Los taludes que se excaven en estas formaciones van a tener problemas con la erosión y los chineos y caída de materiales sueltos.

- Grupo geotécnico GT2

Está formado por los materiales coluviales C1,c1 y C2,c2.

Este grupo geotécnico está formado fundamentalmente por materiales de fracciones finas, fundamentalmente arcillas, limos, arenas con cantos de mayor tamaño dispersos y con contenidos variables de materia orgánica. Son materiales de fácil excavación y erosión. La capacidad portante es baja generando asentos con relativa frecuencia.

Tienen cierto grado de compactación. Su permeabilidad es baja por lo que los drenajes subterráneos son difíciles. Los drenajes superficiales son complicados en las zonas marginales y mejores en las zonas de cabecera.

En los taludes que se excaven en los materiales pertenecientes a este grupo geotécnico se podrían originar problemas de erosión y caída de materiales sueltos y algún deslizamiento.

- Grupo geotécnico GT4

Las formaciones que componen este grupo geotécnico son V1,v1 y V2,v2.

Se trata de materiales con muy escasa consistencia formados por arcillas, limos y materia orgánica. Su capacidad portante es muy baja teniendo a veces plasticidad lo que pueden generar asentos. Son relativamente erosionables y fácilmente excavables.

Su permeabilidad es baja, pero su grado de humedad alto. Los drenajes superficiales son insuficientes, por lo que se generan encharcamientos.

Los taludes en estas litologías generarán problemas de caída de material suelto y problemas de estabilidad.

- Grupo geotécnico GT6

Lo compone el grupo litológico D,d.

Este grupo geotécnico está compuesto fundamentalmente por gravas muy heterométricas de composición cuarcítico-arenoso-pizarrosa procedentes de derrubios de ladera. Se trata de unos suelos con baja capacidad portante, que pueden dar asientos.

Son materiales erosionables y fácilmente excavables. La permeabilidad de estos materiales es baja al estar reducida por la presencia de finos en los espacios de los poros. Esto hace que los drenajes subterráneos sean muy deficientes. Los drenajes superficiales son suficientes. En los posibles taludes al atravesar estos materiales, se puede producir deslizamiento, por lo que se recomiendan taludes poco pendientes.

- Grupo geotécnico GT8

En la Zona 2 este grupo geotécnico está constituido por las siguientes formaciones (120a), (122a), (112a), (010), (111a), (130), (152a) y (100a).

Grupo formado fundamentalmente por pizarras y areniscas. Todos estos grupos litológicos presentan una deformación tectónica importante.

Se trata de rocas con una capacidad portante alta en general, aunque localmente pueden alterarse y desarrollar suelos que pueden generar asientos significativos. No son erosionables y se pueden ripar en un porcentaje bastante elevado. La permeabilidad, en este grupo geotécnico es muy baja, por lo que prácticamente no existe drenaje subterráneo. Los drenajes superficiales son suficientes.

Los taludes pueden presentar problemas de caída de lajas y ocasionalmente cuñas y bloques según resulten las condiciones de fracturación y foliación de estas formaciones.

- Grupo geotécnico GT9

En la zona 2 este grupo geotécnico está constituido por el grupo C3,c3.

Este grupo geotécnico está compuesto por gravas angulosas irregulares de composición cuarcítica con matriz areno-limo-arcillosa.

Se pueden considerar suelos con una capacidad portante baja. Estos materiales son erosionables y fácilmente excavables. La permeabilidad es media, lo que genera unos buenos drenajes subterráneos. También los drenajes superficiales son fáciles. Estos materiales pueden considerarse aprovechables para su explotación como áridos.

Los taludes construidos en estas formaciones serán inestables, presentando problemas de erosión y deslizamientos de material suelto.

- Grupo geotécnico GT10

Este grupo geotécnico está compuesto por las formaciones (120b), (122b), (111b), (143), y (121) en la Zona 2.

Este grupo geotécnico está fundamentalmente compuesto por cuarcitas y en mucho menor grado areniscas y pizarras. Se trata de rocas muy competentes con una capacidad portante alta.

Son materiales que no son erosionables y no ripables en la mayor parte del tramo.

Las permeabilidades de estas formaciones son muy bajas, aunque localmente pueden aumentar por fracturación, que se desarrolla en zonas tectonizadas.

Los drenajes subterráneos, por tanto, son difíciles, pero estas zonas tectonizadas pueden actuar como drenes. Los drenajes superficiales suelen ser muy buenos puesto que generan resaltes en los relieves.

Los taludes en estas formaciones van a ser generalmente estables, presentando problemas de caídas de bloques y cuñas, muy esporádicamente.

- Grupo geotécnico GT11

En la Zona 2 este grupo geotécnico está representado por los grupos litológicos (111c), (150) y (140a).

Este grupo geotécnico incluye rocas de composición dolomítica y caliza, variando de unos lugares a otros su grado de recristalización; son rocas que se caracterizan por su alta capacidad portante, aunque pueden presentar localmente alteraciones que generen asientos.

Este conjunto litológico no es erosionable y difícilmente ripable. La permeabilidad de este grupo litológico es por karstificación, por lo tanto alta y repartida irregularmente que se traduce a nivel general en drenajes subterráneos óptimos.

Los taludes en este grupo litológico deberán ser estables, presentando esporádicamente problemas de caída de bloques y cuñas. En excavaciones merece la pena prestar atención a los problemas generados por el karst como puedan ser niveles freáticos y rellenos de arcillas, desplomes, etc., problemas que se pueden presentar en la construcción de taludes y túneles.

- Grupo geotécnico GT12

En la Zona 2, las litologías que componen este grupo geotécnico son (122c), (132), (142) y (100b).

Este grupo, litológicamente se caracteriza por la alternancia de rocas más competentes como son cuarcitas y areniscas con rocas menos competentes que suelen ser pizarras con un grado de alteración mayor. En general, la capacidad portante es alta, pero localmente, en las zonas menos competentes mencionadas pueden desarrollarse suelos que disminuyan este parámetro.

Estos materiales tienen un grado de erosionabilidad bajo y se consideran ripables en un porcentaje medio-alto.

La permeabilidad de los componentes de este grupo litológico es en general baja lo que provoca un drenaje subterráneo difícil. Los drenajes superficiales son suficientes.

Los taludes construidos en estos materiales pueden presentar inestabilidades debidas en general a la heterogeneidad de la litología. Se presentaran problemas de estabilidad, como caídas de cuñas, bloques y demás provocados por la interacción de la dirección de los taludes y la disposición de la estratificación, diaclasado, y discontinuidades en general.

- Grupo geotécnico GT14

En la Zona 2, este grupo geotécnico está constituido por los grupos litológicos (140b) y (141).

Los materiales que forman este grupo geotécnico son muy heterogéneos de naturaleza caliza, pizarrosa en menor proporción areniscosa.

Se trata de rocas con capacidad portante desigual de unos lugares a otros dependiendo de la litología: las calizas suelen tener una capacidad portante alta y los tramos más pizarrosos tendrán capacidad portante media, e incluso en algunas zonas, baja, puesto que desarrollan suelos arcillosos que pueden generar asentos. Los tramos calizos, en determinadas zonas, también pueden desarrollar suelos arcillosos rojos, por descalcificación que originen también asentos.

En general no presentan problemas de erosionabilidad y su ripabilidad se complica en los tramos alternantes de pizarras y calizas.

La permeabilidad de estas calizas es muy alta pues suelen estar karstificadas y muy reducida en los tramos más lutíticos, pudiéndose generar pequeños acuíferos confinados. Los drenajes subterráneos, serán preferentemente a través de los tramos calizos.

Los drenajes superficiales, por lo general, son suficientes, aunque localmente pueden ser muy deficientes y formar encharcamientos.

Los taludes construidos en estas formaciones tienen problemas de estabilidad en las zonas pizarrosas, como caídas de materiales sueltos, bloques y cuñas.

Es de destacar que en las litologías que componen este grupo geotécnico, y en sus contactos con otras litologías, aparecen muchos de los deslizamientos cartografiados.

- Grupo geotécnico GT15

En la Zona 2 este grupo geotécnico está representado por los grupos (310b) y (310a).

Este grupo geotécnico, está formado por gravas y arenas, arcillas y algún nivel calcáreo. Se pueden considerar, en general, como suelos con capacidad portante de media a baja y en los tramos más arcillosos, pueden llegar a dar asentamientos.

Estos materiales son erosionables y fácilmente excavables. La permeabilidad de estos materiales es, en general, de media a baja en los tramos de conglomerados. Los drenajes subterráneos considerados globalmente son buenos e impermeables en los tramos arcillosos. Los drenajes superficiales son deficientes.

Los taludes construidos en este grupo generarán inestabilidades de tipo gravitacionales y erosivos en la formación, siendo las condiciones constructivas en general desfavorables porque a esto se le añade la posibilidad de la presencia de yesos, que la literatura describe a otras zonas, fuera del Tramo.

### **3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona 2**

Los materiales que componen la Zona 2 son materiales consolidados y metamórficos de naturaleza detrítica y carbonatada. Los materiales terciarios son arcillas preconsolidadas y los cuaternarios están constituidos por materiales sueltos.

Los materiales tanto detríticos como carbonatados muy consolidados de los grupos geotécnicos GT10 y GT11 presentan problemas de ripabilidad siendo necesarios otros métodos más destructivos para su arranque.

Las alternancias de materiales duros y blandos tipo pizarras-areniscas o calizas-margas presentan problemas de inestabilidad, siendo frecuentes los deslizamientos, caídas de cuñas y bloques.

Los principales problemas geotécnicos en los materiales poco consolidados (Terciario de la Cuenca de Grado) o sin consolidar (materiales de edad Cuaternario) son los derivados de la baja capacidad portante que pueda generar asentamientos.

Los grupos litológicos V1,v1, V2,v2 y (310a) del grupo geotécnico G4 presentan malos drenajes que originan problemas de encharcamiento.

Los grupos litológicos C3,c3, C1,c1, D,d y C2,c2 presentan situaciones de equilibrio muy difíciles siendo susceptibles de inestabilidades en los desmontes que se practiquen.

Por último, son de resaltar los problemas que se derivan de la karstificación de las rocas carbonatadas de los grupos litológicos (111c), (150) y (140a).

Los principales problemas son la presencia de flujos subterráneos en obras de desmonte o en la perforación de túneles y el apoyo de estructuras en formaciones muy karstificadas.

## **4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO**

### **4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRÁFICOS**

El Tramo Grado-Ribadeo se sitúa casi en su totalidad en un territorio de topografía montañosa y abrupta, compuesto por las sierras marginales de la Cordillera Cantábrica, como son la Sierra Bobia, la Sierra de Buseco, la Sierra de los Vientos, la Sierra de Tineo, la Sierra de la Curiscada, Sierra del Viso, Sierra de la Espina, Sierra del Courio, Sierra Solle-  
ra y Sierra de Pedrorío. Esta zona se encuentra entre 100 y 1100 metros sobre el nivel del mar.

Estas sierras originan desniveles locales considerables, que para salvarlos sería necesario la construcción de taludes y estructuras importantes, incluso no descartarse la posibilidad de construcción de algún trayecto en túnel.

En la mayoría de la parte Este del Tramo, se solventa este problema por la existencia del corredor de las carreteras N-634, que aprovecha los valles de los ríos Nalón, Ferrera, Nonaya, Brañalonga y Llorín fundamentalmente, N-632 que aprovecha el corredor de la costa.

En la zona Oeste y Norte del Tramo existe un corredor llano que aprovecha la zona llana costera y el corredor de la N-634 a su paso por esta zona, y el corredor que utiliza la N-640 que aprovecha el valle del Eo.

### **4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLÓGICOS**

El carácter de los problemas geomorfológicos que se manifiestan en el Tramo estudiado van a tener una estrecha relación con la topografía, la litología y la tectónica.

En la Zona 1, los problemas más destacados derivados de los procesos geomorfológicos que tienen lugar, son los provocados por los desprendimientos de roca en los acantilados de la costa, y por último la dinámica mixta entre las mareas y la acción las zonas de rías que puede generar inundaciones. Los procesos gravitacionales, en litologías pizarrosas (122a ; 120a, 110a) se limitan a deslizamientos provocados por fallas de gravedad que aprovechan planos de debilidad de la estratificación y equistosidad y del sistema de fallas ONO-ESE que atraviesa el Tramo. Estos problemas son poco extensos, al limitarse a los acantilados y zonas concretas de los ríos.

Pueden citarse en esta Zona 1 los problemas de pequeña entidad ocasionados por acción de la gravedad, que se localizarían en las zonas proximales de depósitos de abanicos aluviales y coluviones, lindantes con los primeros relieves del interior, y cuyas ver-

tientes naturales más o menos estables en la actualidad se pueden hacer inestables al descargar mediante taludes artificiales el contrapeso natural que mantienen estabilizados estos depósitos. Esto puede observarse en algunos de los taludes nuevos de la carretera N-632.

En la Zona 2, la erosión fluvial es importante y pueden generar problemas como puedan ser la excavación de los cimientos de los apoyos a realizar o el arrastre de materiales que posteriormente pueden obstruir desagües de terraplenes pudiendo destruirlos potencialmente. Las pendientes naturales que pueden llegar al 60% en algunas zonas y los procesos gravitacionales que conllevan, originan todo tipo de procesos de ladera como deslizamientos, reptaciones superficiales y depósitos de ladera metaestables como son coluviones y canchales que por excavar pueden llegar a producir deslizamientos importantes.

Los procesos kársticos tienen cierta importancia en esta Zona 2. Son macizos karstificados de cierta entidad que originan morfologías de dolinas que pueden constituir zonas endorréicas, en las que suelen desarrollarse suelos arcillosos que generan zonas encharcadas.

Los problemas que pueden generar estos karst se derivan de la permeabilidad que imprimen a los macizos calizos, complicando obras subterráneas y taludes, además de los rellenos de cavidades, y las inestabilidades provocadas por la acción conjunta entre alteración, tectonización y karstificación que pueden provocar desplomes en el macizo rocoso.

En la Zona 2, además de ser el relieve tan abrupto, es muy importante la heterogeneidad litológica y la tectonización en algunas áreas, que acentúa la virulencia de los procesos gravitacionales, haciéndose relativamente abundantes los deslizamientos de ladera, depósitos de ladera inestables, que pueden llegar a inestabilizarse al descalzarlas mediante la construcción de taludes. Los grandes deslizamientos y los procesos de ladera, pueden llegar a condicionar el trazado de una carretera u otra obra lineal.

## DESLIZAMIENTOS DE LADERA

La causa primera de la existencia de estos grandes deslizamientos son las altas pendientes naturales, que se generan (llegan a ser muy fuertes) por el fuerte encajamiento de la red fluvial en determinadas zonas, como por ejemplo, en la Sierra del Courio, el Narcea y a lo largo de la N-634 el Nonaya y el Brañalonga.

Estas pendientes hacen que los procesos geomorfológicos dominantes sean los de gravedad, produciendo depósitos inestables (C3) en las zonas de mayores pendientes (provocadas por los fuertes resaltes del grupo (121)) que se reactivan con la llegada de las lluvias, muy abundantes dado el clima de la zona.

Los movimientos de ladera son generales en la zona, provocando incluso el movimiento de grandes masas cartografiadas en las laderas. El cauce del Narcea a su paso por la sierra del Courio está afectado por el aporte lateral de los conos de deyección, como puede observarse en las fotos 4.1. y 4.2.

Los canchales (C3) al estar situados en pendientes altas son las litologías más afectadas por avalanchas rocosas. Además son susceptibles de erosión. Los deslizamientos pueden afectar a litologías del substrato, como son los grupos (121) muy tectonizado y (141) y en menor proporción (122) a y (132), sobre todo en los contactos de litologías de distinta competencia.

Las arroyadas también provocan movimientos en masa de material suelto, pequeños deslizamientos superficiales, bastante comunes en épocas de lluvia.

Estos procesos de ladera en la Zona 2 son muy importantes y pueden condicionar el trazado de una carretera u otra infraestructura lineal.

### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS**

Las formaciones cuaternarias y terciarias, sobre todo en las zonas de playa y marismas, presentan una capacidad portante media a baja siendo posibles los asientos diferenciales. En general todos los materiales cuaternarios y terciarios son excavables fácilmente.

Las litologías cuarcíticas, areniscosas y pizarrosas en general tienen una capacidad portante alta con posibilidad de que se produzcan asientos localmente debidos al desarrollo de suelos arcillosos.

La permeabilidad y drenajes subterráneos de las formaciones son irregulares variando de muy bajos en los materiales detríticos (en los que puede haber localmente permeabilidades más altas) a muy elevados en zonas calcáreas muy karstificadas.

Los materiales no consolidados tienen permeabilidades también variables, siendo muy permeables las arenas de las formaciones de playa y eólicas; de permeabilidad media, los aluviales, depósitos de ladera-canchales hasta bajas en formaciones como depósitos de ladera, coluviales partes distales de abanicos aluviales y zonas arcillosas de los depósitos terciarios.

Respecto a los drenajes superficiales suelen ser malos en la Zona 1 y en las zonas endorréicas que forman dolinas y cubiertas de suelos arcillosos en zonas karstificadas de la Zona 2.

En los taludes artificiales en materiales sin consolidar se van a encontrar problemas de erosión, de caídas de materiales sueltos, chineos e incluso deslizamientos importantes si se excavan estos depósitos y se sobrepasan las pendientes admitidas.

En los materiales calizos afectados por karstificación existirán problemas en los apoyos para la colocación de estructuras.

En los taludes de materiales rocosos encontramos problemas de caídas de bloques y cuñas que se verá intensificado si no se evitan las situaciones más desfavorables de orientación e inclinación de los taludes respecto de la dirección y buzamiento de estratificación, diaclasas y discontinuidades en general en los macizos rocosos.

Las condiciones constructivas son en general aceptables excepto en los cuaternarios de marisma, playa y eólicos.

#### **4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS**

En función del examen de la topografía y geomorfología, del Tramo Grado-Ribadeo del Itinerario de la Autovía del Cantábrico Avilés-Baamonde y teniendo en cuenta las poblaciones más importantes del Area de estudio, se proponen dos corredores principales, con algunas variantes, que son coincidentes en trazado por su parte Oeste, desde Luarca hasta Ribadeo, donde aprovechan el trazado de la actual carretera N-634, puesto que cumple las mejores condiciones topográficas y geomorfológicas y no presenta problemas geotécnicos de gran entidad: problemas de asentamientos, drenajes superficiales; existiendo problemas de mayor envergadura en el apoyo de estructuras, como puedan ser la ría del Eo y la del Navia.

Esta parte Oeste, común a los 2 tramos desde Luarca a Ribadeo presenta algunas variantes:

- Desde la población de Caridad hacia el Oeste se proponen 2 corredores puesto que la zona llana de rasa costera se ensancha: uno más hacia la costa aprovechando el trazado de la N-634 que pasaría demasiado cerca de las poblaciones importantes, y un corredor prácticamente paralelo a éste, más hacia el interior. Estos dos corredores prácticamente se vuelven a unir en las inmediaciones de la ría del Eo.
- En el extremo Oeste del Tramo el corredor se bifurca:
  - . Una rama cruza la ría mediante viaductos para seguir la actual carretera de la costa, N-634, que empalmaría ya muy fuera del tramo con Baamonde y la N-VI.
  - . La otra enlazaría directamente con Lugo y la N-VI por medio de la N-640.

Esta parte comunicaría las poblaciones de Ribadeo, Figueras, Castropol, Tapia de Casariego, la Caridad, Navia, Puerto de Vega y Luarca.



Foto 4.1. *Aspecto del gran deslizamiento de Lleiroso, que a esta altura llega a desviar el cauce del río Narcea*



Foto 4.2. *Panorámica del cono de deyección inestable de Castañedo que probablemente haya sufrido ya algún movimiento en la historia de su formación*

Los valles de este corredor, puesto que son muy encajados y no permiten los radios propios de una autovía; sin afectar a las laderas de dichos valles, que al tener una pendiente alta, van a presentar grandes problemas de estabilidad. La necesidad de construcción de túneles y viaductos para salvar esta zona encarecerían en gran medida la construcción de una autovía por este corredor.

Eliminadas las opciones de trazado dentro de la zona se propone un corredor que discurriría de Norte a Sur paralelo al extremo este de la zona. Desde Luarca la autovía seguiría el trazado de la actual N-632 o E-702 hasta la localidad de Soto del Barco, pero sin llegar a ella ya que aprovechando los valles del Nalón y del Narcea llegaría a Cornellana.

Subiría por la ladera oeste (margen izquierda). En ella, la estructura geológica es favorable, bajando la formación rocosa hacia el interior de la ladera y, por tanto, favorable en la estabilidad de los taludes de posibles desmontes.

Desde Cornellana llegaría a Grado siguiendo el corredor de la actual N-634 teniendo que salvar solamente como problema geomorfológico y topográfico el Alto de Cabruñana, que no tiene especial relevancia.

Los trazados del corredor sugeridos están diseñados para evitar el mayor número posible de problemas geomorfológicos, en particular las zonas en las cuales se han cartografiado deslizamientos, haciendo notar que surgirían problemas geomorfológico-geotécnicos al atravesar formaciones superficiales metaestables, por ejemplo, el grupo geotécnico GT14, los contactos con la formación (121) y sobre todo los coluviales y canchales de esta zona.

En la Figura 4.1. se han dibujado esquemáticamente los corredores de trazado propuestos.

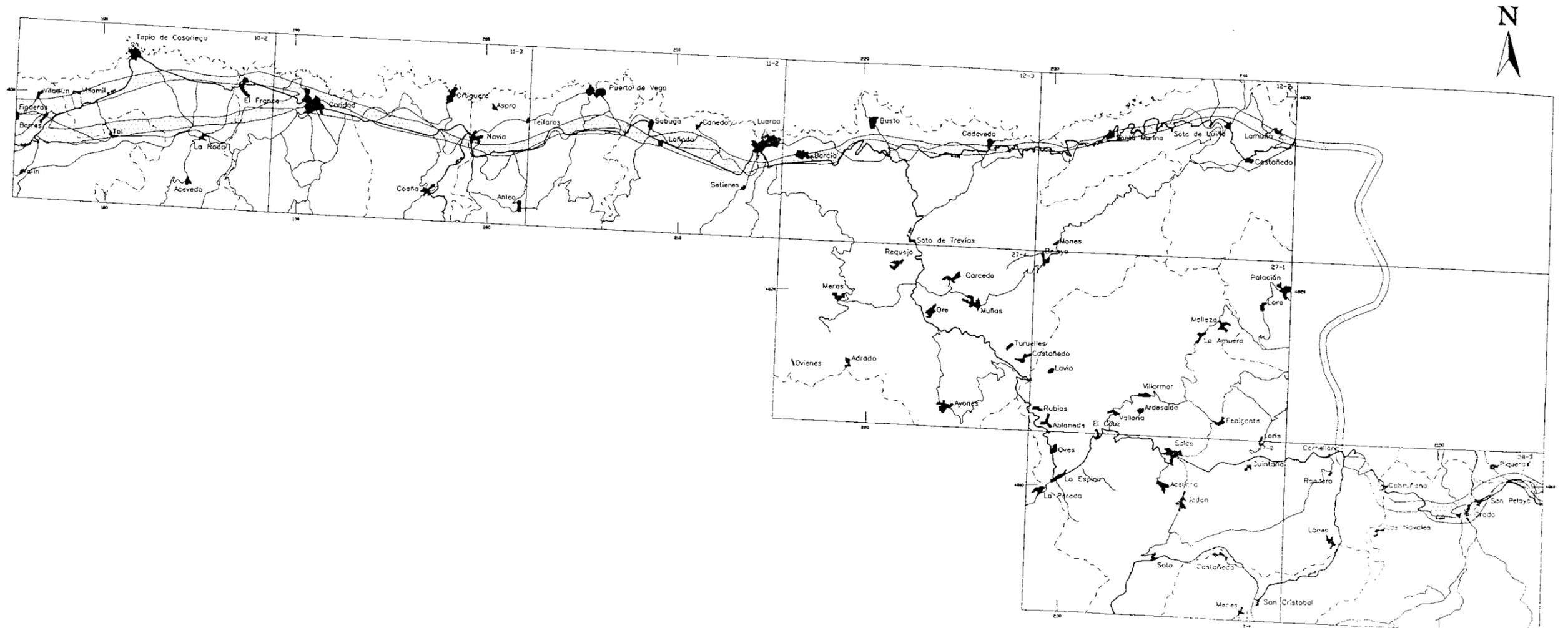


Figura 4.1. Corredores de trazado sugeridos.

# **NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

## **5. INFORMACIÓN SOBRE YACIMIENTOS**

### **5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO**

El presente estudio no contiene un examen exhaustivo de los yacimientos de materiales del Tramo, ya que un análisis de esta entidad desbordaría por su magnitud y metodología, el alcance de los Estudios Previos, pero se ha estimado conveniente presentar de forma breve y ordenada la información sobre los yacimientos del Tramo, obtenida durante la realización de los trabajos del mismo.

La información que se da a continuación se refiere únicamente a materiales de uso en la construcción de carreteras (canteras, graveras y materiales para terraplenes y pedraplenes).

En la figura 5.1. se marcan los principales yacimientos a este nivel.

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

En el Tramo de estudio los yacimientos rocosos se encuentran situados en formaciones de naturaleza cuarcítica (Foto 5.1.) y en menor grado en litología calcárea (Foto 5.2.).

Dentro del Tramo, estos yacimientos se encuentran muy mal repartidos, puesto que hay mayor número de canteras y de más variedad litológica en la mitad Este del Tramo, explotándose únicamente las cuarcitas en la mitad Oeste.

Si a esto se le añade la escasez de explotaciones actuales, la búsqueda de áridos se presentará relativamente complicada y alejada en general de los puntos de demanda. No obstante, existen formaciones susceptibles de ser explotadas como canteras.

Las formaciones que se han considerado útiles como yacimientos rocosos son los grupos:

- Cámbrico inferior (111 a)
- Cámbrico medio y superior (112 b)
- Ordovícico inferior (121)
- Ordovícico medio (122 b)
- Devónico superior (143)
- Estefaniense (152 b)
- Granitos (001)
- Filones de Microgranitos (002)

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

y algunos Tramos del

- Silúrico superior (133)
- Devónico inferior (141)
- Devónico inferior-medio (140 b)
- Devónico medio-superior (140 a)

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

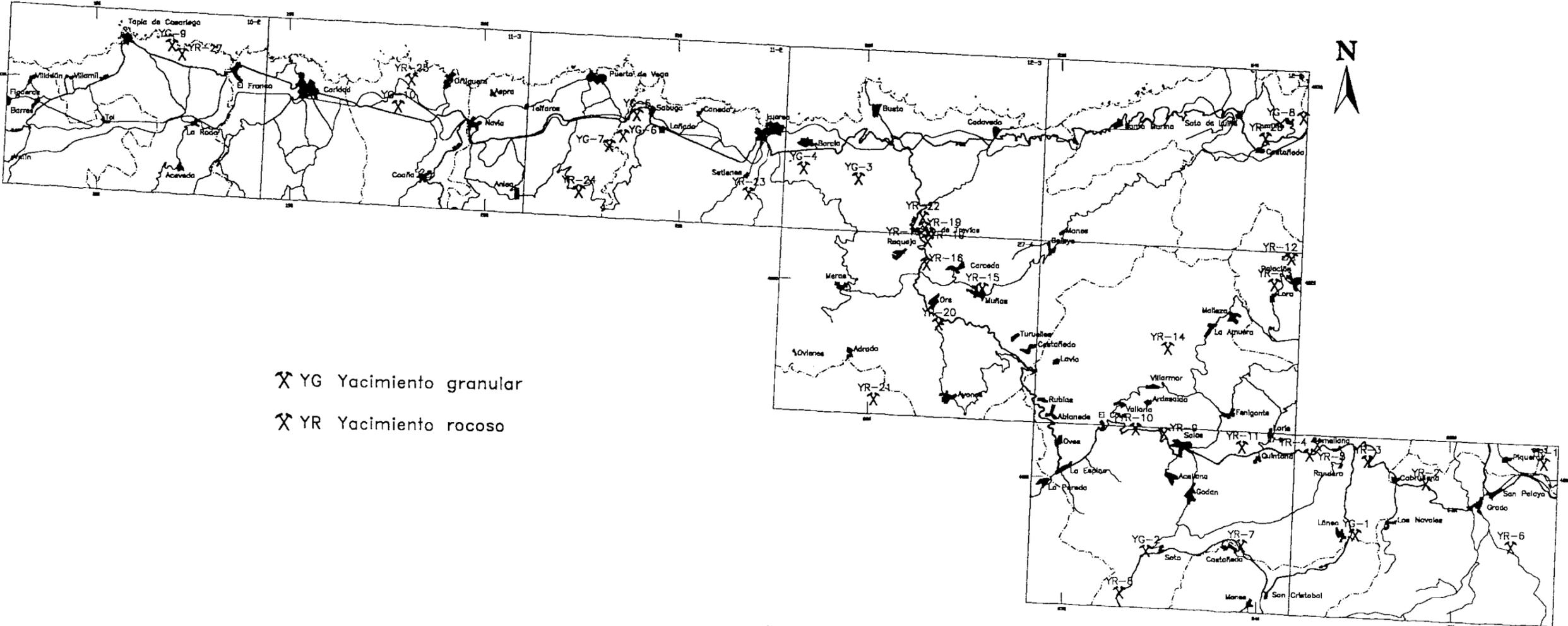


Figura 5.1. Situación de los principales yacimientos granulares y rocosos en la zona de estudio.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**



**Foto 5.1.** *Cantera en la que están explotando las cuarcitas del grupo (121). Se localiza al Sur de Navia.*



**Foto 5.2.** *Cantera en la que se explotan las calizas del grupo (140b). Se localiza a las afueras de Doriga.*

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

Los materiales más explotados suelen ser cuarcitas, y en menor proporción calizas. En el caso de las cuarcitas, las condiciones de extracción y molienda son bastante incómodas, por lo que se recomienda su explotación en zonas tectonizadas y en zonas de canchal (C3), que se incluye en el apartado de yacimientos granulares.

En cuanto a las características de estos materiales para su uso como árido, a continuación se plasman los resultados de los ensayos en varias canteras de la Zona de Estudio:

|  | <b>CALIZAS</b> | <b>CUARCITAS</b> |
|--|----------------|------------------|
| Mat. Orgánica (%)                            | Ausencia       | 0,130            |
| Equiv. Arena (%)                             | 68             | 30-72            |
| CO <sub>3</sub> (%)                          | 98             | --               |
| P. Específico aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) | --             | 2,60-2,63        |
| P. Específico real (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2,708-2,699    | 2,64-2,65        |
| Absorción (%)                                | 0,25-1,63      | 0,372-0,638      |
| Estabilidad al SO <sub>4</sub> Mg (%)        | --             | 3,132-3,882      |
| Coefficiente de Forma                        | 0,22-0,24      | --               |
| Desgaste de Los Angeles "A" (%)              | 26,7           | 27,7-33,6        |

En el Cuadro 5.1., se exponen los principales yacimientos rocosos situados en el Tramo.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO 5.1. RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS ROCOSOS DEL ESTUDIO PRECIO**

| SÍMBOLO | INTERÉS       | SITUACIÓN | GRUPO LITOLÓGICO | MATERIAL            | ACCESOS  |
|---------|---------------|-----------|------------------|---------------------|--|
| YR-1    | Alto Inactiva | 28-3      | (121)            | Cuarcitas           | Muy bueno. Desde la N-634 a la altura de Peñafior se cruza el puente hacia la orilla norte del Nalón y en el cruce a unos 300 m por la carretera de Puerma.  |
| YR-2    | Alto Activa   | 28-3      | (121)            | Cuarcitas           | Muy bueno. En la N-634 en el Alto de la Cabruñana.   |
| YR-3    | Alto Activa   | 28-3      | (140b)           | Calizas             | Bueno. En la carretera comarcal C-633 a la altura del km. 19 sale una carretera al Este que llega hasta Casa del Puente, allí coger un camino de tierra que lleva a la cantera. Alrededores de Doriga. |
| YR-4    | Alto Inactivo | 28-3      | (140a)           | Calizas             | Muy Bueno. En la N-634 entre los Kms 250 y 251.  |
| YR-5    | Alto Activa   | 28-3      | (143)            | Arenas              | Muy bueno. En la N-634 en el Km. 251,2 sale un camino hacia el Sur que cruza el río Nonaya y lleva a la cantera.   |
| YR-6    | Alto Inactivo | 28-3      | (140a)           | Calizas             | Muy bueno. En la carretera de Grado a San Martín en el Km. 2.  |
| YR-7    | Alto Inactivo | 27-2      | (141)            | Calizas             | En la carretera comarcal que va de Soto de los Infantes a San Martín de Lodón entre los Kms 24 y 25 en los alrededores de Barzana. Bueno   |
| YR-8    | Bajo Inactivo | 27-2      | (121)            | Cuarcitas           | En la carretera que une Soto de los Infantes con Bebares, a la altura del km. 16.  |
| YR-9    | Bajo Inactivo | 27-2      | (121)            | Cuarcitas           | En la antigua carretera N-634, entre los kms 260 y 261. Bueno.   |
| YR-10   | Bajo Inactivo | 27-2      | (121)            | Cuarcitas           | En la antigua carretera N-634 en el km. 263  |
| YR-11   | Bajo Inactivo | 27-2      | (142) y (140b)   | Areniscas y Calizas | Desde la N-634 dirección Cornellana-Salas, a la altura del km. 255, sale un camino a la derecha que pasa por delante de esta cantera.  |

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO 5.1. RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS ROCOSOS DEL ESTUDIO PRECIO**

| SÍMBOLO | INTERÉS                            | SITUACIÓN | GRUPO LITOLÓGICO | MATERIAL                        | ACCESOS  |
|---------|------------------------------------|-----------|------------------|---------------------------------|--|
| YR-12   | Bajo Inactivo                      | 27-1      | (010)            | Areniscas                       | Aceptable. Entre los kms 9 y 10 de la C-630 a la altura de Calzada sale un desvío hacia la localidad de Loro y pasada ésta, se toma el desvío a Rodiles, y la cantera se encuentra en esta carretera pasada la pequeña localidad de San Bartolomé. |
| YR-13   | Bajo Inactivo                      | 27-1      | (010)            | Areniscas                       | Malo. Desde la mencionada localidad de Loro, sale un camino a mano izquierda que lleva a esta pequeña cantera.   |
| YR-14   | Bajo Inactivo                      | 27-1      | (111a)           | Dolomías y Magnesitas           | Malo. Se toma la C-630 desde Malleza a Piero, y se toma el desvío a Mallecina y sale un desvío antes de llegar al transformador, a la derecha que lleva a la cantera mina.   |
| YR-15   | Bajo Inactivo                      | 27-4      | (111a)           | Pizarras y Areniscas            | Bueno. En la carretera que va de Brieves a Mones, a la altura de Muñas en el kilómetro 26.   |
| YR-16   | Bajo Inactivo                      | 27-4      | (111b)           | Pizarras y Cuarcitas            | Muy bueno. En la N-634 a la altura de Brieves entre los kms 290 y 291.   |
| YR-17   | Bajo Inactivo                      | 27-4      | (110b)           | Pizarras y Cuarcitas            | Muy Bueno. En la N-634 a la altura del km. 292.  |
| YR-18   | Bajo Inactivo                      | 27-4      | (110b)           | Areniscas, Pizarras y Cuarcitas | Muy bueno. En la N-634 a la altura del Km. 293.  |
| YR-19   | Inactivo por ocupación<br>Muy Bajo | 12-3      | (111c)           | Calizas y Dolomías              | Muy bueno. En la N-634.  |
| YR-20   | Inactiva<br>Ya hay carretera nueva | 27-4      | (111b)           | Cuarcitas                       | Bueno. Desde la N-634 entre los kms 286 y 287 coger el desvío a Ayones, la cantera está a la altura del km. 1 de la carretera antigua.   |

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO 5.1. RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS ROCOSOS DEL ESTUDIO PRECIO**

| SÍMBOLO | INTERÉS          | SITUACIÓN | GRUPO LITOLÓGICO | MATERIAL                              | ACCESOS   |
|---------|------------------|-----------|------------------|---------------------------------------|---|
| YR-21   | Inactivo<br>Bajo | 27-4      | (111b)           | Cuarcitas                             | Muy Malo. Desde la N-634 entre los kms 286 y 287 coger el desvío de Ayones y al llegar a Ayones, desde esta población coger el desvío a las Pariciegas y desde allí, la carretera que llega a la cantera poco antes de llegar Bustellín y pasado Busmeón. |
| YR-22   | Alto<br>Inactivo | 12-3      | (100b)           | Cuarcitas y<br>Pizarras               | Muy bueno. En la N-634 a la altura del km. 293,5.   |
| YR-23   | Alto<br>Activa   | 11-2      | (122b)           | Cuarcitas                             | Bueno. Desde Luarca sale una carretera que va a Saliente. Unos 500 m antes de llegar a Saliente está la cantera.  |
| YR-24   | Alto<br>Activa   | 11-3      | (121)            | Cuarcitas                             | Bueno. En los alrededores de la recta de Otur sale una carretera que da a la cantera.   |
| YR-25   | Bajo<br>Inactiva | 11-3      | (110b)           | Cuarcitas,<br>Areniscas y<br>Pizarras | Se encuentra en la carretera local que llega a Villalocay, a la altura de la Pedrellada, desde el Instituto de Salud de Navia.  |
| YR-26   | Bajo<br>Inactiva | 12-2      | (111b)           | Calizas                               | Bueno. En el Cruce de la carretera Mones-San Martín de Luiña y la E-70 o N-632  |
| YR-27   | Bajo<br>Inactiva | 10-2      | (120a)           | Pizarras y<br>Cuarcitas               | Malo, desde la N-634 ó E-70 a la altura del km. 540 se coge el desvío a Cantón y pasado este hacia la costa se coge el desvío de la derecha que pasa por un camino en mal estado lleva a la cantera.  |
| YR-28   | Bajo<br>Inactivo | 10-2      | (110b)           | Pizarras y<br>Cuarcitas               | Bueno. En la carretera de Castro de S. Juan a Sueiro.   |

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

Son muy escasas las explotaciones de materiales granulares, en la zona de estudio.

No obstante son susceptibles de explotación los grupos A1, D, C3, T, R2 y los niveles de gravas del grupo (310b), aunque por lo general tienen unos espesores pequeños.

En el Cuadro 5.2. se exponen los yacimientos más importantes encontrados en el Tramo.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO 5.2. RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS GRANULARES DE ESTE ESTUDIO**

| SÍMBOLO | INTERÉS                   | SITUACIÓN | GRUPO LITOLÓGICO | MATERIAL           | ACCESOS  |
|---------|---------------------------|-----------|------------------|--------------------|--|
| YG-1    | Bajo Inactivo             | 28-3      | A1               | Gravas             | En la carretera comarcal 633 que va de Cornellana al Parque Natural de Somiedo, a la altura del Km. 166 en Santiago. Bueno.  |
| YG-2    | Alto Inactivo             | 27-2      | A1               | Gravas             | En la carretera que une Soto de los Infantes con Bebares, bordeando la Sierra del Courio, a la altura del km. 18. Buen acceso.   |
| YG-3    | Alto Inactivo             | 12-3      | C3               | Cuarcitas          | Muy malo. Desde la carretera que va de Fontoria a Valle, a la altura del km. 8 sale un camino forestal de tierra y piedras con una pendiente alta, que lleva a Argomuso y a El Pie de la Braña, que es donde se encuentra el yacimiento.                         |
| YG-4    | Bajo Inactivo             | 12-3      | D                | Gravas             | Malo. Desde Barcia se coge la carretera que pasa por el campo de fútbol cogiendo el desvío que sale hacia la derecha (SO) encontrándose en ese mismo camino a 1,5 km.  |
| YG-5    | Alto Inactivo             | 11-2      | C3               | Cuarcitas y Gravas | Malo. A la altura del Km. 320 de la N-634, sentido Grado-Ribadeo a la izquierda sale un camino en muy mal estado que lleva a la cantera.   |
| YG-6    | Alto Inactivo             | 11-2      | C3               | Cuarcitas y Gravas | Bueno. A la altura del km. 321 de la N-634, dirección Grado hacia Ribadeo, antes de cruzar el viaducto del río Barayo, sale una antigua curva de la carretera siguiendo 2 km. por un desvío a la izquierda en el punto de inflexión de la curva está la gravera. |
| YG-7    | Alto Inactivo             | 11-2      | C3               | Cuarcitas y Gravas | Relativamente Bueno. Desde Piñera en la N-634 sale una carretera que llega a Busmargalí. Por esta carretera, al Sur de Busmargali sale un camino hacia el Sur que lleva a la cantera.  |
| YG-8    | Alto Inactivo             | 12-2      | T                | Gravas             | Bueno queda al Sur de Lamuña.  |
| YG-9    | Muy Bajo Inactivo Agotado | 10-2      | R2               | Gravas             | Bueno. Desde la N-634 a la altura del Km. 541, sale un camino que va a la playa de las Poleas, pasada la localidad de Follada.   |
| YG-10   | Muy Bajo Inactivo Agotado | 10-3      | D                | Gravas             | Muy bueno en la carretera N-634 a la altura del km. 335.   |

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES**

En este apartado se van a mencionar los grupos litológicos que pueden ser aprovechados como materiales de préstamo.

Pueden ser útiles para terraplenes los siguientes grupos litológicos: T,t, D,d, C2,c2, C1,c1, R2,r2, (310b) y C3,c3.

Como pedraplenes pueden ser aprovechados los grupos T,t, D,d, C2,c2, C3,c3, R2,r2, (310b), (152b), (152a), (120a), (150), (143), (140a), (142), (140b), (141), (132), (130), (120a), (122c), (122b), (122a), (121), (100b), (112a), (111b), (111a), (010), (001) y (002).

Además, los grupos (150), (140a), (140b), (141), (121), (111a) y (001) potencialmente se pueden utilizar como material de escollera.

**5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MÁS DETALLE**

Con el objeto de posibles nuevas explotaciones o reactivación de las ya existentes, se aconseja un estudio más detenido y completo de las áreas y yacimientos que se han plasmado en el esquema de la Figura 5.3.

En el Cuadro 5.3. aparece un cuadro con los yacimientos activos más importantes de la zona.

Además se aconseja prestar atención a las formaciones D al Oeste de la Zona y C3 por su potencial como materiales de préstamo y yacimientos granulares, así mismo como todas las formaciones predominantemente cuarcíticas y la formación (001) como yacimientos de cantera y préstamo dada la escasez de explotaciones de este tipo dentro del área correspondiente al tramo.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**CUADRO 5.3. RESUMEN YACIMIENTOS MÁS IMPORTANTES DE LA ZONA**

| SÍMBOLO | SITUACIÓN | GRUPO LITOLÓGICO | MATERIAL            | ACCESOS  |
|---------|-----------|------------------|---------------------|--|
| YR-1    | 28-3      | (121)            | Cuarcitas           | Muy bueno. Desde la N-634 a la altura de Peñaflor se cruza el puente hacia la orilla norte del Nalón y en el cruce a unos 300 metros por la carretera de Puerma.   |
| YR-2    | 28-3      | (121)            | Cuarcitas           | Muy bueno. En la N-634 en el Alto de la Cabruñana.   |
| YR-3    | 28-3      | (140b)           | Calizas             | Bueno. En la Carretera comarcal C-633 a la altura del km. 19 sale una carretera al Este que llega hasta Casa de Pando allí coger un camino de tierra que lleva a la cantera.   |
| YR-4    | 28-3      | (140a)           | Calizas             | Muy bueno. En la N-634 entre los kms 250 y 251.  |
| YR-5    | 28-3      | (143)            | Arenas              | Muy Bueno. En la N-634 en el km. 251,2 sale un camino hacia el Sur que cruza el río Nonaya que lleva a la cantera.   |
| YR-6    | 28-3      | (140b)           | Calizas             | Muy bueno. En la Carretera de Grado a San Martín en el km. 2.  |
| YG-6    | 11-2      | C3               | Cuarcitas<br>Gravas | Bueno. A la altura del km. 321 de la N-634 dirección Grado hacia Ribadeo, antes de cruzar el viaducto del río Barayo, sale una antigua curva de la carretera, siguiendo 2 km. por un desvío a la izquierda en el punto de inflexión de la curva está la gravera. |
| YG-7    | 11-2      | C3               | Cuarcitas<br>Gravas | Relativamente bueno. Desde Peñera en la N-634 sale una carretera que llega a Busmargalí. Por esta carretera, al Sur de Busmargalí sale un camino hacia el Sur que lleva a la cantera.  |
| YR-23   | 11-2      | (122b)           | Cuarcitas           | Bueno desde Luarca sale una carretera que va a Saliente. Unos 500 m antes de llegar a Saliente está la cantera.  |
| YR-24   | 11-3      | (121)            | Cuarcitas           | Bueno. Carretera que lleva hacia esta cantera desde la recta de Otur.  |

## 6. BIBLIOGRAFÍA

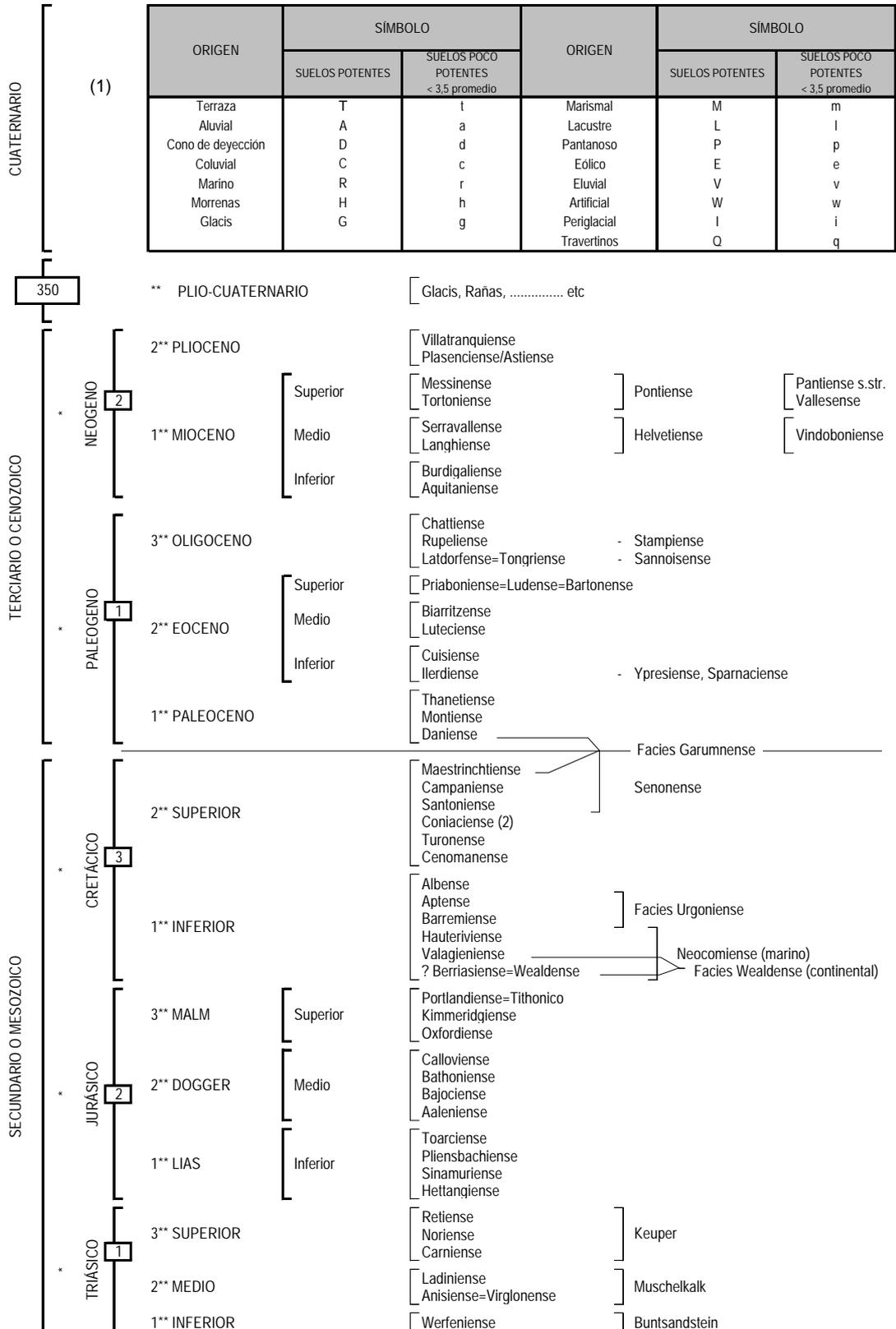
- ARAMBURU, C., BASTIDA, F. (Eda), (1995).- "Geología de Asturias. TREA 1-308 pp, Oviedo.
- FERNANDEZ-CATUXO, J. (1990).- "Nuevas aportaciones al conocimiento geológico de la ría del Eo (NO España)". Geogaceta, nº 8 pp 109-112.
- FLOR, G. (1983).- "Las rasas asturianas: ensayos de correlación y emplazamiento". Trab. Geol. Univ. Oviedo nº 13, pp 65-81.
- HERNANDEZ PACHECO, E. y ASENSIO AMOR, I. (1995).- "Materiales sedimentarios sobre la rasa cantábrica. Tramo comprendido entre las rías del Eo y Foz. Bol. R.S.E.H., t. 57 (Sección geol.), pp 75-100.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO ESPAÑA, (1980).- "Mapa Geológico de España a Escala 1.50.000. Hoja 10, Ribadeo". I.G.M.E
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1977).- Hoja 11 Luarca.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1977).- Hoja 12 Busto.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1977).- Hoja 27 Tineo.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1977).- Hoja 28 Grado.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO DE ESPAÑA, (1973).- "Mapa Geotécnico General a Escala 1:200.000. Hoja 2, Avilés" I.G.M.E.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO DE ESPAÑA, (1973).- "Mapa de Rocas Industriales a Escala 1:200.000. Hoja 2, Avilés" I.G.M.E.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEOMINERO DE ESPAÑA, (1991).- "Mapa Geológico de España a Escala 1:200.000. Hoja 2, Avilés". I.T.G.E.
- JULIVERT, M y ARBOLEYA, M.L., (1984).- "Areal balancing and stimate of areal reduction in a thin-skinned fold and thrust belt (Cantabrian zone, NW Spain): constraints on its emplace mechanism. Journal of Structural Geology. Vol 8. Nos. 374 pp 407 to 414. Great Britain.
- MARCOS, A. (1983).- "Las series del Paleozoico inferior y la estructura terciaria del occidente de Asturias (NO de España)". Trabajos de Geol., núm. 5, pp 1-113. Facultad de Ciencias. Universidad de Oviedo.

- MARCOS, A y PEREZ-ESTAUN, A, (1981).- "La estratigrafía de la Serie de los Cabos en la zona de Vegadeo (zona Asturoccidental-Leonesa)." Trabajos de Geol. núm. 11, pp 89-94. Universidad de Oviedo.
- MARY, G., MEDUS, J. y DELIBRIAS, G, (1975).- "Le Quaternaire de la cote Asturienne (Espagne)" Bul A.F.E.Q., Vol 1 pp 13-23.
- MINISTERIO DE FOMENTO, (1996).- "Acciones en la Edificación". AE-88. Serie normativas. NBE (Norma Básica de Edificación) (págs. 79-82).
- O. SUAREZ & L.G. CORRETGÉ, (1987).- "Plutonismo y metamorfismo en las zonas Cantábrica y Asturoccidental-leonesa". En "Geología de los Granitoides y rocas asociadas del macizo Hespérico". Libro Homenaje a L.c. García de Figuerola.
- WALTER, R, (1986).- "Die Geologie in der nordostlichen Provincia Lugo (Nord west-spanien)". Geotekt. Forsch. vol. 27 pp 3-70 Stugart.
- WALTER, R. (1966).- "Resultados de investigaciones geológicas en el Noreste de la provincia de Lugo (NO. España) (Notas y Comns). Inst. Geol. y Minero de España, nº 89 Madrid.

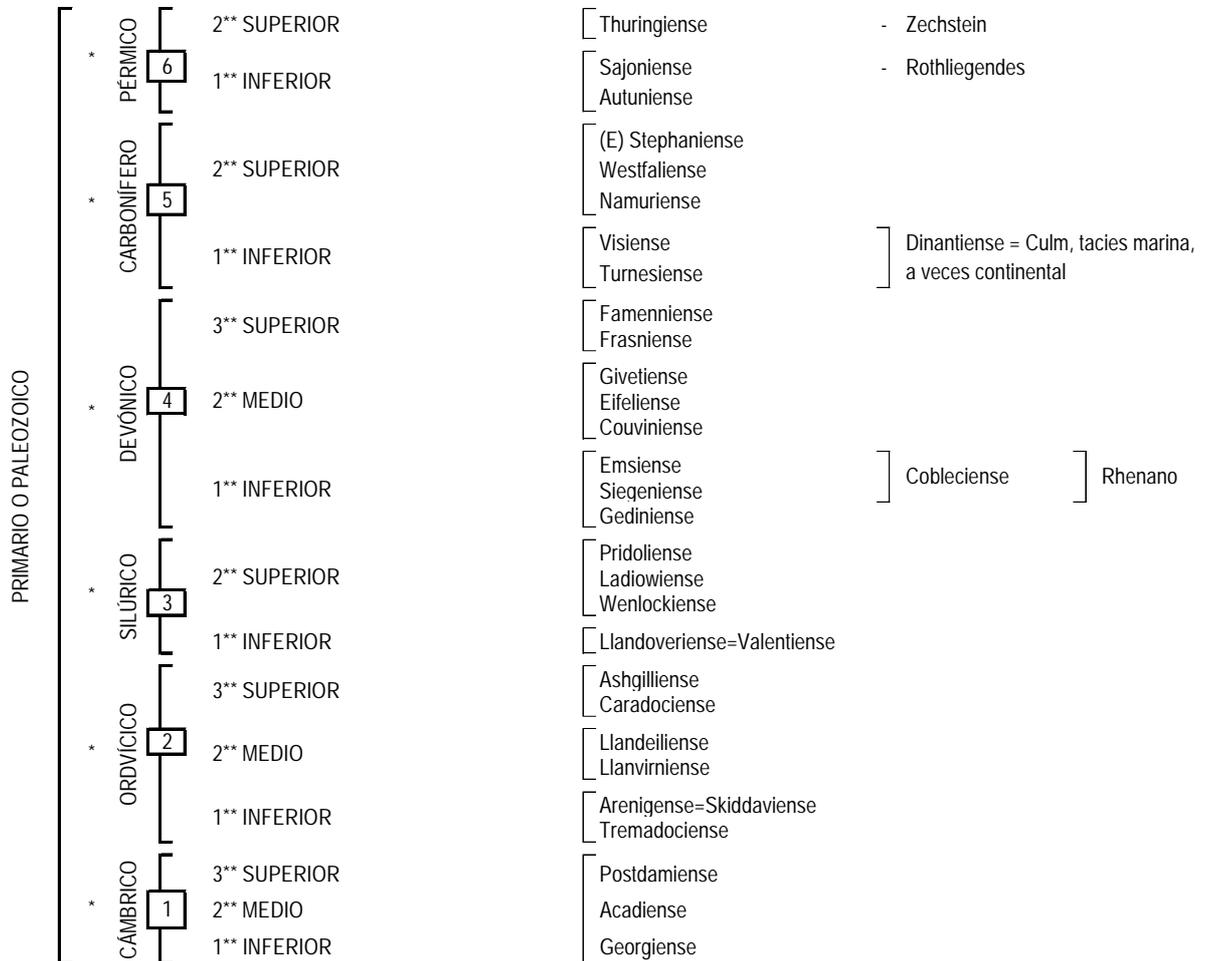
## **7. ANEJOS**

**7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN LAS  
COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS**

## COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



## COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



PRECÁMBRICO      010      \*\*

Los materiales cristalinos de edad indeterminada se denominarán (001)\*\* para rocas masivas y (002) para diques.

(1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a suelos potentes o poco potentes.

(2) Es discutida la pertenencia del Coniaciense al Senonense.

\* Los grupos litológicos indeterminados estratigráficamente se denominarán con la primera cifra correspondiente a la era añadiendo dos ceros como signo de indeterminación para el periodo y época.

En caso de indeterminación de la época, se denominarán los grupos litológicos con las cifras correspondientes a la era y periodo añadiendo un cero como signo de indeterminación.

\*\* Cuando existan varios grupos litológicos dentro de la misma época, se denominarán con el número estratigráfico correspondiente, al que se agregará la letra (a, b, c ... etc) para diferenciarlos entre sí.

**7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS**

## **7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTÉCNICAS**

### **Introducción**

Con objeto de precisar, en lo posible, el contenido de las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, se indican a continuación los criterios utilizados en la exposición de las características del terreno, tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante y niveles freáticos.

Para evaluar las características geotécnicas sólo se ha dispuesto de las observaciones de campo (datos sobre taludes naturales y desmontes, comportamiento geotécnico de los mismos, escorrentía de las aguas superficiales, permeabilidad de las formaciones, observaciones sobre el estado de los firmes de las carreteras existentes en la zona, alterabilidad y erosionabilidad de los materiales, etc.). Por tanto sólo se puede dar una valoración cualitativa de dichas características.

### **Ripabilidad**

En lo que a ripabilidad de los materiales del Tramo se refiere, se han considerado los tres niveles o grados que a continuación se indican:

- a) Se considera ripable todo material (roca natural o suelo) que pueda ser directamente excavado con un ripper de potencia media, sin previa preparación del terreno mediante explosivos u otros medios. Cuando no se indica espesor ripable alguno, se considera que toda la masa es ripable, al menos en el espesor afectado por posibles desmontes en las variantes o modificaciones de un trazado.
- b) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero que sí lo serían empleando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los llamados "terrenos de transición", que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas y que son semiripables en su zona de alteración o ripables mediante una ligera preparación con voladuras.
- c) Se consideran no ripables aquellas formaciones que necesitan para realizar su excavación el empleo de explosivos u otros materiales violentos que produzcan su rotura.

### **Capacidad portante**

En relación con la capacidad portante de los distintos materiales del Tramo, al no poder contar con resultados de ensayos "in situ", se ha adoptado el siguiente criterio:

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de una carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2-3 kg/cm<sup>2</sup>) produce asentamientos tolerables en las obras de fábrica. En este caso, la estabilidad del material considerado como explanada del firme es suficiente en general, sin que sea necesaria la mejora del suelo.
- c) Capacidad portante baja es la correspondiente a materiales de suelos desagregados en los que la aplicación de cargas moderadas produce asentamientos inadmisibles para las obras de fábrica con cimentación superficial. La ejecución de firmes en este tipo de materiales requerirá fuertes espesores estructurales, colocación de explanadas mejoradas, retirada de los suelos plásticos si son poco potentes o cimentación de las obras de fábrica en la formación subyacente.

### **Estabilidad de taludes**

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado, exclusivamente, en las medidas y observaciones de campo realizadas sobre los taludes naturales y desmontes existentes en el Tramo. Esto confiere a los ángulos un carácter puramente estimativo y expresa sólo el orden de magnitud de los taludes existentes en la zona y su comportamiento geotécnico. En cuanto a las alturas de los taludes, se ha seguido el criterio o clasificación que a continuación se indica:

- B: Bajos (0 a 5 m de altura)
- M: Medios (5 a 20 m de altura)
- A: Altos (20 a 40 m de altura)

Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras "subvertical" (ángulo de más de 65°) y "subhorizontal" (ángulo de menos de 10°).

Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes, aquellas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos o deslizamientos de ladera.

En general, para cada material y talud, se indica el tipo de problemas que pueden presentarse.

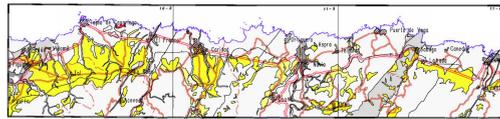
### **Drenaje**

El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia se reseña en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas del año son escasos. Las observaciones realizadas sobre el terreno sólo han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

## **8. PLANOS**

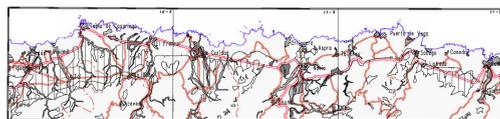


**ESQUEMA GEOTECNICO**  
(ESCALA 1:200.000)



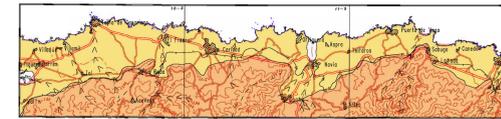
- LEYENDA**
- Aréas arenosas, limas y arcillas sin cementos. Capacidad portante baja. Inclinaciones pueden variar notablemente. Escavables. Permeabilidad en baja a media. Puede haber niveles freáticos cercanos o la superficie. Drenaje superficial deficiente.
  - Materiales de origen volcánico de cenizas heterométricas limosas en sus matrices con fricciones más finas. Capacidad portante en baja a media. Escavables. Permeabilidad en baja-media. Drenajes superficiales buenos. Problemas de estabilidad en laderas y deslizamientos.
  - Materiales con gran cantidad de fricciones limas, en algunas zonas con cenizas de cuarzo dispersas. Capacidad portante baja. En ocasiones pueden dar origen a Escaleras. Permeabilidad baja. Drenaje superficial deficiente.
  - Aréas arenosas y muy bien seleccionadas. Capacidad portante baja. Avinentas importantes. Escavables. Permeabilidad alta. Los niveles freáticos pueden estar cercanos a la superficie. Malas condiciones constructivas.
  - Limas, arcillas, materia orgánica y arenas. Capacidad portante muy baja. Avinentas importantes. Escavables. Permeabilidad baja. Drenaje superficial deficiente. En las escavaciones. Malas condiciones constructivas.
  - Conglomerados muy cementados con algunas arenas de pizarra. Capacidad portante alta. No ripables. Permeabilidad baja. Drenaje superficial bueno.
  - Pizarras y areniscas en muchos casos alterados superficialmente. Capacidad portante alta que disminuye en las zonas alteradas. Ripables en general. Permeabilidad baja. Drenaje superficial generalmente bueno. Problemas en los taludes de bloques y caídas en las laderas.
  - Fundamentalmente areniscas y en menor proporción areniscas y pizarras. Capacidad portante muy alta. No ripables. Permeabilidad muy baja. Drenajes superficiales muy buenos.
  - Calizas y dolomitas. Capacidad portante alta. Locamente pueden sufrir alteraciones que disminuyen mucho la capacidad portante. Ripable a mediano y no ripable. Permeabilidad alta por karstificación. Drenaje superficial bueno por lo general. Problemas generados por la karstificación.
  - Alteración de areniscas, areniscas y pizarras. En general, la capacidad portante es alta. Ripable en su totalidad. Permeabilidad baja. Drenajes superficiales buenos. Frecuentemente pueden existir problemas de caídas de bloques y caídas en las laderas.
  - Block graníticos y filonidos de composición generalítica y granítica. Capacidad portante alta. No ripable. Permeabilidad baja. Drenajes superficiales en general buenos.

**ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR**  
(ESCALA 1:200.000)



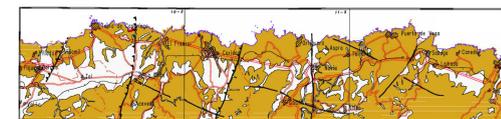
- LEYENDA**
- Suelos limo-arcillosos de origen aluvial, con cenizas muy dispersas. Permeabilidad baja. Suelos cohesivos.
  - Suelos de origen aluvial, constituidos por gruesos cuarcíticos y medios limo-arenosos. Permeabilidad alta. Materiales no cohesivos.
  - Depósitos de laderas, de cenizas heterométricas y espesores de areniscas con matriz limo-arcillosa. Materiales no cohesivos. Drenaje superficial bueno.
  - Depósitos originados en zonas de riego por la acción combinada fluvio-marina. Son arenas, arcillas, limas y fangos. Permeabilidad medio-baja.
  - Arenas sueltas muy seleccionadas. Playas.
  - Terrazas aluviales, formadas por gruesos cuarcíticos, arenas, limas y arcillas. Permeabilidad baja. Materiales cohesivos.
  - Suaves arenas arcillosas, limas, seleccionadas. Nada cohesivos.
  - Depósitos de zona de depósitos. Gruesos cuarcíticos heterométricos con matriz limo-arenosa. Permeabilidad medio-baja. Materiales cohesivos.
  - Depósitos de gruesos y arenas. Permeabilidad media.
  - Suelos limo-arcillosos, con algún nivel margoso-calizo. Permeabilidad baja. Materiales cohesivos.
  - Llanuras.

**ESQUEMA GEOMORFOLOGICO**  
(ESCALA 1:200.000)



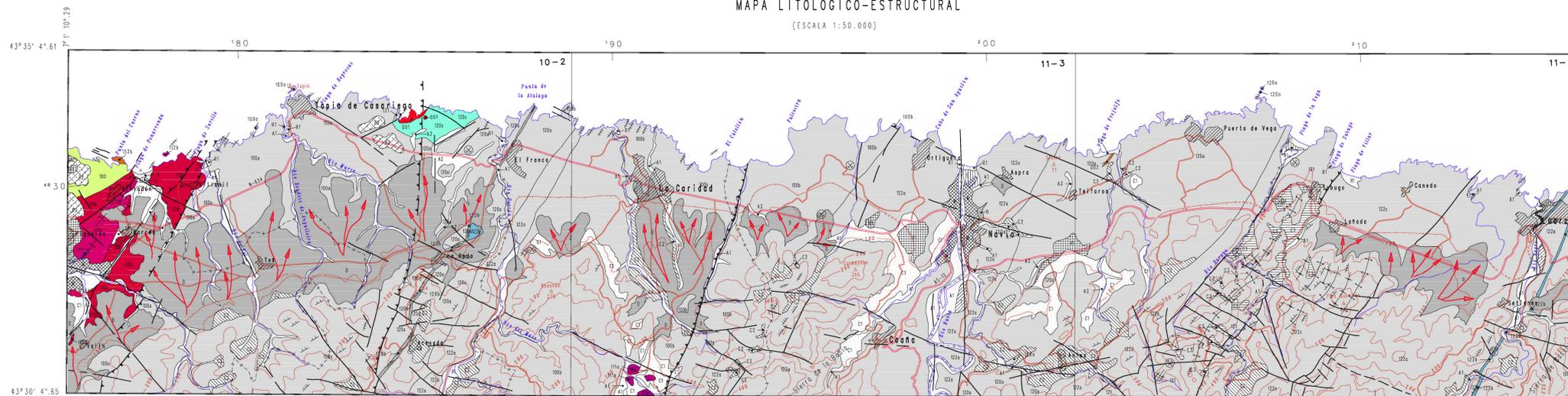
- LEYENDA**
- Zona de pendiente suave hacia el mar
  - Zona de marisma
  - Zona montañosa de pendientes elevadas
- SIMBOLOS**
- Valle encajonado de fondo plano
  - Valle encajonado en forma de "V"
  - Divisoria en aguas
  - Costa ondulada
  - Costa de arena

**ESQUEMA GEOLOGICO**  
(ESCALA 1:200.000)



- LEYENDA**
- CUATERNARIO
  - PALEOZOICO
  - DIQUES
  - GRANITOS
  - Falla
  - Cobalamiento

**MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL**  
(ESCALA 1:50.000)



- SIMBOLOS**
- Contacto litológico
  - Cobalamiento
  - Fallas
  - Anticlinal
  - Sinclinal
  - Escarpa
  - Huellamiento, valle
  - Realizamiento de ladera
  - Cuartera activa o mina o cielo abierto activo
  - Cuartera inactiva o mina o cielo abierto inactivo
  - Buqueamiento entre 0 y 30 grados
  - Buqueamiento entre 30 y 60 grados
  - Buqueamiento entre 60 y 90 grados
  - Buqueamiento vertical
  - Formación horizontal

**LEYENDA**

- DEPOSITOS RECIENTES**
- A1 Depósitos aluviales de limos, arenas y gruesos. Son materiales sin cementar, con disposición horizontal, mediana a alta. Condiciones constructivas muy favorables. Problemas geomorfológicos derivados de la interacción de la dinámica fluvial y costera. (Cuaternario. P.a.: 15-10 m).
  - A2 Depósitos de fango de valle limo-arcillosos, con algo de materia orgánica y algún canto cuarcítico ocasional. Se encuentra ocupada vegetación boscosa y líneas de disposición horizontal y nortista. Capacidad portante muy baja. Escavables. Problemas de estabilidad en laderas y deslizamientos. (Cuaternario. P.a.: 1-1 m).
  - V1 Suaves limas y arcillas de origen aluvial con contenidos bajos de arenas y presencia de materia orgánica. Su disposición es horizontal. Permeabilidad baja. Escavables. Pueden presentar problemas de mal drenaje e incluso escorramientos. (Cuaternario. P.a.: en general no mayores de 1-3 m).
  - C1 Depósitos coluviales sobre la superficie de la zona. Son depósitos limo-arcillosos de colores pardos oscuros a arena con cenizas dispersas de cuarzo y pizarra. Taludamiento medio y subhorizontal. Capacidad portante baja. Permeabilidad baja. Ripable. En las zonas más altas pueden dar problemas de drenaje. (Cuaternario. P.a.: visto 3-5 m y posiblemente mayor).
  - C2 Depósitos de ladera, originados por cenizas heterométricas de hasta 50 cm, de composición cuarcítica, pizarras y areniscas envueltas en una matriz limo-arcillosa. Estructura totalmente nortista. Capacidad portante baja. Permeabilidad baja. Ripable. Típicamente observados en laderas, vertientes. Problemas: (1) caso de la dinámica de laderas, patrones erosionales deslizamientos por desechos. (2) laderas reconstruidas. (Cuaternario. P.a.: visto 1-3 m, con todo seguridad mayor).
  - C3 Depósitos de ladera-cuarcitas. Gruesos espesores de composición limo-arcillosa con matriz, en su mayor parte arenosa, que tiene una pequeña porción arcillosa. Mala selección. Estructura subhorizontal. A veces se observan niveles de cenizas. Capacidad portante baja. Permeabilidad media. Escaleras. Escavables. Típicamente reconstruidos. (Cuaternario. P.a.: 4 m o mayor, usualmente mayor).
  - M Depósitos de marisma. Fangos, arenas finas, limas, arcillas, lodos y materia orgánica. Estructura tabular a media, con lomas tabulares de arena fina. Capacidad portante muy baja. Permeabilidad heterométrica, de media a baja. Condiciones constructivas muy desfavorables. Problemas geomorfológicos derivados de la interacción de la dinámica fluvial y costera. (Cuaternario. P.a.: mayor de 3-5 m).
  - R1 Depósitos de playa. Arenas blancas muy finas y muy bien seleccionadas, nortistas. Disposición horizontal. Permeabilidad alta. Escavables. Escavables. Problemas geomorfológicos derivados de la dinámica costero-fluvial. (Cuaternario. P.a.: menor de 4 m).
  - R2 Gruesos muy seleccionados, redondeados, arenas cuarcíticas y arcillas. Estructura tabular y disposición horizontal. Permeabilidad media. Los taludes observados son bajos y nortistas. Se recomienda no construir taludes con inclinación mayor a 30%. Capacidad portante medio-baja. Escavables. (Cuaternario. P.a.: 10-15 m).
  - C Gruesos depósitos aluviales. Arenas muy limas, blanquecinas, muy seleccionadas, sin cementar. Disposición horizontal. Permeabilidad alta. Capacidad portante alta. Escavables. Escavables. Problemas derivados de la dinámica fluvial. (Cuaternario. P.a.: no mayor de 7 m).
  - F Depósitos de terrazas. Son materiales limo-arcillosos masivos que engloban cenizas redondeadas de cuarzo, que no superan los 4-5 cm. A veces existen niveles tabulares de arenas. Disposición horizontal. Permeabilidad media. Capacidad portante alta. Ripable a mediano. Escavables. Problemas: pueden existir niveles freáticos cercanos a la superficie. (Cuaternario. P.a.: no mayor de 8 m).
  - D Depósitos de zona de depósitos. Gruesos heterométricos, de subredondeados o subangulosos, de naturaleza cuarcítica. Matriz arenosa o limo-arenosa. Estructura caótica y disposición subhorizontal. Permeabilidad de media a baja. Los taludes observados son escarpados, taludes de escorramiento ya que no existe inclinación 30%. Capacidad portante baja. Escavables. Escavables. (Cuaternario. P.a.: 4 m o mayor, usualmente mayor).
- MATERIALES PALEOZOICOS**
- 122a Conglomerados muy cementados, con matriz arenosa y fragmentos silíceos. Existen intersecciones poco importantes de areniscas. Ripable en caso de 2 a 2.5 m de espesor. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripables. Típicamente nortistas. (Cuaternario superior. P.a.: 100 m).
  - 122b Cuarcitas blancas y muy cristalizadas. Son muy duras y compactas. Con gran relieve ondulado con crestas y resacas. Ripable en laderas de gran altura. Buqueamiento medio-alto hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripable. Típicamente nortistas y en laderas de gran altura. La inclinación de los taludes a practicar está en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 50-100 m).
  - 122c Cuarcitas blancas, muy cristalizadas, en bancos. Son duras y compactas. Los buqueamientos al Oeste entre 45 y 70 grados. Capacidad portante alta. Permeabilidad baja. Drenaje superficial adecuado. No ripables. Ripable en laderas muy compactas, duras y compactas, todo lo buqueamiento subvertical en algunos casos, no son convenientes taludes escarpados, aunque siempre en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 50-100 m).
  - 122d Alteración de areniscas de gran masa con pizarra en laderas de aproximadamente 1 m de espesor. A veces están muy fragmentadas y los buqueamientos generales hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. Ripable en las zonas alteradas. Los taludes observados se presentan escarpados. Aunque son materiales muy compactos, duras y compactas, todo lo buqueamiento subvertical en algunos casos, no son convenientes taludes escarpados, siempre en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 100-200 m).
  - 122e Pizarras y areniscas. Las pizarras son negras de gran fino, muy fragmentadas. Las cuarcitas son blancas y muy cristalizadas. Buqueamientos altos hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. Ripable en las zonas alteradas. Por la alteración de las rocas y el diferente comportamiento de estas (en su estructura) puede haber problemas de caídas de bloques, como los observados. La altura e inclinación de los taludes debe definirse en cada punto, en función de la estructura y buqueamiento de las capas en ese punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 200 m).
  - 122f Cuarcitas cristalizadas de color blanco. Buqueamiento al Oeste entre 30 grados hacia subvertical. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripable. En zonas inclinadas puede haber problemas de caídas de bloques, como los observados. La altura e inclinación de los taludes debe definirse en cada punto, en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 50 m).
  - 122g Rocas negras, de gran fino, afectadas por una foliación marcada. A veces se encuentran estratificadas por bloques de cenizas de gran tamaño. Los buqueamientos generales son hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripable. Los taludes observados presentan caídas de bloques. La inclinación y altura de los taludes a practicar están en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 100 m).
  - 122h Cuarcitas blancas y muy cristalizadas. Son muy duras y compactas. Con gran relieve ondulado con crestas y resacas. Ripable en laderas de gran altura. Buqueamiento medio-alto hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripable. Típicamente nortistas y en laderas de gran altura. La inclinación de los taludes a practicar está en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 100 m).
  - 122i Cuarcitas blancas y muy cristalizadas. Son muy duras y compactas. Con gran relieve ondulado con crestas y resacas. Ripable en laderas de gran altura. Buqueamiento medio-alto hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripable. Típicamente nortistas y en laderas de gran altura. La inclinación de los taludes a practicar está en función de la estructura de la formación rocosa en cada punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 100 m).
  - 122j Rocas de gran fino, gresas-arenosas que intercalan niveles de pizarra y areniscas. Presenta poca capacidad muy desmenuzadas y un índice de fragmentación muy elevado. Es una roca de permeabilidad baja, capacidad portante medio, media o ripable mediana, algunas veces cuarcíticas de mayor tamaño. Los taludes presentan caídas de cenizas, bloques y deslizamientos de cenizas. No deben construirse laderas altas y con pendientes escarpadas, debido al riesgo de caídas de cenizas. (Cuaternario inferior. P.a.: hasta 400 m).
  - 122k Alteración irregular de pizarras, areniscas y cuarcitas. Por lo general alterados. Buqueamiento medio-alto hacia el Oeste. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta en zonas frías y hacia el Oeste. Capacidad portante media en zonas alteradas. Ripable en caso de 45-50 grados inclinables, con coladas de bloques y materia suelta alterada. Por la alteración de las rocas y el diferente comportamiento de estas (en su estructura) puede haber problemas de caídas de bloques, como los observados. La altura e inclinación de los taludes debe definirse en cada punto, en función de la estructura y buqueamiento de las capas en ese punto. (Cuaternario medio-superior. P.a.: 400 m).
  - 122l Pizarras y areniscas con intersecciones de cuarcitas. Están muy fragmentadas. Capacidad portante media-baja, en superficie. Ripable en la zona alterada. Permeabilidad baja. Los buqueamientos en zonas limas son malos. Típicamente observados muy altos. Típicamente nortistas. Problemas: laderas reconstruidas. Típicamente reconstruidas con una inclinación inferior a 30%. (Cuaternario inferior. P.a.: 100-200 m).
  - 122m Rocas de composición granítica y granítica. Estructura masiva e intrínseca, afectada por un desarrollo abundante de varias familias. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripable. Típicamente nortistas. Típicamente reconstruidas con una inclinación inferior a 30%. (Cuaternario inferior. P.a.: 100-200 m).
- ROCAS IGNEAS**
- 122n Diques de microgranitos, porfíricos. Son subvolcánicos. Generalmente se encuentran alterados presentando cenizas granulo-arenosas y fragmentos. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripables.
- DIQUES**
- 122o Diques de microgranitos, porfíricos. Son subvolcánicos. Generalmente se encuentran alterados presentando cenizas granulo-arenosas y fragmentos. Permeabilidad baja. Capacidad portante alta. No ripables.



Ministerio de Fomento  
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transporte  
Dirección General de Carreteras