

# **PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN**

## **URBANÍSTICA DEL MUNICIPIO DE MONTECORTO**

DOCUMENTO DE APROBACIÓN INICIAL

### **ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO**

FECHA: 2020

# PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DEL MUNICIPIO DE MONTECORTO (MÁLAGA)

## APROBACIÓN INICIAL

### EQUIPO REDACTOR

EQUIPO REDACTOR	TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL S.L.U.
ARQUITECTA REDACTORA	MARÍA MACHUCA CASARES
GEÓGRAFOS	LAURA CALVO DELGADO CARMEN DÍAZ MORÁN RAFAEL PÉREZ SERRANO
DELINEANTES	GABRIEL MONTAÑEZ CABELLO INMACULADA RODRÍGUEZ CONEJO
ECONOMISTA	ANA GUIRADO JAIME
COLABORADORES	
	SERVICIO DE ARQUITECTURA Y PLANEAMIENTO DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE MÁLAGA
	SERVICIO DE VÍAS Y OBRAS DE LA EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE MÁLAGA
	SIGMAC, GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

# PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DEL MUNICIPIO DE MONTECORTO (MÁLAGA)

## APROBACIÓN INICIAL

### ÍNDICE

#### A.- MEMORIAS

- 1.- MEMORIA INFORMATIVA
- 2.- MEMORIA DE ORDENACIÓN
- 3.- NORMAS URBANÍSTICAS
- 4.- ESTUDIO AMBIENTAL ESTRATÉGICO
- 5.- ORDENANZAS MUNICIPALES
- 6.- MEMORIA ECONÓMICA
- 7.- VALORACIÓN DE IMPACTO EN LA SALUD
- 8.- RESUMEN EJECUTIVO

#### B.- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

- I.- PLANOS DE INFORMACIÓN
- O.- PLANOS DE ORDENACIÓN

#### C.- ANEXOS

- 1.-ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
- 2.-ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
- 3.-PLAN MUNICIPAL DE VIVIENDA Y SUELO

## ÍNDICE

**1.- ANÁLISIS DE PROCESOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS GEOTÉCNICOS DEL  
TERMINO MUNICIPAL**

**2.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS. MAPA GEOTÉCNICO DEL NÚCLEO URBANO**

# ANÁLISIS DE PROCESOS Y RIESGOS GEOLÓGICOS GEOTÉCNICOS

---

Término Municipal Montecorto (Málaga)

**CLIENTE:** TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL

**TRABAJO:** 1/2555/001

**FECHA:** Noviembre 2.017

## INDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Contenido .....	2
1.2 Método elaboración .....	3
2 OBJETIVO .....	5
3 CONSIDERACIONES NORMATIVAS.....	6
3.1 Texto Refundido de la Ley del Suelo.....	6
3.2 Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía.....	8
4 CARACTERISTICAS FISICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO. FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES.....	9
4.1 Situación de los terrenos.....	9
4.2 Geología y relieve.....	9
4.3 Características hidrológicas.....	13
4.4 Usos del Suelo y vegetación. ....	13
4.5 Causas de los Movimientos de Ladera y procesos de Inestabilidad.....	14
5 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE LOS TERRENOS.....	18
5.1 Unidades Geotécnicas .....	18
5.2 Deforestación y actuaciones antrópicas.....	26
5.3 Procesos geodinámicos. Riesgos geológicos.....	17
5.4 Sismicidad. Zonificación sísmica local. Efecto de "sitio" y Efectos inducidos por un terremoto. ....	31
6 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS DE LADERA.....	36
6.1 Inventario de Movimientos de ladera .....	37
6.2 Análisis de susceptibilidad .....	42
6.3 Clasificación urbanística según el grado de susceptibilidad .....	44
6.4 Análisis de Peligrosidad .....	45
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	47

## ANEJOS

1. SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS DE LADERA
2. MAPA GEOTÉCNICO DEL TÉRMINO

# MEMORIA

## 1. INTRODUCCIÓN

Los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre dan lugar a movimientos del terreno de diferente magnitud y características, que pueden constituir problemas geotécnicos y riesgos geológicos al afectar, de una forma directa o indirecta, a las actividades humanas.

Los procesos geológicos que pueden causar problemas y riesgos se clasifican en procesos geodinámicos externos e internos.

Entre los procesos geodinámicos externos se encuentran:

- Movimientos de ladera (deslizamientos, desprendimientos, etc.).
- Hundimientos y subsidencias.
- Erosión.
- Expansividad y colapsabilidad de suelos.

Dentro de los procesos geodinámicos internos se engloban:

- Terremotos y tsunamis.
- Vulcanismo.
- Diapirismo.

En el territorio municipal de estudio, los procesos que pueden provocar procesos de inestabilidad son principalmente movimientos de ladera y los procesos hidrogeomorfológicos, además de la sismicidad.

En los siguientes apartados del presente documento se describe la geología regional del área de estudio, las principales características geológicas del territorio municipal, diferenciando las unidades geológicas identificadas, las unidades geotécnicas, la hidrogeología y demás aspectos que pueden incidir y condicionar las características geotécnicas de los terrenos.



Se ha realizado un estudio de movimientos de ladera e inestabilidades a partir de trabajo de campo apoyado por ortofoto, en la cual se ha inventariado los movimientos de ladera e inestabilidades observables.

Los procesos geodinámicos internos se han expuesto considerando la peligrosidad sísmica en la zona y la influencia local.

Según el posible grado de aparición o susceptibilidad de procesos, se ha realizado una zonificación del grado de riesgo geológico, mediante categorías de susceptibilidad a la aparición de estos movimientos del terreno.

Los aspectos que han sido analizados son los siguientes: litología, hidrogeología e hidrología, características geotécnicas y geomorfológicas, del área de estudio.

Este trabajo se ha plasmado en un mapa geotécnico con una zonificación geotécnica que establece diferentes niveles o categorías de condiciones constructivas, así como un mapa de susceptibilidad a los movimientos de ladera en el territorio municipal de estudio, mediante SIG (Sistema de Información Geográfica).

Según las características de los terrenos a estudiar y del objetivo para el cual se requiere el presente estudio, se relacionan el contenido y trabajos a realizar:

### **1.1. Contenido**

- Descripción y clasificación litológica y geotécnica de los suelos y rocas, estructuras, condiciones hidrogeológicas y procesos geodinámicos.

- Análisis geomorfológico. Elevaciones, pendientes y orientaciones de laderas, así como definición de cauces y zonas de acumulación de flujos.

- Inventarios de movimientos de ladera. Deslizamientos rotacionales, coladas, reptaciones y procesos de arroyadas.

- Inventario de posibles procesos de inestabilidad antrópicos. Rellenos y vertido de material suelto y roturas de talud.

- Análisis de susceptibilidad a los movimientos de ladera y procesos de inestabilidad. (Método de la matriz (Irigaray et al). Análisis de peligrosidad.

- Zonificación sísmica local. Efecto de “sitio” y Efectos inducidos por un terremoto.
- Zonificación del territorio en Unidades Geotécnicas. Mapa Geotécnico. Identificación de problemáticas geotécnicas de los terrenos.
- Recomendaciones y medidas para la ordenación de usos o para posteriores planes de desarrollo o proyectos.

El contenido del mapa geotécnico puede incluir:

- Distribución y descripción litológica de las unidades geológicas.
- Formaciones superficiales y rocas alteradas.
- Discontinuidades y datos estructurales.
- Clasificación geotécnica de suelos y rocas.
- Propiedades de suelos y rocas.
- Condiciones hidrogeológicas.
- Condiciones geomorfológicas.
- Procesos dinámicos.
- Investigaciones previas existentes.
- RIESGOS GEOLÓGICOS.

## 1.2. Método de elaboración

### Trabajo de campo

- Toma de medias y datos in” situ”, por geólogo experimentado en la elaboración de cartografía geotécnica y de riesgos geológicos.
- Reconocimiento de movimientos de ladera, procesos de inestabilidad, clasificación geotécnica de suelos y macizo rocoso, etc.
- Reportaje Fotográfico.

## Trabajo de gabinete

- Fotointerpretación y recopilación de documentación y cartografía actual e histórica.
- Redacción del documento y elaboración cartográfica mediante SIG.
- Elaboración de los mapas, recomendaciones y medidas.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo Geotécnico es el de dar respuesta al requerimiento del mismo por parte del equipo redactor del Plan General de Ordenación Urbanística de Montecorto, para poder tener **en cuenta el factor riesgos geológicos geotécnicos geotécnico a la hora de tomar decisiones en cuanto a la clasificación urbanística** de los suelos urbano y urbanizable, no urbanizable natural o rural o de especial protección, y así mismo **su evaluación ambiental**.

Por tanto se realiza una estimación preliminar sobre las características mecánicas de los materiales estudiados y establecer una clasificación cualitativa sobre los posibles riesgos geológicos geotécnicos.

Los estudios de riesgos y mapas geotécnicos se realizan acordes a sus objetivos, proporcionando información geológico-geotécnica en planificación (a diferentes niveles, según sea un plan territorial, plan general de ordenación urbanística, plan de desarrollo, plan de sectorización, plan parcial...) o información a nivel de proyecto constructivo.

Este trabajo se basa en la descripción y clasificación de suelos y rocas, estructuras, geomorfología, condiciones hidrogeológicas, procesos geodinámicos; apoyado en el empleo de fotografía aérea, recorridos de campo y toma de medidas y datos en éste.

Para la realización del presente trabajo se utiliza el mapa topográfico a escala 1.10.000 ortofotos recientes (año 2010-2011) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía de la Consejería de Economía y Conocimiento.

Con todo ello se estudia el territorio municipal de Montecorto, aportando información sobre los riesgos geológicos que se pueden producir.

### 3. CONSIDERACIONES NORMATIVAS

#### 3.1. Texto Refundido de la Ley del Suelo

Las Cortes Generales aprobaron en el año 2015 la Ley de Suelo (hoy refundida en el texto aprobado por el **Real Decreto Legislativo 7/2015**, de 30 de octubre), en donde se establece que los **desarrollos urbanísticos** deben someterse a una evaluación ambiental previa y un informe de sostenibilidad, en el que se deberá incluir un *mapa de riesgos naturales* del territorio objeto de la ordenación. Este mandato supone una novedad importante en el derecho español, ya que revaloriza la conexión entre la ordenación del medio físico y la prevención de riesgos, introduciendo en el proceso de planificación una herramienta objetiva, como es la cartografía de riesgos, que puede facilitar la toma de decisiones a los responsables públicos, en beneficio de la seguridad de los ciudadanos y de sus bienes.

Así, el artículo 22.2 del R.D. legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del suelo, establece explícitamente que *"El informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación"*.

La ley del suelo, por tanto, considera al suelo como recurso natural escaso y no renovable y apuestan por un desarrollo territorial y urbano más sostenible.

Entre otras previsiones, la ley de Suelo estatal establece que todo suelo se encuentra en una de las situaciones básicas de suelo rural o de suelo urbanizado. Se proclama que, en todo caso, estará en la situación de suelo rural el suelo preservado por la ordenación territorial y urbanística de su transformación mediante la urbanización, que deberá incluir, como mínimo, los terrenos excluidos de dicha transformación por la legislación de protección o policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultural.

De la misma manera quedaran sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos, así como aquéllos con *riesgos naturales* o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves, y cuantos otros prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística.

Así mismo, la ley prevé que en el suelo que sea rural o esté vacante de edificación, el deber de conservarlo supone mantener los terrenos y su masa vegetal en condiciones de evitar riesgos de erosión, incendio, inundación, para la seguridad o salud públicas, daño o perjuicio a terceros o al interés general; incluido el ambiental; prevenir la contaminación del suelo, el agua o el aire y las inmisiones contaminantes indebidas en otros bienes.

También indica que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística están sometidos a evaluación ambiental de conformidad con lo previsto en la legislación de evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y en este artículo, sin perjuicio de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que se requieran para su ejecución, en su caso, el *“Artículo 15 Evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano”*.

La obligatoriedad de incluir estos mapas en los instrumentos de ordenación de las actuaciones de urbanización, como ya hemos adelantado, fue novedad importante en nuestro ordenamiento, ya que profundiza en el nexo de unión previsto en normas anteriores, entre la prevención de riesgos naturales y la planificación urbanística. Para ello **adopta el mecanismo de elaboración de una cartográfica de riesgos que permita conseguir una visión espacial de las zonas más vulnerables y aquellas más seguras del territorio a ordenar.**

Así por tanto, el presente mapa geotécnico hace seguimiento a este precepto normativo, adecuándose a la escala de clasificación de detalle, así como al requerimiento del informe de la Evaluación Ambiental Estratégica.

### 3.2. Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía

Del mismo modo, la Ley 7/2002, de 17 diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, establece que la planificación urbanística deben optar por el modelo y soluciones de ordenación que mejor aseguren, entre otras cosas, la preservación del proceso de urbanización en el desarrollo urbano de los terrenos en los que se hagan presentes riesgos naturales.

## 4. CARACTERISTICAS FISICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.

### FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES

En este apartado vamos a describir las características físicas de la zona de estudio (territorio municipal de Montecorto) centrándonos en las características de relevancia geológica geotécnica que nos proporcionan información valiosa para la consecución del trabajo.

#### 4.1. Situación de los terrenos

El territorio municipal de Montecorto se localiza en la comarca de Ronda, en la provincia de Málaga.

El territorio municipal tiene una extensión superficial de 58 km<sup>2</sup>.

#### 4.2. Geología y relieve

La geología describe la constitución, origen, formación e historia de la tierra, así como la composición y estructura de los materiales que la componen. Las características geológicas de los materiales de una zona son la condición principal de su comportamiento geotécnico.

El territorio municipal objeto de estudio se localiza en las *Zonas Externas* de las *Cordilleras Béticas*, que representan el extremo más occidental de las cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte Norte de la zona africana, de una región inestable afectada en parte del Mesozoico y durante gran parte del Terciario de fenómenos tectónicos mayores; y situado entre los grandes cratones europeo y africano.

Tradicionalmente se distinguen las Zonas Internas y las Zonas Externas, en comparación con una cordillera de desarrollo geosinclinal, o sea una parte externa con cobertura plegada y a veces con estructura de mantos de corrimiento y una parte interna con deformaciones más profundas que afectan al zócalo y que están acompañadas de metamorfismo.

Actualizando estos conceptos, podríamos decir que las Zonas Externas se sitúan en los bordes de los cratones o placa europea y africana, y presentan características propias



en cada borde, mientras que las Zonas Internas son comunes a ambos lados del mar de Alborán, situándose en la zona de separación existente entre ambas placas o zonas cratogénicas.

Las Zonas Externas en la cordillera Bética se subdividen en la Zona Prebética y la Subbética, siendo la Zona Subbética la que queda representada en el área de estudio

### Unidades litológicas

Los materiales litológicos que afloran en el territorio municipal son:

- Arcillas con Tubotomaculum (arcillas con bloques)
- Arcillas rojas y calcarenitas margosas
- Areniscas del Aljibe
- Calcarenita (Bloques)
- Calcarenitas de microcodium y niveles turbidíticos calcáreos (Fm Majalcorón)
- Calcarenitas, calizas de algas y brechas, arenas y limos amarillos. Plataforma.
- Calizas con sílex
- Calizas grises y blancas
- Calizas margosas rosadas (capas rojas), verdes y blancas.
- Calizas, margas y arcillas de Almarchal
- Coluviales y aluviales indiferenciados
- Conglomerados de cuarzo, areniscas y arcillas de color rojizo
- Conglomerados grises, arenas y margas. Abanico deltaico.
- Conglomerados poligénicos (Bloques)
- Depósitos de vertientes (gravidad) indiferenciados
- Deslizamientos y/o coladas de soliflucción.
- Dolomías
- Gravas, arenas y limos. Localmente margas. Abanicos deltaicos.

-Margas azules y blancas. Localmente limos, arenas, diatomitas y silex.  
Cuenca.

-Terraza media

-Unidad olistostrómica. Con olistolitos de unidades infrayacentes.

### Geomorfología

En el territorio municipal de Montecorto se caracteriza por los siguientes sistemas geomorfológicos:

**-Sistema alomado acolinado.**

-Sistema alomado acolinado, típico de los materiales margosos que predomina en la zona, se caracteriza por un relieve ondulado de pendientes generalmente medias y altas.

**-Sistema calcítico kárstico.**

Formado por calizas y dolomias, se extienden ampliamente en el territorio municipal. Tiene estructuras tectónicas lo que refleja elementos geomorfológicos kársticos singulares, destacando imponentes escarpes y farayones.



Figura nº 1: Relieve alomado acolinado típico de materiales margosos



Figura nº 2: Relieve kárstico sierra Malaver

### 4.3. Características hidrológicas

Las aguas que se circulan por el territorio de Montecorto descargan sus aguas en el río Guadalete, acumuladas en el inmediato embalse de Zahara-El Gastor perteneciente a la **Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate**.



**Figura nº 3:** Arroyo de Montecorto y el embalse de Zahara-El Gastor

### 4.4. Usos del suelo y vegetación

La vegetación juega un papel muy importante en la susceptibilidad de los movimientos de ladera y procesos de inestabilidad, sobre todo si estos son superficiales, y este papel fundamentalmente, está expresado en la **cohesión que las raíces** que las plantas, arbóreas o no arbóreas, ejercen al suelo.

Según el mapa de Usos del Suelo y Vegetación de la Junta de Andalucía, a escala 1.25000, el uso mayoritario en el territorio municipal de Montecorto es el de:

- Mosaico de secano y regadío con cultivos herbáceos.
- Pastizal continuo.
- Matorral disperso con pastizal.

Estos usos agrarios coinciden mayormente con los terrenos margosos arcillosos.



También se presenta, en menor medida, en este caso coincidiendo con los materiales calcíticos, los siguientes usos:

- Formación arbórea densa: coníferas.
- Matorral denso arbolado: quercineas densas.
- Cultivos leñosos y vegetación natural leñosa.



Figura nº 4: Uso mayoritario agrícola herbáceo en seco

#### 4.5. Causas de los Movimientos de Ladera y procesos de Inestabilidad

Los factores que controlan los **movimientos de las laderas y procesos de inestabilidad** son aquellos que condicionan o modifican las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Se distinguen los factores condicionantes (o pasivos), que son los que dependen de la propia estructura, forma y características del terreno, así como de los elementos de protección de que disponen (vegetación), de los factores desencadenantes (o activos), que provocan la inestabilidad y son responsables, en general, de la magnitud y velocidad de los movimientos del terreno.

A continuación se relacionan tanto los factores condicionantes como los desencadenantes, al margen de la sismicidad, que han provocado los movimientos del terreno detectados en el área de estudio:

### Factores condicionantes

**-Relieve.** Pendientes altas en una configuración de ladera condicionada por una red de drenaje que excava, y fluvios que salvan un significativo desnivel y propician movimientos del terreno. En nuestra zona de estudio este relieve es de pendientes medias-altas.



Figura nº 5: Relieve alomado acolinado con pendientes relevantes

**-Material litológico.** Presencia de material arcilloso mayoritario propicia en gran medida la proliferación de movimientos de ladera en configuración del relieve en pendiente.

**-Red Hidrográfica.** La red de drenaje excava los márgenes y con desniveles y en proceso de denudación provoca procesos erosivos y de excavación en el pie de las laderas; así como acumulación de agua que propicia la saturación de los terrenos.



Figura nº 6: Excavación a pie de ladera por la red hidrográfica

**-Deforestación.** La reducción de vegetación, ya sea arbórea o sotobosque, en gran medida, propician la aparición de procesos de movimientos del terreno.

En este caso, la vegetación mayoritaria de cultivo de herbáceos favorece el desencadenamiento de movimiento de ladera.

### Factores desencadenantes

**-Precipitaciones.** El agua hace aumentar la presión intersticial y el peso del terreno, provocando los movimientos. Este factor es determinante en este caso como consecuencia de la presencia mayoritaria de arcilla. También provoca erosiones y excavaciones al pie de las laderas.

**-Acciones antrópicas.** El hombre desencadena procesos de inestabilidad aplicando cargas adicionales a las laderas o modificando su geometría natural o provocando la pérdida de retención que ejerce las plantas al suelo.





Figura nº 7: Rotura de talud estabilizada con escollera al pie



## 5. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE LOS TERRENOS

La geotecnia es una de las principales ramas de la ingeniería civil. Tiene por objeto permitir la viabilidad de todas las obras de ingeniería en que las que se presente una interacción entre la obra misma y el suelo, entendiendo a este último como un medio particulado multifase; aportando criterios de diseño y valorando los riesgos que inciden. Entre sus principales aplicaciones se encuentra el diseño de cimentaciones, el diseño y revisión de la estabilidad de taludes, el control del flujo subsuperficial de aguas, y el diseño de túneles y de presas de tierra.

En la planificación urbanística y territorial el instrumento geotécnico es el mapa geotécnico en el cual se representa información geológica-geotécnica, y aporta datos sobre las características y propiedades del suelo y del subsuelo, en este caso información previa preliminar para el Plan General de Ordenación Urbanística de Montecorto, para así evaluar el comportamiento de los terrenos y prever problemas geológicos y geotécnicos.

Se trata pues de un mapa de **evaluación** geotécnica del terreno, cualitativo con clasificaciones generales (unidades geotécnicas), rasgos geomorfológicos, zonas afectadas por procesos, zonas problemáticas, etc.

### 5.1. Unidades Geotécnicas

El elemento básico del mapa geotécnico es la **Unidad Geotécnica**, producto de una zonificación en unidades geotécnicamente “homogéneas” del territorio en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, condiciones hidrogeológicas, condiciones geomorfológicas y procesos geodinámicos.

Se distinguen 3 unidades geotécnicas principales en el área que comprende este mapa geotécnico, que se establecen a partir de la litología, origen y características geológicas de los materiales.

Las Unidades Geotécnicas que diferenciamos para el término municipal de Montecorto son:

- **Unidad geotécnica I**  
Material margoso o arcilloso
- **Unidad geotécnica I**  
Calizas y dolomías
- **Unidad geotécnica III**  
Areniscas y conglomerados

Asimismo se presentan depósitos superficiales como son:

- Coluviales (deslizamientos y coladas de solifluxión)
- Aluviales
- Terrazas
- Abanicos

A continuación describimos las unidades geotécnicas relacionadas, aportando información **descriptiva** sobre los materiales y procesos geológicos e **información interpretativa** para su aplicación geotécnica o ingenieril:

***-Unidad geotécnica I. Material arcilloso o margoso.***

Roca competente con alternancia de roca blanca y generalmente predominio de esta roca blanda y arcillosa. La presencia de material arcilloso da lugar a problemas geológicos tales como expansividad y asentos, además de reptaciones y movimientos de ladera.

En territorio municipal de Montecorto los movimientos de ladera son muy frecuentes.

## Información descriptiva

### *Resistencia*

La resistencia de las rocas competentes, areniscas, conglomerados y margocalizas es de alta a media, y en el caso de las margas y arcillas su comportamiento geomecánico va a ser considerado como suelo, y este, dependiendo de su alteración, contenido en agua,..., variará en su dureza, pasando de suelo duro a medio o a blando.

-Capacidad de carga. La alternancia de roca competente y blanda va a dar una capacidad de carga muy variable, siendo alta para la roca competente y variable para la roca blanda, disminuyendo con el aumento de aguas superficiales de retención a causa de la absorción por parte de la arcilla.

-Asientos. Importantes en las zonas arcillosas. En zonas alternantes se pueden dar asientos diferenciales.

-Ripabilidad. Igualmente el ripado va a ser muy variable, va a pasar de fácil a algo costoso.

### *Espesor.*

Dada la variabilidad de las unidades litológicas que conforman esta unidad geotécnica, su espesor es muy variable, aunque podemos considerar de varias decenas de metros.

### *Comportamiento hidrológico.*

Impermeable generalizado. Agua de retención superficial que se almacena como consecuencia de la porosidad de la arcillas.

### *Morfología.*

Las pendientes en estas zonas son medias, localmente altas. Por lo tanto se puede considerar que presenta una forma de relieve alomado o acolinado.

### *Problemática especial suelos (Expansividad)*

La ya mencionada presencia de arcilla da lugar al fenómeno de la **expansividad** que se dará en las zonas de la unidad con espesores continuados de material arcilloso. Se presenta en las capas superficiales, la denominada capa "activa".

*Problemática especial suelos (Presencia de yesos)*

En las zonas en las que aflore yeso, puede producirse problemas de agresividad al hormigón.

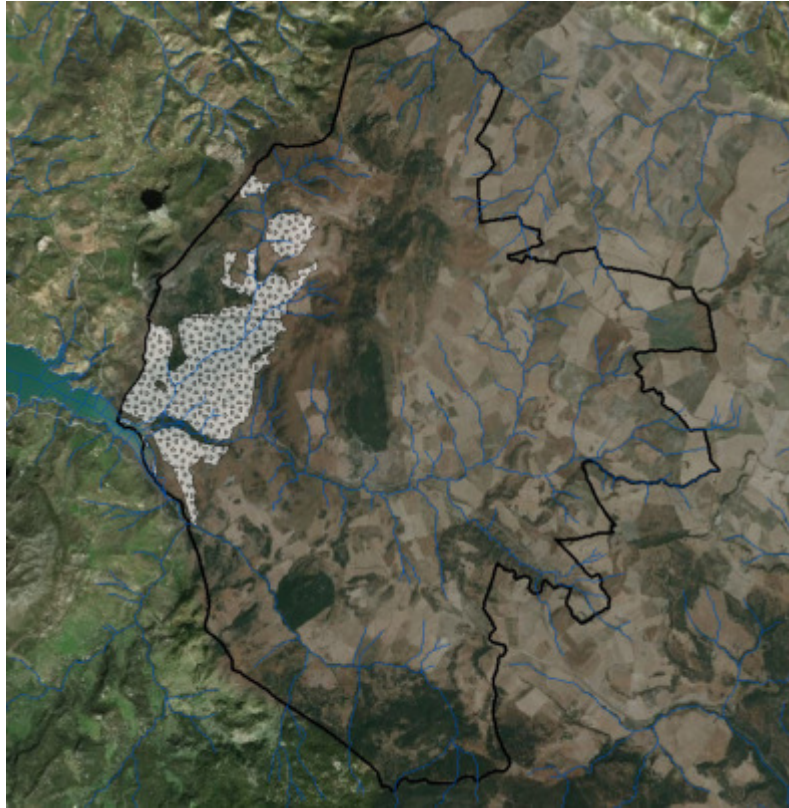


Figura nº 8: Zonas con presencia de yeso



Figura nº 9: Yeso

### Información interpretativa. (Actuaciones)

#### *Edificación*

*Cimentación.* Los asientos previsibles que se presentan en los materiales arcillosos y su heterogeneidad debido a la alternancia roca/arcilla, indica que la cimentación más adecuada en general será la losa sobre material de sustitución para evitar la capa activa expansiva.

*Estabilidad.* Las pendientes moderadas (altas) sobre material arcilloso hacen que la estabilidad de la edificación no se consiga con facilidad.

#### *Viales*

*Estabilización.* El material arcilloso requiere taludes tendidos o la ejecución elementos constructivos resistentes favoreciendo la evacuación del agua.

Como ya hemos adelantado, la presencia de movimientos de ladera y reptaciones es muy frecuente.

Las escolleras de bloques de roca muy competente es la medida más extendido para conseguir la estabilidad de taludes.

*Terraplenado.* El material procedente de terrenos arcillosos se clasificaría como suelo marginal y poco adecuado para terraplenar.

### *-Unidad geotécnica II: Calizas y dolomías*

Macizo rocoso calcítico con cierto grado de fragmentación de origen tectónico, con la formación de altas pendientes y algunos escarpes.

### **Información descriptiva**

#### *Resistencia.*

La resistencia de la roca es alta, por lo tanto tenemos:

- Capacidad carga. Muy alta.
- Asientos. Inexistentes. Si se presentarán las zonas de coluviones.
- Ripabilidad. Muy alta, pudiendo precisar voladuras importantes para realizar excavaciones.

#### *Espesor*

En general se presenta potencias de varios centenares de metros.

#### *Comportamiento hidrológico.*

Presenta alta permeabilidad secundaria por fisuración y karstificación, considerándose en conjunto como acuífero. La profundidad del nivel freático es de algunas o varias decenas de metros. No es importante por tanto desde el punto de vista geotécnico.

#### *Morfología*

Relieve en general montañoso y abrupto. La posible inestabilidad de esta unidad va a estar condicionado por el grado de fracturación de la roca, lo que puede hacer factible la generación de flujos de derrubio, y desprendimientos de bloques. No obstante en la sierra Malaver no se presentan significativos escarpes, por lo que los desprendimientos de bloques y flujos de derrubio no son muy importantes.



## Información interpretativa (actuaciones)

### *Edificación*

*Cimentación.* Se va a generalizar la cimentación directa y superficial mediante zapata.

*Estabilidad.* En éste caso la edificación también será en ladera. La estabilidad de la edificación, dada las características generales, se consigue con facilidad. Para evitar desprendimientos de bloques, es necesario en algunos casos la realización de estructuras de contención, anclajes, y en otros la protección superficial de los taludes, instalando mallas metálicas, o construcción de muros de revestimiento.

### Viales

*Estabilidad.* Permite en la mayoría de los casos altas pendientes en taludes, incluso verticales. La ejecución de elementos estructurales puede ser necesaria en zonas de mayor fracturación, donde puede ser necesario la instalación de anclajes y bulones, para evitar desprendimientos.

Por lo tanto medidas de protección superficial, como mallas metálicas sí que son necesarias en los taludes, siendo especialmente necesaria la ejecución de estos elementos estructurales y de protección superficial en las áreas con movimientos de ladera existentes en los escarpes y sus zonas de acumulación.

La caída de bloques es poco relevante en el cerro Malaver, al presentar escasos escarpes.

*Terraplenes.* Los materiales calcídicos fragmentados van a clasificarse como suelo seleccionado, pudiendo ser utilizado como árido. Con bloques grandes se pueden ejecutar pedraplenes.

### *-Unidad geotécnica III. Areniscas y conglomerados.*

Conforman un **macizo rocoso** de rocas sedimentarias-metamórficas cuyas características comunes son una alta resistencia.

La *resistencia de la matriz rocosa* presenta ciertas variaciones, no siendo alta generalizada.

Esto condiciona el *grado de alteración*, no siendo alta (Intervalo grado alteración I, II (III), (ISRM, 1981))

La *fracturación* puede dar lugar a bloques, cuando sus discontinuidades son abiertas.

Según éstas características básicas, resistencia matriz rocosa alta, grado medio de alteración y facturación, la calidad **del macizo rocoso** puede ser considerada genéricamente de **buena** (Beniawky, 1989) presentando pequeñas variaciones.

### Información descriptiva

#### *Resistencia.*

La resistencia de la matriz rocosa es media, alta, así pues la alteración superficial de éstos materiales no es muy patente. Definimos parámetros geotécnicos relacionados:

- Capacidad de carga: Alta en roca sana, disminuyendo al aumentar el grado de alteración
- Asientos: Inexistentes para roca sana, aumentando con el grado de alteración.
- Ripabilidad: En general es alta, disminuyendo al aumentar el grado de alteración.

#### *Espesor*

El espesor del conjunto es de varios centenares de metros.

#### *Comportamiento hidrológico.*

Materiales considerados como impermeables, pero la fracturación puede permitir la posibilidad de almacenamiento y cierta transmisión de agua. Sin embargo, en ningún caso esta agua va a suponer un problema para la cimentación.

#### *Morfología*

La morfología en esta unidad está caracterizada por un conjunto de surcos y crestas angulosos que dan lugar a muy altas pendientes, enmarcando una densa red hidrográfica.



## Información interpretativa (actuaciones)

### *Edificación*

*Cimentación.* La roca sana permite cimentaciones superficiales mediante zapatas

*Estabilidad.* La edificación en ladera va a predominar en esta unidad, así además de asegurar la estabilidad con una cimentación adecuada, es necesario asegurar su entorno con muros y elementos de contención.

### *Viales*

*Estabilidad.* Altas pendientes presentes en esta unidad van a originar grandes taludes ante una actuación constructiva. La ejecución de taludes trastorna el estado de equilibrio natural de los materiales, favoreciendo su rotura. Así en las zonas de mayor fracturación y/o alteración, dar una geometría adecuada a éstos taludes puede no es suficiente. Para evitar éstos movimientos y roturas deben efectuarse, según el caso elementos constructivos, tales como elementos estructurales resistentes (anclajes y bulones) y realización de muros y elementos de contención, como escolleras, gaviones, etc., siempre permitiendo la evacuación del agua y en cualquier caso el apoyo sea en roca sana, además de las oportunas protecciones superficiales tales como mallas metálicas, gunitado, geotextiles....

*Terraplenes.* La roca fragmentada puede usarse para terraplenar.

## 5.2. Deforestación y actuaciones antrópicas

La vegetación juega un papel muy importante en la susceptibilidad de los movimientos de ladera y procesos de inestabilidad, sobre todo si estos son superficiales.

Este papel fundamentalmente está expresado en la cohesión que las raíces que las plantas, arbóreas o no, puede ejercer al suelo.

Se ha podido comprobar que existen amplias zonas de cultivos herbáceos o pastizal, siendo mayoritario.

Por lo tanto son importantes las zonas con escasa protección y **cohesión** superficial en el suelo por las raíces de las plantas, ya que favorecen los procesos dinámicos superficiales.

Así mismo se han destacado algunos procesos de inestabilidad de origen antrópico, fundamentalmente en taludes de excavación o terraplén de carriles, caminos y carreteras, así como la presencia de una escombrera.



Figura nº 10: Escombrera junto a la carretera de acceso a Zahara

### 5.3. Procesos geodinámicos. Riesgos geológicos

Lo riesgos geológicos, al margen del hidrológico que no se considera en este trabajo, son los movimientos de ladera y procesos de inestabilidad y sismicidad.

## Movimientos de ladera y procesos de inestabilidad

Esta es una problemática geotécnica y de riesgos muy importante existente en el territorio municipal debido principalmente al carácter arcilloso de los terrenos en configuración en ladera. En siguientes apartados se detalla las características de los movimientos de ladera inventariados, así como de su susceptibilidad a su desencadenamiento, y su peligrosidad.



**Figura nº 11:** Movimientos de ladera próximos al núcleo

El gran número de movimientos de ladera que se desencadenan en el territorio municipal de Montecorto y la proliferación de los mismos en el tiempo, provocan un relieve típico modelado por este tipo de movimientos gravitacionales, denominado "relieve abollado"

Los movimientos de ladera frecuentes son ocultos por el arado de los agricultores para el cultivo de herbáceas.





Figura nº 12: Relieve “Abollado” modelado por movimientos de ladera



Figura nº 13: Los movimientos de ladera provocan roturas importantes en las infraestructuras viarias

### Procesos hidrológicos y de arroyada

Las aguas que se circulan por el territorio de Montecorto descargan sus aguas al embalse de Zahara-El Gastor.

Los procesos deposicionales o sedimentarios no son importantes en el territorio de estudio, y si los procesos de erosión de los arroyos y cauces existentes. Por tanto se producen procesos de arroyada e incisión lineal de cauces, socavaciones y erosión hídrica.

Se trata de movimientos superficiales del terreno como consecuencia de un proceso tormentoso lluvioso intenso, y una rápida movilización de agua en los fluvios, que provocan regueros. Los cauces y arroyos de orden menor se constituyen como las zonas de acumulación y desagüe del agua de precipitación, la cual cuando se muestra de manera torrencial origina excavación en sus proximidades y arrastres de material.

En este caso, las socavaciones y erosiones al pie de las laderas causan la proliferación de movimientos de ladera de orden mayor.



**Figura nº 14:** La excavación de los arroyos al pie de las laderas provocan innumerables movimientos de ladera

#### 5.4. Sismicidad. Zonificación sísmica local. Efecto de "sitio" y Efectos inducidos por un terremoto

Uno de los aspectos básicos para el estudio y evaluación de la peligrosidad sísmica es la caracterización de las fuentes de los terremotos. La tectónica de placas explica la distribución de la sismicidad a escala global, permitiendo distinguir entre zonas sísmicamente activas, que coinciden con **límites de placas litosféricas**, y zonas relativamente estables situadas en el interior de las placas. La provincia de Málaga es atravesada de Oeste a Este por uno de los límites de la Placa Ibérica, por lo que se considera una **Zona Sísmicamente Activa**.

Dentro de las áreas sísmicas, las fuentes concretas de los terremotos superficiales son estructuras geológicas definidas, las fallas sísmicas, cuya actividad tectónica es responsable de la liberación de energía durante el terremoto.

Así mediante el estudio de éstas fallas sísmicas y la probabilidad de ocurrencia de los terremotos a partir de la sismicidad histórica registrada, el IGN elabora **mapas de peligrosidad sísmica** (La peligrosidad sísmica determina en éste caso cuál será el máximo terremoto en un emplazamiento o región en un periodo de tiempo determinado).

Así se consulta el *Mapa de peligrosidad sísmica de España en aceleraciones para un periodo de retorno de 500 años. (Norma de Construcción Sismorresistente, 2002)*, y en Montecorto (Ronda) la aceleración básica es de **0.08g**, siendo g la aceleración de la gravedad. Esto nos indica que para un periodo de 500 años puede ocurrir algún terremoto con ésta aceleración.

La **intensidad** es una medida de los efectos causados por un sismo en un lugar determinado de la superficie terrestre. En ese lugar, un sismo pequeño pero muy cercano puede causar alarma y grandes daños, en cuyo caso decimos que su intensidad es grande; en cambio un sismo muy grande pero muy lejano puede apenas ser sentido ahí y su intensidad, en ese lugar, será pequeña.

Se puede relacionar la intensidad y aceleración con la siguiente expresión:



$$I = (3,2233 + \log(a / g)) / 0,30103$$

Así la Intensidad calculada a partir de la aceleración es de 7.06, por lo que la Intensidad en MONTECORTO es de VII (Escala de Intensidad de I a XII, según EUROPEAN MACROSEISMIC SCALE 1998 (EMS-98)). Igualmente el mapa de peligrosidad sísmica de España en intensidades para un periodo de retorno de 500 años (1992) indica que Montecorto se sitúa en el área de Intensidad VII.

La **Magnitud** es el parámetro que define la energía liberada por un terremoto.

Existe una relación Intensidad-Magnitud. Según el Instituto Geográfico Nacional se recomienda la siguiente relación de ámbito peninsular:

- $M = 0.552I + 1.34$ , siendo M la magnitud e I la Intensidad.

En Montecorto, esta magnitud (M) máxima sería de **5.23**, siendo M la magnitud de ondas superficiales.

### Efectos de los terremotos inducidos a la actividad humana

Por consiguiente los efectos del terremoto de intensidad VII en Montecorto, y por lo tanto en las futuras Urbanizaciones serán:

-Efectos a las personas: La mayoría se asusta e intenta correr fuera de los edificios. Para muchos es difícil mantenerse en pie, especialmente en plantas superiores.

-Efectos en los objetos: Se desplazan muebles y pueden volcarse los que sean inestables. Caída de gran número de objeto de las estanterías. Salpica el agua de los recipientes, depósitos y estanques.

-Daños en edificios:

- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no estructurales graves); algunos daños muy graves (daños estructurales graves, no estructurales muy graves).

- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños moderados (daños estructurales ligeros, daño no estructurales moderados; algunos daños de importante a graves (daños estructurales moderados, daños no estructurales graves)
- Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C presentan daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no estructurales moderados).
- Algunos edificios de clase de vulnerabilidad D presentan daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no estructurales ligeros)

Tabla de vulnerabilidad						
Diferenciación de estructuras (edificios) en clases de vulnerabilidad						
Tipo de estructura		Clase de vulnerabilidad				
		A	B	C	D	E
Fábrica	piedra suelta o canto rodado					
	adobe (ladrillos de tierra)					
	mampostería					
	sillería					
	sin armar, de ladrillos o bloques					
	sin armar, con forjados de HA					
	armada o confinada					
Hormigón Armado (HA)	estructura sin diseño sismorresistente (DSR)					
	estructura con nivel medio de DSR					
	estructura con nivel alto de DSR					
	muros sin DSR					
	muros con nivel medio de DSR					
	muros con nivel alto de DSR					
Acero	estructuras de acero					
	estructuras de madera					

Tabla nº 1: Vulnerabilidad estructuras ante un movimiento sísmico



## Respuesta sísmica en el emplazamiento. (Microzonificación Sísmica)

La peligrosidad sísmica regional establece el terremoto probable que puede afectar a una región o emplazamiento. Sin embargo, las condiciones locales (tipo y composición de los materiales, espesor de sedimentos y profundidad del sustrato rocoso o resistente, las propiedades dinámicas de los suelos, la profundidad del nivel freático, la topografía y la presencia de fallas, su situación y características) pueden originar una respuesta sísmica amplificada con respecto a las definidas en el terremoto de diseño. En nuestra área de estudio los factores que pueden causar ésta respuesta amplificada sería:

- **Litológico.** Los materiales tipo suelo no denso son los que dan respuestas amplificadas.
- **Topográfico.** En zonas de mayor altura y de mayores pendientes las aceleraciones son mayores que en zonas más bajas.

Así en una **Microzonificación sísmica relativa**, así en una Microzonificación sísmica relativa en nuestra área de estudio, la interacción de litología y topografía da lugar a que las zonas con mayor amplificación sísmica se sitúan en los terrenos arcillosos con mayor pendiente.

## Efectos inducidos por los terremotos en el terreno

Los terremotos pueden producir, además del movimiento vibratorio característico, una serie de efectos inducidos que dan lugar a grandes deformaciones y roturas en el terreno, como son licuefacción de suelos, deslizamientos y desprendimientos, roturas en superficie por fallas tectónicas o tsunamis.

En el área de estudio, el efecto inducido que se desarrollaría en las zonas fundamentalmente de amplificación sísmica mencionadas anteriormente, sería los movimientos de ladera. La Magnitud máxima en Montecorto es de 5.23, y según *Keefe*, 1984, esta magnitud sería suficiente para que se produzcan movimientos de ladera tales como deslizamientos, flujos de suelo y tierra.

Magnitudes mínimas aprox. (ML) según Keeler (1984)	Magnitudes mínimas aprox. (ML) según Rodríguez et al (1988)	Tipo de rotación en masa
4.0	5.5	Caídas de rocas, deslizamientos de roca, caídas de suelo, deslizamientos no acuosos de suelo.
4.5		Subsencias de suelo, deslizamientos de suelo en bloques.
5.0	6.5	Subsencias de roca, deslizamientos de roca en bloques, flujos lentos de tierra, colapsos laterales de suelo, flujos rápidos de suelo, deslizamientos submarinos.
6.0		Avulsiones de roca.
6.5	6.0	Avulsiones de suelo.

Keeler (1984) en Lara y Sepúlveda (2005)

**Tabla nº 2:** Movimientos de ladera inducidos por diferentes grado de magnitud de un terremoto

## 6. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS DE LADERA

El proceso geológico, al margen de la inundabilidad y la simicidad; que puede crear riesgo natural en el territorio municipal de estudio, son los **movimientos de ladera**, a causa, principalmente, del predominio de material arcilloso en configuración de ladera.

El **riesgo**, según Smith (2001) se define como la probabilidad de que ocurra un peligro y cause pérdidas, es decir daños a actuaciones humanas.

La **peligrosidad** se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinada, dentro de un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica (Varner, 1984; Barbat, 1998).

La **susceptibilidad** puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso.

Por lo tanto para evaluar el riesgo frente a la inestabilidad de las laderas en la territorio municipal de estudio, realizamos un análisis **de susceptibilidad a los movimientos de ladera**, así como se evalúa la peligrosidad de estos, y para así poder tener un conocimiento al posible riesgo que se expondrían las propuestas urbanísticas del Plan de Ordenación Urbanística de Montecorto e instrumentos urbanísticos de desarrollo posteriores.

Para la elaboración de este análisis es necesario realizar una serie de trabajos previos que son los que van a condicionar la elección de la metodología a usar, así como el desarrollo de la realización del propio mapa:

-Fotointerpretación. Se reconocen los movimientos de ladera existentes y las características principales de las laderas.

-Trabajo de campo. Igualmente se reconocen los movimientos de ladera existentes y las características principales de las laderas además de contrastar los detectados con la fotointerpretación.

-Recopilación de datos .Se recogen todos los datos existentes en el área, principalmente cartografía digital para la elaboración del propio mapa.

### **6.1. Inventario de movimientos de ladera**

Los movimientos de ladera son los movimientos del terreno más frecuentes y extendidos que afectan en diferente grado de magnitud y velocidad a la superficie terrestre. Se trata de procesos gravitacionales que tienen lugar en las laderas.

La acción de la gravedad, el debilitamiento progresivo de los materiales, debido principalmente a la meteorización, y la actuación de otros fenómenos naturales y ambientales, hacen que los movimientos del terreno sean relativamente habituales en el medio geológico, llegando a constituir riesgos geológicos potenciales.

Los procesos geológicos y climáticos que afectan a la superficie terrestre crean el relieve y definen la morfología de las laderas, que va modificándose a lo largo del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones geológicas o climáticas.

El análisis de los movimientos del terreno tiene por finalidad, además de asegurar el correcto uso del territorio y prevenir los riesgos, servir de base para los estudios de detalle para el diseño y construcción de obras de ingeniería.

Como ya se ha indicado, los procesos geológicos y climáticos que afectan a la superficie terrestre crean el relieve y definen la morfología de las laderas, que va modificándose a lo largo del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones geológicas o climáticas. Por lo general, las laderas adoptan pendientes naturales cercanas al equilibrio; ante el cambio de condiciones, su morfología se modifica buscando de nuevo el equilibrio. En este contexto, los movimientos de ladera pueden entenderse como los reajustes del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones.

Así por tanto, los movimientos que han sido ampliamente detectados son **deslizamientos rotacionales, coladas de soliflucción y reptaciones**, así como **socavaciones y erosiones hídricas**.

- Deslizamientos rotaciones, coladas y reptaciones.

Son muy frecuentes en la mayor parte del territorio municipal de Montecorto.

Los deslizamientos son movimientos de masas de suelo que se deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas.

Las coladas son movimientos de suelo de materiales finos.

Las reptaciones son movimientos superficiales (unos decímetros) muy lentos, prácticamente imperceptibles, que afectan a suelos y materiales alterados.

Estos movimientos son típicos de materiales arcillosos margosos, y pueden ser desde superficiales a profundos, y desde pequeños a profundos.



**Figura nº 15:** Laderas en las que proliferan numerosos deslizamientos rotacionales





Figura nº 16: Agrupación deslizamientos rotacionales



Figura nº 17: Detalle deslizamiento rotacional





Figura nº 18: Coladas de solifluxión



Figura nº 19: Evidencias de reptaciones

Los factores que controlan los movimientos de las laderas son aquellos capaces de modificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Se distinguen los factores condicionantes (o pasivos) que son aquellos que dependen de la propia estructura y forma del terreno, y los factores desencadenantes, los cuales son los que provocan la inestabilidad y son responsables, en general de la magnitud y velocidad de los movimientos.

En nuestra área los factores condicionantes principales a los movimientos de ladera son:

-Material litológico caracterizado por la presencia de arcilla en pendiente no necesariamente muy alta. El factor desencadenante principal son las precipitaciones, así el agua hace aumentar la presión intersticial, el peso del terreno provocando y favoreciendo los movimientos. Se provocan deslizamientos rotaciones, coladas y reptaciones.

#### •Socavaciones y erosión hídrica

Son igualmente movimientos superficiales del terreno como consecuencia de un proceso tormentoso lluvioso intenso, y una rápida movilización de agua en los fluvios, que provoca regueros y movimientos erosivos. Del mismo modo pueden ser desencadenantes de movimientos de ladera mayores.





Figura nº 20: Procesos erosivos y socavaciones

## 6.2. Análisis de susceptibilidad

El **mapa de susceptibilidad** se puede elaborar mediante diferentes métodos. En este caso vamos a usar el método de la "matriz" mediante el uso de SIG, (*Irigaray, 1995; Irigaray et al., 1999; 2006; Cross, 2002; Fernández et al., 2003*). Su elección se debe a que está validado positivamente para diferentes zonas montañosas de la cordillera Bética (*Fernández et al., 2003; Irigaray et al., 1999; 2006*) y se adapta a la escala de trabajo y nivel de detalle requerido.

La susceptibilidad frente a los movimientos de ladera expresa la mayor o menor tendencia del terreno a la generación de movimientos.

El mapa de susceptibilidad es la predicción espacial del grado del azar existente para que ocurra un movimiento de ladera.

El modelo precisa del inventario de movimientos de ladera y de los factores condicionantes indicados. Así utiliza cuatro factores condicionantes, tres derivados del Modelo Digital de Elevaciones (MDE): altitud, pendiente y orientación, y uno temático: litología.

El método de la matriz es un método de análisis estadístico bivalente, consiste en construir una matriz de susceptibilidad a partir de la matriz de movimientos de ladera y la matriz de toda la zona (Irigaray et al., 2006). La matriz de movimientos de ladera se obtiene calculando el área afectada por las roturas de los movimientos de ladera en cada combinación de factores. En la matriz de toda la zona se calcula el área total de cada combinación de factores. Finalmente, en la matriz de susceptibilidad el valor de cada celda es determinado dividiendo los valores correspondientes a la matriz de movimientos de ladera y los de la matriz de toda la zona. Los valores de la matriz de susceptibilidad constituyen la proporción de movimientos de ladera con respecto al área total y representan la susceptibilidad relativa de cada combinación de factores en cada punto del terreno. Con el uso de algunos métodos de reclasificación ya publicados y utilizadas en la elaboración de mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera por otros autores (El Hamdouni, 2001; Fernández, 2001) los, se diferencian las diferentes categorías.

Así, se definen las diferentes clases de susceptibilidad según el área afectada por movimientos de ladera, para cada determinada combinación de factores condicionantes que estén comprendida entre:

<1%; muy baja

1-5 %baja

5-10%; media

10-15% alta

>15% muy alta

Los diferentes niveles de susceptibilidad aquí definidos se caracterizan por lo siguiente  
(El Hamdouni 2001 (modificado))

**-Susceptibilidad muy baja (nula) o baja:** Los terrenos no muestran ninguna propensión natural a generar movimientos de ladera en las condiciones en que se encuentran actualmente.

**-Susceptibilidad media:** Los terrenos muestran cierta, aunque escasa propensión natural a generar movimientos de ladera en las condiciones en que se encuentran actualmente.

**-Susceptibilidad alta-** Los terrenos muestran una relevante propensión natural a generar movimientos de ladera en las condiciones en que se encuentran actualmente, y existen algunos de ellos.

**-Susceptibilidad muy alta-** Los terrenos muestran gran propensión natural a generar movimientos de ladera de magnitud significativa en las condiciones en que se encuentran actualmente e incluyen movimientos abundantes y laderas residuales en condiciones muy inestables.

En nuestro territorio municipal de estudio, hay propensión natural muy alta a la generación de deslizamientos rotacionales, coladas y procesos erosivos.

### 6.3. Clasificación urbanística según el grado de susceptibilidad

Esta zonificación del terreno determinada anteriormente en diferentes áreas con diferente grado susceptibilidad a los movimientos de ladera nos permite zonificarlo según su capacidad de uso para diferentes tipos de clasificación del suelo, así:

Zonas grado susceptibilidad	Urbanización Alta densidad	Urbanización baja densidad.	Infraestructuras.	Suelo No Urbanizable
Muy alta-alta	Inadecuado.	Inadecuado.	Inadecuado	Adecuado con: Repoblación forestal
Media	Permitido. Recomendable estudio geotécnico. Inadecuado edificación bloques varias plantas.	Permitido. Recomendable estudio geotécnico. - Ejecución medidas correctoras.	Permitido. Correcta ejecución medidas correctoras Vigilancia taludes cierta altura.	Adecuado con Repoblación forestal
Baja- Muy baja	Permitido Adecuado	Permitido Adecuado	Permitido Adecuado	-

**Tabla nº 3:** Zonificación urbanística según el grado de susceptibilidad a los movimientos de ladera

#### 6.4. Análisis de peligrosidad

La peligrosidad se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinada, dentro de un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica (Varner, 1984; Barbat, 1998).

Estas zonas están definidas a partir del mapa de susceptibilidad, ocurrencia del proceso, pero también se debe de analizar sobre su peligrosidad, es decir, la severidad e intensidad del proceso, en este caso de la inestabilidad de las laderas.

Así con éste mapa se caracterizan los terrenos según su propensión natural a generar movimientos de ladera. Ahora bien, cabe considerar para una correcta toma de decisiones en el planeamiento urbanístico, la peligrosidad de estos movimientos

La importancia de un movimiento de ladera, de cara a generar posibles riesgos o afecciones, va a quedar definida principalmente por sus dimensiones en superficie y por su profundidad. Consecuentemente, la eficacia de las medidas correctoras puede deducirse de las características geométricas (extensión y profundidad) de los movimientos, tal como se expresa sintéticamente en la tabla que aparece a continuación:

Movimientos de Ladera					
Dimensiones	Muy pequeño	Pequeño	Mediano	Grande	Muy grande
	<100 m <sup>2</sup>	100-1000 m <sup>2</sup>	1000-5000 m <sup>2</sup>	5000-10000 m <sup>2</sup>	>10000 m <sup>2</sup>
Profundidad					
<3 Metros (Superficiales)					
>3 Metros (Profundos)					

Eficacia Medidas Correctoras (Coste económico)

	Muy posible Eficacia Medidas Correctoras.
	Posible eficacia Medidas Correctoras.
	Difícil Eficacia Medidas Correctoras.
	Muy difícil Eficacia Medidas correctoras.
	Imposible Eficacia Medidas correctoras

**Tabla nº 4:** Peligrosidad movimientos de ladera según su tamaño y profundidad (masa movilizada).

Por consiguiente, para el caso de las áreas con susceptibilidad alta y muy alta a los deslizamientos rotacionales y coladas, por lo general, la peligrosidad puede ser tanto a las actuaciones humanas como a la propia integridad humana debida a que estos movimientos pueden ser de grandes dimensiones y llegar a ser profundos.

Por tanto pone en conocimiento que estas zonas pueden ser a priori inadecuadas ambientalmente para la urbanización, y por ende no presentan una capacidad de acogida óptima para este uso.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presencia de material arcilloso mayoritario en el territorio municipal de Montecorto propicia en gran medida la proliferación de movimientos de ladera en configuración del relieve en pendiente.

Esta es una problemática geotécnica y de riesgos de gran relevancia. El gran número de movimientos de ladera que se desencadenan en el territorio municipal de Montecorto y la reproducción de los mismos en el tiempo, provocan un relieve típico modelado por este tipo de movimientos gravitacionales, denominado “relieve abollado”.

Los movimientos que han sido ampliamente detectados son deslizamientos rotacionales, coladas de solifluxión, además de reptaciones.

Tanto los deslizamientos rotacionales como las coladas de solifluxión por lo general su peligrosidad puede ser alta, muy alta a las actuaciones humanas debido a que estos movimientos pueden ser de grandes dimensiones y llegar a ser profundos.

Por tanto se pone en conocimiento que estas zonas pueden ser a priori inadecuadas ambientalmente para la urbanización, y por tanto no presentan una capacidad de acogida óptima para este uso.

Actuaciones sobre estas zonas se pueden corregir con medidas correctoras oportunas, sin embargo la eficiencia de estas medidas se aseguraría en muchos casos con mucha dificultad y alto costoso económico.

La estabilidad de los taludes de excavación se conseguiría con una inclinación muy tendida, actuación no viable. Esto hace que mayormente sea necesario muros y elementos de contención, como escolleras, muros de gaviones; en todo caso asegurando el drenaje del agua del trasdós y cimentados sobre sustrato no susceptible de ser movilizado. El drenaje superficial es fundamentales, por lo tanto es necesario asegurar la evacuación del agua en las actuaciones, ejecutando medidas que lo faciliten.

Así mismo la ejecución constructiva sobre suelo arcilloso puede requerir técnicas de cimentación para evitar la rápida rotura y deterioro de las construcciones, principalmente procediendo a una sustitución del material arcilloso y adoptando una mejora del terreno. Así, lo más importante en éste tipo de suelos sería no cimentar sobre la capa "activa". Dependiendo de la capacidad de carga, y las cargas que se van a transmitir, se adoptan diversas medidas:

- Sustitución del terreno expansivo superficial "capa activa" por material de aportación, grueso e inactivo, colocando una lámina impermeable entre terreno y material. Sobre éste material se puede cimentar superficialmente con losa o zapata.
- Pozos rellenos de hormigón pobre o cal que atraviesen la "capa activa".

Así mismo hay que tener en cuenta posibles problemas por asientos diferenciales como consecuencia de la heterogeneidad de los terrenos.

La corrección por problemática especial de suelos (yesos) se corrige con la adición de cemento sulforresistente en las zonas que se detecte la presencia de yeso.

Málaga, Noviembre de 2017



**Fdo.:** Juan Miguel González Palomo  
Director Técnico SIGMAC, S.L



**Fdo.:** Xavier Artero Orellana  
Departamento Geotecnia SIGMAC, SL.  
Geólogo Col. nº 439 ICOGA



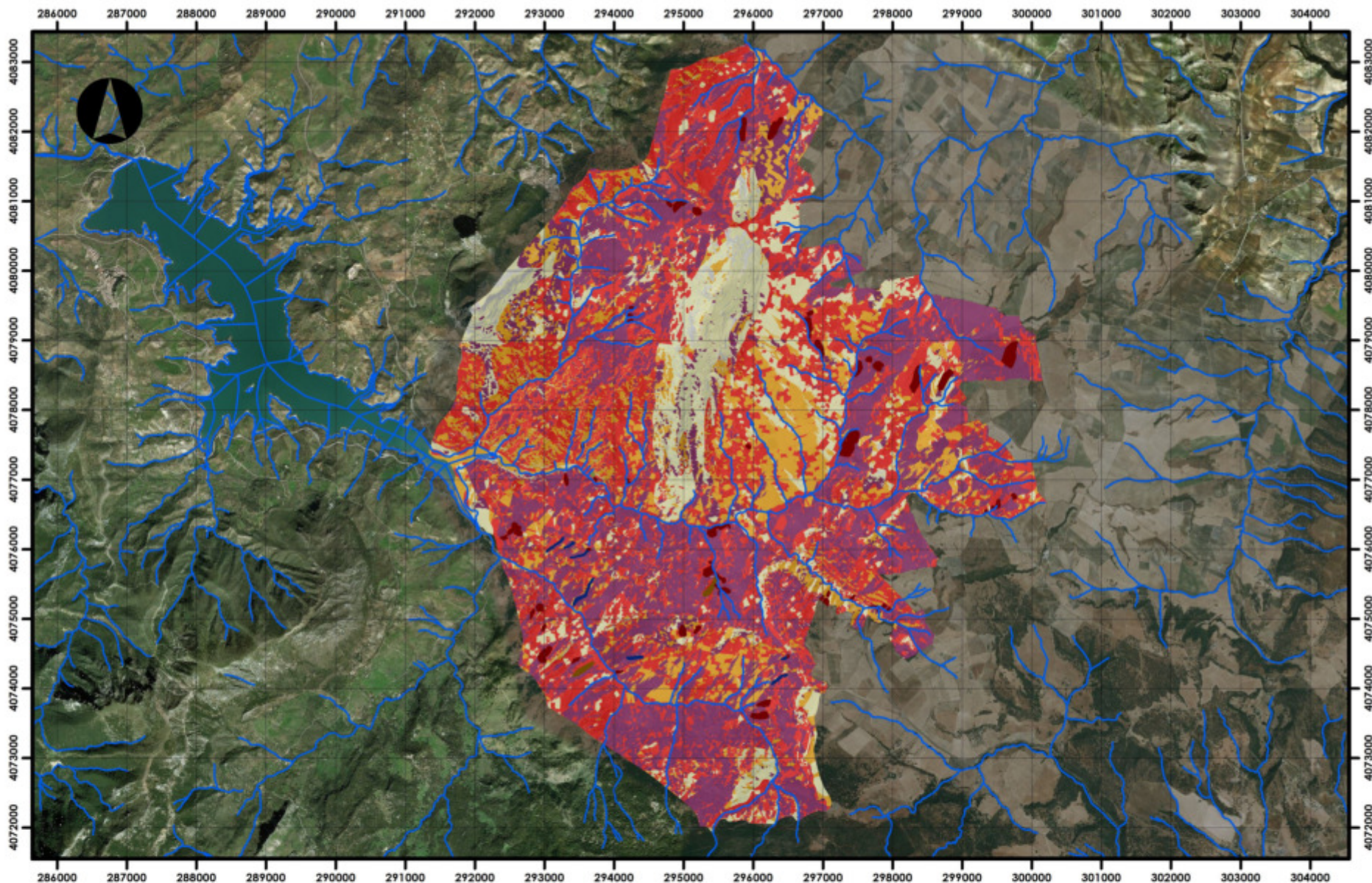
**Fdo.:** José Egea Contreras  
Departamento Medio Ambiente SIGMAC, SL  
Técnico en Medio Ambiente. Geólogo Col. nº 528 ICOGA

Este documento consta de una memoria de cuarenta y nueve (49) páginas numeradas correlativamente con el sello de SIGMAC y una serie de anejos adjuntos.



## Anejo Cartográfico

# 1. Susceptibilidad a los Movimientos de Ladera



Muy baja  
 Baja  
 Media  
 Alta  
 Muy Alta

## Movimientos de ladera

Colada soliflucción  
 Deslizamiento rotacional  
 Proceso arroyada  
 Relleno antrópico

## ANÁLISIS DE RIESGOS GEOLOGICOS GEOTÉCNICOS Termino Municipal Montecorto (Málaga)

Peticionario  
TURISMO Y PLANIFICACIÓN  
COSTA DEL SOL

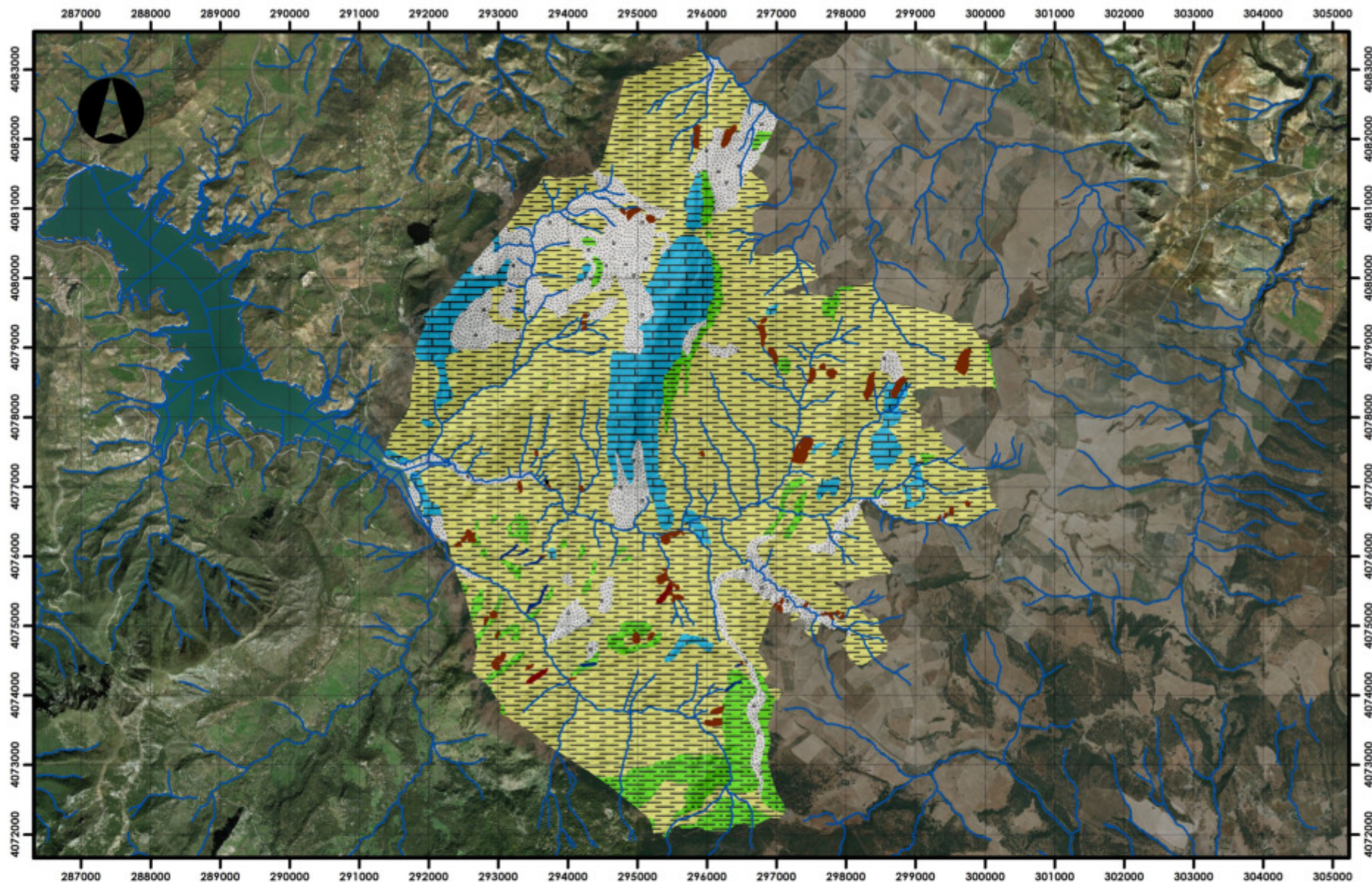
Autor  
JOSÉ EGEA CONTRERAS

Escala  
 0 345 690 Metros

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Data: ETRS 1989



## 2. Unidades Geotécnicas



UNIDADES GEOTÉCNICAS	PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	Procesos de inestabilidad	ANÁLISIS DE RIESGOS GEOLOGICOS GEOTÉCNICOS Termino Municipal Montecorto (Málaga)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U.G.-1. Material arcilloso o margoso</li> <li>U.G.-2. Calizas y dolomías</li> <li>U.G.-3. Areniscas y conglomerados</li> <li>Coluviales, aluviales, terrazas y abanicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laderas con presencia de material arcilloso. Probabilidad alta de procesos de inestabilidad, asentos y expansividad</li> <li>Macizo rocoso calidad buena con cierta probabilidad de caída de bloques</li> <li>Macizo rocoso calidad buena con cierta probabilidad de caída de bloques</li> <li>Depositos superficiales, terrenos inestables con probabilidad de asentos y ligados a la hidrología superficial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colada soliflución</li> <li>Deslizamiento rotacional</li> <li>Proceso arroyada</li> <li>Relleno antrópico</li> </ul>	Peticionario TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL	Autor JOSÉ EGEA CONTRERAS
		Escala 0 335 670 Metros	Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N Proyección: Transverse Mercator Datum: ETRS 1989	

# CONDICIONES CONSTRUCTIVAS. MAPA GEOTÉCNICO

---

Núcleo Urbano MONTECORTO (Málaga)

**CLIENTE:** TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL

**TRABAJO:** 1/2555/001

**FECHA:** Noviembre 2.017



## INDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	CONTENIDO.....	2
1.2	MÉTODO DE ELABORACIÓN.....	3
2	OBJETO .....	4
3	CONSIDERACIONES NORMATIVAS.....	6
3.1	Texto Refundido de la Ley del Suelo.....	6
3.2	Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía.....	6
4	CARACTERISTICAS FISICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO. ....	9
4.1	Situación de los terrenos.....	9
4.2	Geología y relieve .....	9
4.3	Características hidrológicas .....	12
5	CARACTERISTICAS GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DE LOS TERRENOS.....	14
5.1	Unidades Geotécnicas.....	14
5.2	Actuaciones antrópicas.....	20
6	Análisis de riesgo.....	24
6.1	Peligrosidad y Corrección.....	25
7	Zonificación geotécnica: Condiciones Constructivas.....	27
7.1	Metodología.....	27
7.2	Problemas geotécnicos tipo .....	28
7.3	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	31
8	CONCLUSIONES Y RECOMENTADIONES.....	32

## ANEJOS

### 1. MAPA GEOTÉCNICO

Laboratorio de Ensayos y Control de Calidad inscrito con nº de Registro: AND-L221 - Edificación: GT / VS / PS / EH / EA / EFA / EM - Ingeniería Civil: OL-A / OL-B / OL-C / OL-D

# MEMORIA



## 1. INTRODUCCIÓN

Los alrededores de los núcleos poblacionales han sufrido a lo largo del tiempo transformaciones en su entorno próximo que han mermado su situación geológica-geotécnica natural, tales como taluzados de excavación, rellenos, abancalamientos, etc.

El análisis de riesgos geológicos geotécnicos que se realiza para la totalidad del término municipal examina la propensión natural a generar movimientos de ladera de significativo tamaño y por lo tanto la estabilidad general de las laderas, sin considerar estas anomalías antrópicas. Además la cartografía de base para su realización es a escala 1: 10.000, insuficiente para analizar la problemática en un espacio reducido como es el núcleo poblacional y sus alrededores, que es donde se plantean los crecimientos urbanísticos.

Por lo tanto, elaboramos a continuación un mapa que pretende zonificar geotécnicamente el área de localización del núcleo y su alrededor, en el cual éste Plan General plantea actuaciones de urbanización y edificación; tomando como base para su desarrollo una cartografía 1:1000, e identificando procesos de inestabilidad de menor tamaño.

La finalidad de los mapas geotécnicos consiste en aportar una estimación preliminar sobre las características mecánicas de los materiales estudiados y establecer una clasificación cualitativa sobre sus problemas constructivos. Ello es de gran interés especialmente a la hora de adoptar decisiones sobre la asignación de usos a cada porción del territorio, y en concreto, poner en carga desarrollos urbanísticos.

Quede claro, no obstante, que se trata de una información que, dada la escala de trabajo y la ausencia de ensayos geotécnicos, **no** tiene el suficiente nivel de detalle como para  **suplir la necesaria investigación geológico-geotécnica que requiere cualquier proyecto constructivo individual.**

## 1.1. Contenido

Se realizará un estudio geotécnico del núcleo de población de Montecorto, detectando principalmente los problemas de tipo geomorfológico, hidrológicos, geotécnicos y de inestabilidad de laderas.

Así mismo se hará una clasificación de los terrenos con los siguientes intervalos posibles:

- Condiciones constructivas generalmente muy desfavorables
- Condiciones constructivas generalmente desfavorables
- Condiciones constructivas generalmente desfavorables tolerables
- Condiciones constructivas generalmente aceptables
- Condiciones constructivas generalmente favorables
- Condiciones constructivas generalmente muy favorables

Para ello se realiza:

-Descripción y clasificación litológica y geotécnica de los suelos y rocas, estructuras, condiciones hidrogeológicas y procesos geodinámicos.

-Análisis geomorfológico. Elevaciones, pendientes y orientaciones de laderas, así como definición de cauces y zonas de acumulación de flujos.

-Inventarios de movimientos de ladera y/o inventario de posibles procesos de inestabilidad antrópicos.

-Zonificación según Condiciones Constructivas. Mapa Geotécnico. Determinación e identificación de problemáticas geotécnicas de los terrenos.

- Recomendaciones y medidas para la ordenación urbanística. Recomendaciones para posteriores planes de desarrollo o proyectos.

El contenido del mapa geotécnico, basado en cartografía base 1:1.000 suministrada por la Diputación de Málaga, contendrá los siguientes aspectos:

- Condiciones constructivas
- Problemas geotécnicos
- Procesos de inestabilidad

## 1.2. Método de elaboración

### Trabajo de campo

-Toma de medias y datos in" situ", por geólogo experimentado en la elaboración de cartografía geotécnica y de riesgos geológicos.

-Reconocimiento de procesos de inestabilidad, movimientos de ladera, clasificación geotécnica de suelos y macizo rocoso, etc.

-Reportaje Fotográfico.

### Trabajo de gabinete

-Fotointerpretación y recopilación de documentación y cartografía actual e histórica.

-Redacción del documento y elaboración cartográfica mediante SIG.

-Elaboración de los mapas, recomendaciones y medidas

## 2. OBJETO

El objetivo de este Mapa Geotécnico es la de dar respuesta al requerimiento del mismo por parte del equipo redactor del Plan General de Ordenación Urbanística de Montecorto, para poder tener **en cuenta el factor geotécnico a la hora de tomar decisiones en cuanto a la clasificación urbanística** de suelos urbano y urbanizable **y su evaluación ambiental**

Por tanto se realiza una estimación preliminar sobre las características mecánicas de los materiales estudiados y establecer una clasificación cualitativa sobre sus problemas constructivos.

Los mapas de riesgos geológicos geotécnicos normalmente no se detallan convenientemente, y por su escala, no aporta **suficiente nivel de detalle** para poner en carga nuevos desarrollos urbanísticos, siendo el objeto de la realización de la presente zonificación geotécnica, y en consecuencia se pueda aportar información geotécnica más precisa de cara a la ordenación urbanística alrededor del núcleo poblacional.

Los estudios de riesgos y mapas geotécnicos se realizan acordes a sus objetivos, proporcionando información geológico-geotécnica en planificación (a diferentes niveles, plan territorial, plan general de ordenación urbanística, plan de desarrollo, plan de sectorización, plan parcial,...) o información a nivel de proyecto constructivo.

Este trabajo se basa en la descripción y clasificación de suelos y rocas, estructuras, geomorfología, condiciones hidrogeológicas, procesos geodinámicos, apoyado en el empleo de fotografía aérea, recorridos de campo y toma de medidas y datos.

Así mismo, para la realización del presente trabajo se utiliza el mapa topográfico a escala 1.1000 facilitado por la Excelentísima Diputación Provincial de Málaga y ortofotos recientes (año 2011) del Instituto Cartográfico de Andalucía

Así se zonifica el terreno para poder clasificar urbanísticamente los nuevos crecimientos del núcleo de Montecorto, aportando información geológica geotécnica, así como información preliminar sobre factores con incidencia constructiva; investigación necesaria para conocer previamente posibles problemas relacionados con cimentaciones, excavaciones, estabilidad del terreno, y por su puesto riesgos geológicos.

### 3. CONSIDERACIONES NORMATIVAS

#### 3.1. Texto Refundido de la Ley del Suelo

Las Cortes Generales aprobaron en el año 2015 la Ley de Suelo (refundida en el texto aprobado por el **Real Decreto Legislativo 7/2015**, de 30 de octubre), en donde se establece que los **desarrollos urbanísticos** deben someterse a una evaluación ambiental previa y a un informe de sostenibilidad, en el que se deberá incluir un ***mapa de riesgos naturales*** del ámbito objeto de la ordenación. Este mandato supone una novedad importante en el derecho español, ya que revaloriza la conexión entre la ordenación del medio físico y la prevención de riesgos, introduciendo en el proceso de planificación una herramienta objetiva, como es la cartografía de riesgos, que puede facilitar la toma de decisiones a los responsables públicos, en beneficio de la seguridad de los ciudadanos y de sus bienes.

Así, el artículo 22.2 del R.D. legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del suelo, establece que *"El informe de sostenibilidad ambiental de los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización deberá incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación"*.

La ley del suelo, por tanto, considera al suelo como recurso natural escaso y no renovable y apuestan por un desarrollo territorial y urbano más sostenible.

Entre otras previsiones, la ley de Suelo estatal establece que todo suelo se encuentra en una de las situaciones básicas de suelo rural o de suelo urbanizado. Se proclama que, en todo caso, estará en la situación de suelo rural el suelo preservado por la ordenación territorial y urbanística de su transformación mediante la urbanización, que deberá incluir, como mínimo, los terrenos excluidos de dicha transformación por la legislación de protección o policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultural, los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos.



De la misma manera, estarán en la situación de suelo rural aquéllos con *riesgos naturales* o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves, y cuantos otros prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística.

Del mismo modo, la ley prevé que en el suelo que sea rural o esté vacante de edificación, el deber de conservarlo supone mantener los terrenos y su masa vegetal en condiciones de evitar riesgos de erosión, incendio, inundación, para la seguridad o salud públicas, daño o perjuicio a terceros o al interés general; incluido el ambiental; prevenir la contaminación del suelo, el agua o el aire y las inmisiones contaminantes indebidas en otros bienes.

Así mismo indica que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística están sometidos a evaluación ambiental de conformidad con lo previsto en la legislación de evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente y en este artículo, sin perjuicio de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que se requieran para su ejecución, en su caso. Artículo 15 Evaluación y seguimiento de la sostenibilidad del desarrollo urbano

La obligatoriedad de incluir estos mapas en los instrumentos de ordenación de las actuaciones de urbanización, fue novedad importante en nuestro ordenamiento, ya que profundiza en el nexo de unión previsto en normas anteriores, entre la prevención de riesgos naturales y la planificación urbanística. Para ello **adopta el mecanismo de elaboración de una cartográfica de riesgos que permita conseguir una visión espacial de las zonas más vulnerables y aquellas más seguras del territorio a ordenar.**

Así por tanto, el presente mapa geotécnico da respuesta a este precepto normativo, adecuándose a la escala de clasificación de detalle, así como al requerimiento del informe de Evaluación Ambiental Estratégica.

### 3.2. Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía

Asimismo, la Ley 7/2002, de 17 diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, establece que la planificación urbanística deben optar por el modelo y soluciones de ordenación que mejor aseguren, entre otras cosas, la preservación del proceso de urbanización para el desarrollo urbano de los terrenos en los que se hagan presentes riesgos naturales.

#### 4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

En este apartado vamos a describir brevemente las características físicas de la zona de estudio centrándonos en las características de relevancia geológica geotécnica que nos proporcionan información valiosa para la consecución del trabajo.

##### 4.1. Situación de los terrenos

El área de estudio se localiza en los alrededores del núcleo urbano principal de Montecorto, en la comarca de Ronda, en la provincia de Málaga.

##### 4.2. Geología

El núcleo urbano objeto de estudio se localiza en las *Zonas Externas* de las *Cordilleras Béticas*, que representan el extremo más occidental de las cadenas alpinas europeas. Las zonas externas se dividen en dos grandes unidades: Prebético y Subbético, siendo en esta última donde se asienta este núcleo.

Sobre estos materiales subbéticos, en esta zona, se depositaron durante el Terciario importantes depósitos postorogénicos, denominados Arcillas con Bloques (Neonumídico).

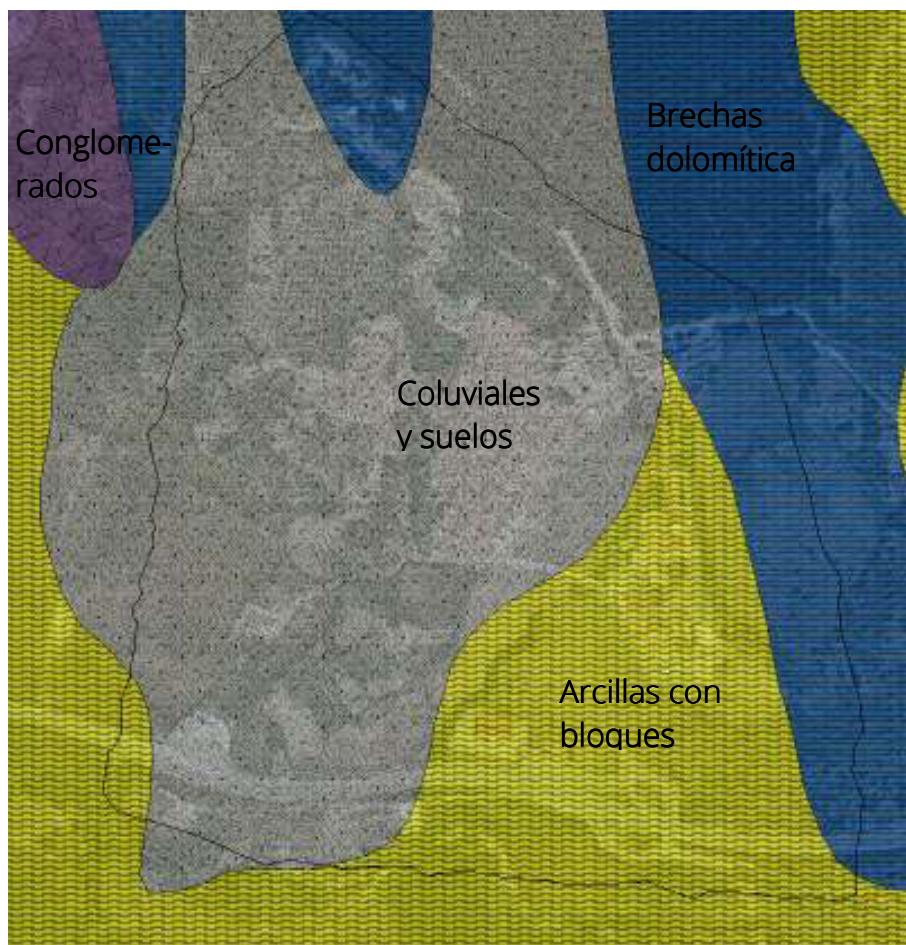
Las unidades litológicas que pertenecen a estos depósitos son:

- Arcillas con bloques de litología, edad y procedencia variable.
- Brechas dolomíticas.

Sobre estos materiales terciarios se depositaron posteriormente depósitos cuaternarios:

- Coluviales y suelos.

Estos son los que aflora ampliamente en bajo el núcleo de Montecorto.



**Figura nº 1:** Coluviales y suelos. Litología predominante bajo el núcleo de Montecorto (Hoja 1050 Magna IGME)

Esta unidad litológica geotécnicamente está formada por arenas y gravas (bloques de origen calcítico)



**Figura nº 2:** Coluviales y suelos. Arenas y gravas (bloques)

### Geomorfología

El núcleo urbano de Montecorto se encuentra sobre un **sistema geomorfológico** alomado acolinado, a pie de un macizo rocoso. (Zona de acumulación sedimentaria).

En concreto el núcleo de Montecorto se localiza en la parte baja de las faldas del Cerro Malaver, sobre materiales sedimentarios, coluviales y suelos, que se depositaron en épocas geológicas recientes.





Figura nº 3: Coluviales y suelos en la falda del cerro Malaver

#### 4.3. Características hidrológicas

Las aguas que se drenan por el núcleo de Montecorto y sus alrededores descargan sus aguas en el inmediato arroyo de **Montecorto**, y este a su vez al inmediato río **Guadalete**, embalsado en esa zona en el embalse de **Zahara-El Gastor**, perteneciente a la **Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate**.





**Figura nº 4:** Arroyo afluente del arroyo Montecorto que intersecta el núcleo

## 5. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO GEOTÉCNICA DE LOS TERRENOS

La geotecnia es una de las principales ramas de la ingeniería civil. Tiene por objeto permitir la viabilidad de todas las obras de ingeniería en que las que se presente una interacción entre la obra misma y el suelo, entendiendo a este último como un medio particulado multifase; aportando criterios de diseño y valorando los riesgos que inciden. Entre sus principales aplicaciones se encuentra el diseño de cimentaciones, el diseño y revisión de la estabilidad de taludes, el control del flujo subsuperficial de aguas, y el diseño de túneles y de presas de tierra.

En la planificación urbanística y territorial el instrumento geotécnico es el mapa geotécnico, en el cual se representa información geológica-geotécnica, y aporta datos sobre las características y propiedades del suelo y del subsuelo, en este caso información previa preliminar para el Plan de Ordenación Urbanística de Montecorto, para así evaluar el comportamiento de los terrenos y prever problemas geológicos y geotécnicos.

Se trata pues de un mapa de **evaluación** geotécnica del terreno, cualitativo con clasificaciones generales (unidades geotécnicas), rasgos geomorfológicos, zonas afectadas por procesos, zonas problemáticas y aptitudes del terreno para diferentes usos.

### 5.1. Unidades Geotécnicas

El elemento básico del mapa geotécnico es la **Unidad Geotécnica**, producto de una zonificación en unidades geotécnicamente “homogéneas” del territorio en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, condiciones hidrogeológicas, condiciones geomorfológicas y procesos geodinámicos.

Se distinguen 3 unidades geotécnicas en el área que comprende este mapa geotécnico, que se establecen a partir de la litología, origen y características geológicas de los materiales. En este caso la litología predominante son los depósitos coluviales.

Para identificar su problemática realizamos una clasificación geomecánica somera, pero apropiada para el fin de este trabajo:

- Unidad geotécnica I. Coluviales y suelos.*
- Unidad geotécnica II. Arcillas y bloques.*
- Unidad geotécnica III. Brechas dolomíticas.*

### Descripción de las Unidades Geotécnicas

Las características geotécnicas más importantes para definir unidades geotécnicas son:

-Clasificación y propiedades geotécnicas. La clasificación geotécnica de los terrenos se basa en sus propiedades físicas y mecánicas, como la resistencia, deformabilidad durabilidad, etc. La composición mineralógica y litología está directamente relacionada con la densidad y plasticidad de los suelos. En las rocas la composición determina la dureza, resistencia, alterabilidad, etc. La textura y estructura mineralógica son también aspectos que proporcionan información sobre el comportamiento mecánico de los materiales en relación con la porosidad y la densidad.

-*Condiciones hidrogeológicas.* La presencia de agua en los materiales geológicos afecta a sus propiedades y comportamiento mecánico. Además de los cambios en las condiciones de los materiales y la variación en sus propiedades geotécnicas, las aguas superficiales y subterráneas dan lugar a procesos de meteorización física y química y provocan cambios en el relieve y movimientos del terreno, como deslizamientos, hundimientos o subsidencias

-*Condiciones geomorfológicas.* Los aspectos geomorfológicos y la interpretación de la topografía son de gran importancia en lo referente a la caracterización física del territorio, y aportan información sobre la posibilidad de procesos de inestabilidad

Los describimos a continuación:

### Unidad Geotécnica I. Coluviales y suelos

Suelos formados por arena, grava y bloques de origen calcítico, caracterizados por un alto nivel freático y suelos de consistencia, en este caso media. Su principal problemática puede radicar en la **heterogeneidad** de los suelos, que puede provocar asientos.

#### **-Resistencia**

-Suelo mayormente arenosos pero con presencia de grava y bloques y un nivel freático. No obstante es variable dependiente de la antigüedad del propio depósito cuaternario.

-Capacidad de carga. Media-baja.

-Asientos. Lo heterogéneo del suelo puede dar lugar a asientos diferenciales.

-Ripabilidad. Fácil.

#### **-Condiciones hidrogeológicas**

Material acuífero detrítico. Nivel freático alto, pero con transmisividad y gradiente hidráulico bajo debido a un espesor saturado escaso. Son terrenos ligados a la hidrología superficial.



Figura nº 5: Canalizaciones que intersectan la unidad

El núcleo de Montecorto está surcado por cauces, canales o acequias procedentes de los manantiales originarios de la sierra calcítica inmediata.

**-Condiciones geomorfológicas**

Terrenos alomados a pie de macizo rocoso.

**-Problemática especial suelos**

Las patologías en edificaciones del núcleo urbano consolidado de Montecorto son muy escasas. Sin embargo se ha detectado alguna vivienda que presenta.

Estas se deben con probabilidad a una cimentación no adecuada para suelos heterogéneos y entradas permanentes de agua.



**Figura nº 6:** Patologías locales detectadas en determinadas viviendas

### **Unidad geotécnica II. Arcillas con bloques.**

Roca competente con alternancia de roca blanda arcillosa. La presencia de material arcilloso da lugar a problemas geológicos tales como asentos, expansividad, además de la posibilidad de roturas de talud.

Superficialmente estas rocas se presentan alteradas (arcillas margosas), resultando en estas capas los mayores problemas geotécnicos.

La resistencia de las capas competentes, areniscas, es de alta a media, y en el caso de las capas más arcillas su comportamiento geomecánico va a ser considerado como suelo, y este, dependiendo de su alteración, contenido en agua..., variará en su dureza y consistencia, siendo en esta zona, por lo general, de firme a duro.

-Capacidad de carga. La alternancia de roca competente y blanda va a dar una capacidad de carga variable, siendo alta para la roca competente y variable para la roca blanda (suelo arcilloso). Disminuye con la presencia de aguas superficiales de retención a causa de la porosidad de la arcilla.

-Asientos. Pueden ser relevantes en las zonas más arcillosas. En zonas alternantes se pueden dar asentos diferenciales.

-Ripabilidad. Igualmente el ripado va a ser muy variable, va a pasar de fácil a algo costoso.

#### **-Condiciones hidrogeológicas**

Impermeable generalizado. Agua de retención superficial que se almacena como consecuencia de la porosidad de la arcillas. Geotécnicamente el nivel freático y flujos de agua carecen de importancia.

#### **-Condiciones geomorfológicas**

Las pendientes en esta zona de baja a medias. Por lo tanto se puede considerar que presenta una forma de relieve llano y alomada, acolinado.

#### **-Problemática especial Suelos.**

La presencia de material arcilloso propicia la problemática especial de suelos como es la expansividad.



La expansividad se produce en suelos arcillosos, pero el grado de expansividad depende de diferentes factores, como puede ser la presencia de carbonatos, que la reduce, el tipo mineralógico de la arcilla, índice de plasticidad, presencia de gruesos, etc.

### **Unidad Geotécnica III. Brechas dolomíticas roca.**

Se trata de brechas calizo-dolomíticas de cantos angulosos en la base y progresivamente más redondeados hacia el techo, los hay de calizas con sílex y con y sin filamentos, calizas de grano fino blancas, calizas dolomíticas laminadas (más del 90% cantos y bloques de calizas con sílex).

**Macizo rocoso** de roca carbonatada cuyas características relevantes son una alta resistencia y competencia, teniendo una escasa alteración superficial.

-El *grado de alteración* o meteorización varia, aunque por lo general es bajo y es I-II Sana-algo meteorizada (ISRM, 1981).

-*Formaciones superficiales*. Escaso 0-0,5 m.

-*Fracturación*. Da lugar a bloques medianos, grandes.

-*Resistencia de Matriz Rocosa*. Alta

-**Resistencia**.

La **resistencia** de la matriz rocosa es alta. La alteración superficial de éstos materiales es escasa. Definimos parámetros geotécnicos relacionados:

- Capacidad de carga: Alta.

- Asientos: Inexistentes o escasos.

- Ripabilidad: Material de difícil excavación.

### **-Condiciones hidrogeológicas**

Estos materiales son acuífero, por lo que albergan agua, pero a profundidades importantes, sin repercusión geotécnica.

### **-Condiciones geomorfológicas**

La morfología en esta unidad en la zona de estudio se caracteriza por un relieve predominantemente alomado.

## 5.2 Actuaciones antrópicas

La vegetación puede jugar un papel muy importante en la estabilidad o no de las laderas, así como actuaciones antrópicas, tales como rellenos, vertidos, cambios de flujos de agua, excavaciones, adición de cargas estáticas o dinámicas..., que pueden jugar un papel muy importante en la inestabilidad de los terrenos.

No se han detectado relevantes procesos de inestabilidad de origen natural, ni tampoco de origen antrópico, dado la naturalidad mayoritaria de suelo de compacidad media en configuración de pendientes suaves.

No obstante hay que destacar la presencia de algún proceso de arroyada y rotura de talud, y caída de bloques de la sierra inmediata.

Los factores que controlan los movimientos de las laderas y procesos de inestabilidad son aquellos que condicionan o modifican las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. Se distinguen los factores condicionantes (o pasivos), que son los que dependen de la propia estructura, forma y características del terreno, así como de los elementos de protección de que disponen (vegetación), de los factores desencadenantes (o activos), que provocan la inestabilidad y son responsables, en general, de la magnitud y velocidad de los movimientos del terreno.

### **Factores condicionantes**

- Relieve.
- Material litológico.
- Red Hidrográfica.
- Deforestación.

## Factores desencadenantes

- Precipitaciones.
- Acciones antrópicas.

### Inventario de Procesos de Inestabilidad

Estos no tienen relevancia en el núcleo y entorno inmediato, si se han observado algunos procesos de inestabilidad o gravitacionales que han ocurrido en el pasado, como es algún proceso de arroyada y rotura de talud, y caída de bloques procedentes de la sierra de Malaver.

Estas caídas de bloques no son recientes, y no se han detectado laderas o taludes metaestables que puedan propiciar caídas de bloques inmediatas.



**Figura nº 5:** Bloques caídos procedentes de la sierra Malaver



**Figura nº 6:** Bloques caídos integrados en la edificación

Los **movimientos de ladera** son los movimientos del terreno más frecuentes y extendidos que afectan en diferente grado de magnitud y velocidad a la superficie terrestre. Se trata de procesos gravitacionales que tienen lugar en las laderas, y que el factor condicionante y desencadenante no está sujeto a la acción del hombre.

Los movimientos de ladera pueden entenderse como los reajustes del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones.

Como se ha comprobado, los procesos de inestabilidad antrópicos en el núcleo urbano y entorno circundante no son destacables.

## 6. ANÁLISIS DE RIESGO

El proceso geológico que puede crear riesgo en el núcleo de Montecorto son principalmente los asentamientos, así como la expansividad.

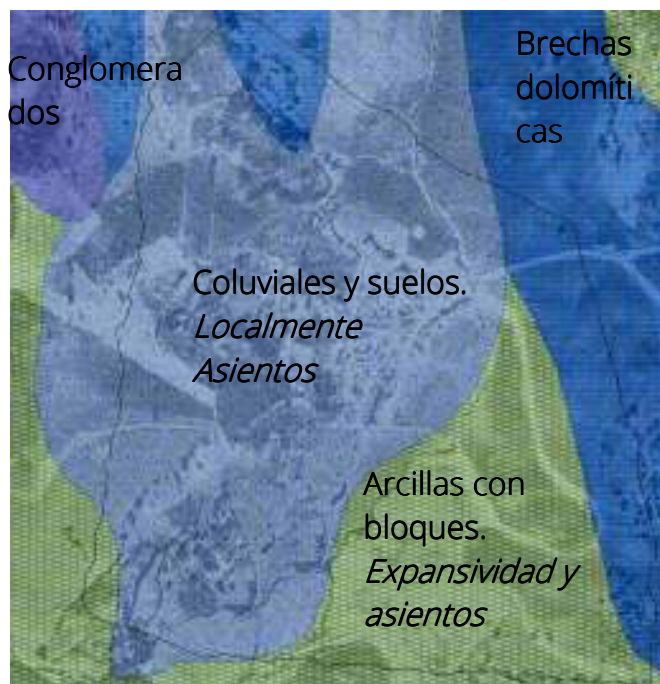


Figura nº 7: Localización núcleo urbano tradicional Montecorto (Ortofoto 1956)

El núcleo urbano tradicional de Montecorto se localiza sobre la unidad geotécnica Coluviones y suelos, caracterizado geotécnicamente como suelo granular, generalmente denso.

Estos, junto con los aflojamientos calcíticos, se sitúan a modo de isla dentro de un gran conjunto de materiales arcillosos mayoritarios en el municipio de Montecorto, donde los procesos de expansividad e inestabilidad son muy frecuentes.

El **riesgo**, según Smith (2001) se define como la probabilidad de que ocurra un peligro y cause pérdidas, es decir daños a actuaciones humanas.



La **peligrosidad** se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinada, dentro de un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica (Varner, 1984; Barbat, 1998).

La **susceptibilidad** puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso.

Los procesos de inestabilidad son movimientos gravitacionales que tienen lugar en las laderas.

La acción de la gravedad, el debilitamiento progresivo de los materiales, debido principalmente a la meteorización, y la actuación de otros fenómenos naturales y ambientales o antrópicos, hacen que los movimientos del terreno sean relativamente habituales en el medio físico, llegando a constituir riesgos potenciales.

Los procesos geológicos y climáticos que afectan a la superficie terrestre crean el relieve y definen la morfología de las laderas, que va modificándose a lo largo del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones geológicas o climáticas.

El análisis de los movimientos del terreno tiene por finalidad, además de asegurar el correcto uso del territorio y prevenir los riesgos, servir de base para los estudios de detalle para el diseño y construcción de obras de ingeniería.

En el área de estudio, núcleo de Montecorto e inmediaciones, los procesos de inestabilidad no son muy importantes.

La principal problemática viene dada por problemas geotécnicos sensu estricto, asientos y/o expansividad.

### **6.1 Peligrosidad y corrección**

La eficacia de las medidas correctoras es determinante a la hora de reducir la peligrosidad de un proceso.

La corrección de la problemática geotécnica (asientos y/o expansividad) como consecuencia de las características de los suelos se soluciona con una adecuada cimentación de las construcciones.

La solución de cimentación por placa (losa) ofrece la ventaja de admitir adecuadamente los posibles asientos diferenciales en terrenos heterogéneos y sirve como aislante (ante posibles entradas de agua o humedades).

La ejecución de urbanización sobre suelo arcilloso puede requerir técnicas de cimentación para evitar la una rápida rotura y deterioro de los viales, principalmente procediendo a una sustitución del material arcilloso y adoptando una mejora del terreno.

Para cimentar las construcciones lo más importante en éste tipo de suelos sería no cimentar sobre la capa "activa", de existir, así dependiendo de la capacidad de carga, y las cargas que se van a transmitir, se adoptan diversas medidas:

- Sustitución del terreno expansivo superficial "capa activa" por material de aportación, grueso e inactivo, colocando una lámina impermeable entre terreno y material. Sobre éste material se puede cimentar superficialmente con losa o zapata.
- Pozos rellenos de hormigón pobre o cal que atraviesen la "capa activa".

## 7. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA: CONDICIONES CONSTRUCTIVAS

### 7.1. Metodología

Para la realización de este mapa se ha sintetizado la información recopilada en diversos mapas temáticos, de modo que quede integrada en un documento único según los criterios aportados por reconocimientos de campo y las experiencias constructivas en el núcleo del municipio.

Se definen diferentes problemas tipo como principales condicionantes de carácter constructivo que se pueden presentar. Se señalan en gris las problemáticas que se presentan en el área de estudio.

Se diferencian 3 Grupos de problemas tipo según su importancia, siendo de mayor a menor A, B y C:

PROBLEMA	TIPO	GRUPO
HIDROLÓGICO	Inundabilidad	A
	Encharcamiento	B
HIDROLÓGICO GEOMORFOLÓGICO	Incisión lineal cauces Acumulación de flujos	B,C
GEOMORFOLOGICO	Relieve Abrupto	C
	Relieve Muy Abrupto	B
	Rugosidad alta	C
	Colapso de cavidades	B
MOVIMIENTOS DE TIERRA ANTRÓPICAS	Excavaciones antrópicas (Roturas de talud)	B
	Derrames de material	C
INESTABILIDAD DE LADERAS	Movimientos existentes (Peligrosidad)	A,B

PROBLEMA	TIPO		GRUPO
GEOTÉCNICOS "S.S."	Comportamiento geomecánico.(Calidad macizo rocoso mala /media)		B,C
	Resistencia suelos	Capacidad de carga baja. Asientos.	B,C
PROBLEMÁTICA ESPECIAL SUELOS	Expansividad y reptaciones		B
	Suelos dispersivos		B
	Suelos salinos y agresivos		B
	Colapsables		B
	Blandos y sensitivos		B
	Licueflactables		B
HIDROGEOLÓGICO	Nivel freático alto Gradiente hidráulico alto		C
ESTRUCTURALES. TECTÓNICA ACTIVA	Fallas activas		A
OTROS	Rellenos (vertederos, escombreras....)		A

## 7.2. Problemas geotécnicos tipo

A continuación se describen las principales características de los problemas que se presentan en el área de estudio:

### *-Problemas Hidrológico-geomorfológico.*

- Incisión lineal cauces y acumulación de flujos. Los cauces y arroyos presentes de orden menor se constituyen como las zonas de acumulación y desagüe del agua de precipitación, la cual cuando si se muestra de manera torrencial origina excavación en sus proximidades y arrastres de material.

El núcleo de Montecorto está surcado por cauces, canales o acequias procedentes de los manantiales originarios de la sierra calcítica inmediata, que pueden provocar entradas de agua o humedades bajo el plano de cimentación de las construcciones y cimentaciones.

### ***-Problemas Geotécnicos "sensu-esticto".***

La heterogeneidad del terreno natural en la Unidad Geotécnica 1 (coluviones y suelos) es patente, no solo en su litología, si no, por una cierta disparidad de resistencia, propiciada principalmente por entradas locales de agua, lo que puede provocar posibles asientos diferenciales.

### ***-Problemática especial suelos***

La presencia de material arcilloso propicia lo problemática especial de suelos como es la expansividad. . (Unidad geotécnica 2).

La expansividad se produce en suelos arcillosos, pero el grado de expansividad depende de diferentes factores, como puede ser la presencia de carbonatos, que la reduce, el tipo mineralógico de la arcilla, índice de plasticidad, presencia de gruesos, etc.

PROBLEMA	TIPO	GRUPO
HIDROLÓGICO GEOMORLÓGICO	Incisión lineal cauces Acumulación de flujos	C
GEOTÉCNICOS "S.S."	Heterogeneidad (Asientos)	C
PROBLEMÁTICA ESPECIAL SUELOS	expansividad	C

En función de la importancia que presenten los diferentes problemas o su grado de incidencia, el territorio se puede dividir en zonas con distintas condiciones constructivas (desde muy favorables a muy desfavorables). Esta zonación entraña un cierto carácter subjetivo ya que se basa en realidad en una interpretación de datos.



Por otra parte, la valoración de estas condiciones constructivas no depende sólo de las características del terreno, sino también, y de una manera no menos importante, de la naturaleza de la construcción.

A pesar de las limitaciones comentadas, se considera idóneo para la planificación urbanística general, por lo que se ha realizado una zonación del territorio según sus condiciones constructivas desde el punto de vista geotécnico, estableciendo cinco categorías:

- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE MUY DESFAVORABLES:** Son las zonas que se encuentran afectadas por dos o más problemas tipo, siempre que por lo menos uno de ellos corresponda al Grupo A

- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE DESFAVORABLES:** Son zonas afectadas por un problema tipo del Grupo A o por varios siempre que correspondan al Grupo B.

- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE DESFAVORABLES TOLERABLE:** Zonas afectadas al menos por un problema tipo siempre que corresponda al Grupo B, o por varios del Grupo C.

- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE ACEPTABLES:**

Zonas afectadas por un problema tipo del Grupo C.

- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE FAVORABLES:** Zonas afectadas por un problema tipo del Grupo C de orden menor

**ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE MUY FAVORABLES:** Zonas sin ningún problema tipo.

### 7.3. Zonificación geotécnica

Realizamos la zonificación geotécnica del entorno del núcleo de Montecorto, en función de la importancia que presenten los diferentes problemas o su grado de incidencia. Como ya hemos indicado, esta zonación entraña un cierto carácter subjetivo ya que se basa en realidad en una interpretación de datos.

Por otra parte, la valoración de estas condiciones constructivas no depende sólo de las características del terreno, sino también, y de una manera no menos importante, de la naturaleza de la construcción.

A pesar de las limitaciones comentadas, se ha realizado una zonación del territorio según sus condiciones constructivas, estableciendo para este mapa 3 categorías:

- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE DESFAVORABLES TOLERABLE:** Suelos arcillosos con probabilidad de expansividad y asentos
- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE ACEPTABLES:** Suelos arenosos heterogéneos con probabilidad de asentos
- **ZONAS CON CONDICIONES GENERALMENTE FAVORABLES:** Suelos sin problemática especial.

Se concibe como zonas con condiciones desfavorables o muy desfavorables los procesos de inestabilidad actuales y los cauces e incisión lineal.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El núcleo urbano de Montecorto se localiza en la parte baja de las faldas del Cerro Malaver, sobre materiales sedimentarios, coluviales y suelos, que se depositaron en épocas geológicas recientes. Agua procedente del macizo calcítico Malaver descargada a través de manantiales intersecta este pequeño núcleo poblacional.

La unidad geotécnica *coluviales y suelos* se caracterizado geotécnicamente como suelo granular formado por arena, grava y bloques de origen calcítico, generalmente denso. Su principal problemática puede radicar en la **heterogeneidad** de los suelos, que puede provocar asientos, potenciada por la entrada de agua.

Esta unidad geotécnica, junto con los aflojamientos calcíticos, se sitúan a modo de isla dentro de un gran conjunto de materiales arcillosos mayoritarios en el municipio de Montecorto, donde los procesos de expansividad e inestabilidad son muy frecuentes, y presentes también en los alrededores del núcleo, donde la presencia de material arcilloso puede propiciar la problemática especial de suelos, como es la expansividad.

La corrección de la problemática geotécnica (asientos y/o expansividad) como consecuencia de las características de los suelos se soluciona con una adecuada cimentación de las construcciones.

La solución de **cimentación por placa** (losa) ofrece la ventaja de admitir adecuadamente los posibles asientos diferenciales en terrenos heterogéneos y sirve como aislante (ante posibles entradas de agua o humedades).

La ejecución de urbanización sobre suelo arcilloso puede requerir técnicas de cimentación para evitar la una rápida rotura y deterioro de los viales, principalmente procediendo a una sustitución del material arcilloso y adoptando una mejora del terreno.

Para cimentar las construcciones lo más importante en éste tipo de suelos sería no cimentar sobre la capa "activa", de existir, así dependiendo de la capacidad de carga, y las cargas que se van a transmitir, se adoptan diversas medidas:

- Sustitución del terreno expansivo superficial “capa activa” por material de aportación, grueso e inactivo, colocando una lámina impermeable entre terreno y material.

Sobre éste material se puede cimentar superficialmente con losa o zapata.

- Pozos rellenos de hormigón pobre o cal que atraviesen la “capa activa”.

Según el nuevo Código Técnico de Edificación (CTE), en España **es obligatorio** la realización de un **estudio geotécnico** del terreno antes de la construcción de cualquier edificación.

En este caso, en las zonas con condiciones generalmente desfavorables tolerable, el proyecto de urbanización debe incluir **un reconocimiento geológico-geotécnico**, el cual determinará las medidas más adecuadas para la ejecución de la urbanización.

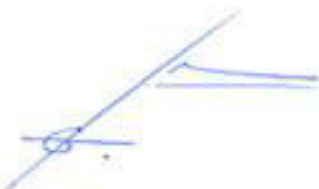
Málaga, Noviembre de 2.017



**Fdo.:** Juan Miguel González Palomo  
Director Técnico de SIGMAC.



**Fdo.:** Xavier Artero Orellana  
Geólogo Col. nº 439 ICOGA



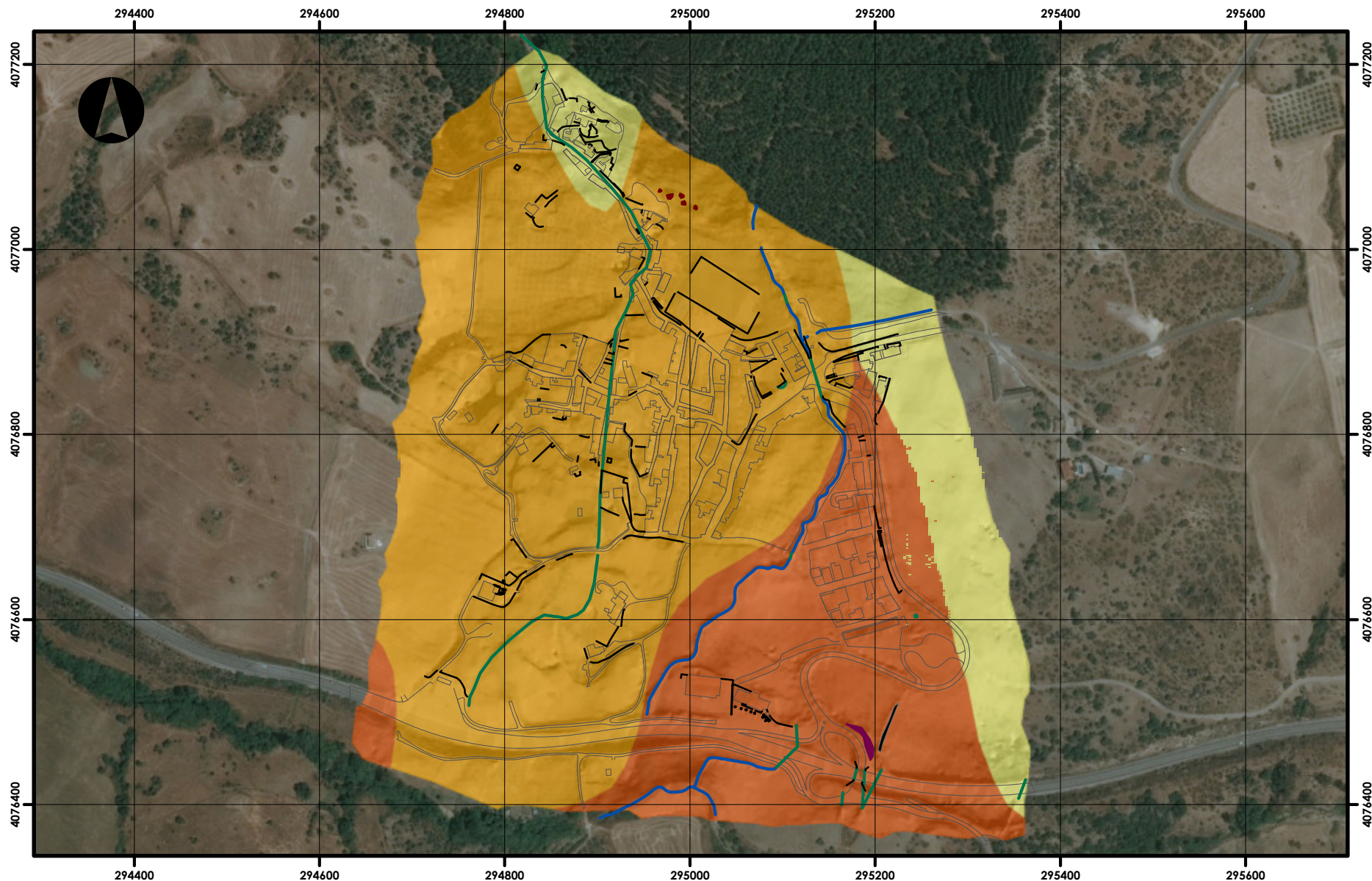
**Fdo.:** José Egea Contreras  
Geólogo Col. nº 528 ICOGA

Este documento consta de una memoria de treinta y cuatro (34) páginas numeradas correlativamente con el sello de SIGMAC y una serie de anejos adjuntos.

## Anejo Cartográfico



# Condiciones Constructivas: Mapa Geotécnico



CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS GEOTÉCNICOS TIPO	CORRECCIÓN	PROCESOS INESTABILIDAD	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS. MAPA GEOTÉCNICO Núcleo Urbano Montecorto (Málaga)	
Desfavorable tolerable	Suelos arcillosos con probabilidad de expansividad y asentos	Posible	Arroyada	Peticionario TURISMO Y PLANIFICACIÓN COSTA DEL SOL	Autor JOSÉ EGEA CONTRERAS
Aceptable	Suelos arenosos heterogéneos con probabilidad de asentos	Posible	Bloques caídos	Escala 0 37,5 75 Metros	
Favorable	-	Posible	Rotura talud		
Las condiciones constructivas muy desfavorables, desfavorables no se presentan en la zona de estudio			Cauces	Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Zone 30N Proyección: Transverse Mercator Dato: ETRS 1989	
			Canalizaciones		
			Muros		