

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

000144

**MAPA GEOTECNICO DE ORDENACION TERRITORIAL
Y URBANA DE LA SUBREGION DE MADRID**

**GETAFE
HOJA 582/19-23 (CUADRANTE III)
ESCALA 1/25.000**

MEMORIA



000144

MAPA GEOTECNICO DE ORDENACION TERRITORIAL Y URBANA
DE LA SUBREGION DE MADRID. ESCALA 1/25.000
GETAFE - HOJA 582/19-23

MEMORIA

EL PRESENTE ESTUDIO HA SIDO REALIZADO POR EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, BAJO LA DIRECCION DEL Dr. ING. MARIANO RICARDO ECHEVARRIA CABALLERO Y CON LA COLABORACION DE IBERGESA (IBERICA DE ESPECIALIDADES GEOTECNICAS S.A.)

I N D I C E

	Pág.
1. GENERALIDADES	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Elección de la zona de estudio	3
1.3. Objeto de estudio	5
1.4. Método de trabajo	6
1.4.1. CRITERIOS DE REALIZACION	7
1.4.1.1. Estudios	7
1.4.1.2. Obras	9
1.4.1.3. Ensayos	11
1.4.2. CRITERIOS DE ELABORACION	12
2. ZONA DE ESTUDIO	13
2.1. Situación Geográfica y División Administrativa	13
2.2. Geología	14
2.2.1. INTRODUCCION	14
2.2.2. LOS MATERIALES MIOCENOS	14
2.2.2.1. Las facies detríticas de borde (T_{c12}^{Ba3-Bc})	15
2.2.2.2. Facies intermedia (T_{c11}^{Bb-Bc}) (T_{c11}^{Bb-Bc})	16
2.2.3. CUATERNARIO	17
2.2.3.1. Fondos de Valle actual ($Q_2^c A1_2$)	17
2.2.4. TECTONICA	18
2.2.4.1. Situacion estructural	18

	Pág.
2.2.4.2. Las deformaciones de los materiales del terciario superior	18
2.3. Morfología	19
2.4. Hidrografía e Hidrogeología	19
2.5. Rocas Industriales	22
3. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO	25
3.1. Criterios de realización y representación	25
3.2. Formaciones superficiales	26
3.3. Sustrato	28
4. ESTUDIO GEOTECNICO	33
4.1. Características de los grupos geotécnicos	33
4.2. Definición de zonalidades geotécnicas	42
4.3. Estudio Geotécnico de cada zona	46
4.4. Recomendaciones zonales	53

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

Hasta épocas muy recientes, en las que dentro de las técnicas urbanísticas se han integrado toda una amplia serie de especialidades, consideradas como conexas a la técnica planificadora, la relación entre desarrollo urbano y características del subsuelo, sufrían un tratamiento relativamente simplista: existían suelos aprovechables, es decir, suelos aptos para construir sobre ellos, y suelos no útiles para la construcción. La ciudad crecía allí donde el subsuelo no planteaba problemas edificatorios, evitando cuidadosamente en su desarrollo, las áreas o zonas que, por las cualidades intrínsecas de su subsuelo, tendían a producir dificultades de construcción.

Actualmente, y con la mejora de las técnicas de cimentación, ha sido superado el binomio útil no útil, pasándose a una serie de matizaciones, como consecuencia de unos más amplios conocimientos sobre el subsuelo, y su comportamiento, así como los nuevos tipos de cimentación y sus técnicas de ejecución.

Hoy en día, no se puede hablar, en términos simples, de suelos aptos o no aptos para construir, las modernas técnicas de cimentación, de tratamiento y de mejora de suelos introducen gran multiplicidad de matices en todo lo que afecta a las posi-

bilidades de su aprovechamiento; por todo ello, no sólo no se -- puede hablar de suelos aptos o no aptos, en términos absolutos, para la construcción sino que las técnicas de cimentación y la investigación del subsuelo, se han convertido en uno de los más importantes condicionantes del desarrollo urbano, no en cuanto afecta al propio desarrollo en el sentido de imposibilitarlo, o hacerlo viable, sino más bien en cuanto a las características intrínsecas del propio desarrollo urbano.

Las modernas técnicas de planificación urbana y ordenación territorial han pasado a tener en cuenta estas características o cualidades del subsuelo como uno de los condicionantes que con más fuerza inciden sobre las fórmulas tipológicas y volumétricas a plantear; estos condicionantes son aprovechados en el proceso metodológico de la planificación como uno de los puntuales en que apoyar decisiones de tipo lógico-racional sobre las características físico-espaciales del desarrollo territorial o urbano.

Conocido el valor del suelo y subsuelo, en todo proceso que tienda a ordenar y dominar el espacio ambientador, no es de estrañar que los encargados de elaborar cualquier plan de ordenación, a escala urbana o metropolitana, precisen de una serie de documentos que muestren la realidad actual del terreno, su comportamiento posterior como base de un previsible desarrollo, las posibilidades que ofrece ante las nuevas técnicas constructivas, su utilidad óptima en función de la tipología de la edificación, y por último una aproximación de las técnicas de investigación, así -- como su alcance. Con ello se facilitan una serie de parámetros en función de: los tipos de edificación, las cualidades del suelo -- como base de cimentación, los usos primarios del terreno, etc, -- parámetros que deben ser barajados a la hora de atacar cualquier esquema de ordenación.

Con estas premisas como base, la División de Geotécnia del Instituto Geológico y Minero de España, organismos dependientes, dentro del Ministerio de Industria, de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, incluyó, dentro del Programa Nacional de Investigaciones Mineras a ejecutar dentro del

III Plan de Desarrollo, una serie de estudios geotécnicos con -- aplicación inmediata a las operaciones de urbanismo y ordenación territorial.

Tales realizaciones se orientaron preferentemente, en su - etapa inicial, a cubrir el país con una infraestructura geoténica básica de utilidad general, para, partiendo de ella ir elaborando trabajos más detallados en función de las necesidades propias de cada región y de las específicas de sus organismos de -- planificación.

Con este esquema, y en estrecho contacto con los equipos de ordenación del Area Metropolitana de Madrid, se inició el estu-- dio de los terrenos incluidos en el perímetro nominado "Subregión de Madrid", área que engloba varias provincias y sobre la cual - se esta articulando un "Esquema director de Ordenación".

Este estudio se acometio en dos fases escalonadas, una que, cubriendo toda el área de la Subregión, matizase, de forma general, sus características mecánicas y diese, mediante una valoración cualitativa, la medida de la bondad o desfavorabilidad de - los terrenos bajo el punto de vista constructivo, y otra, que, - basada en las conclusiones de la primera, en las tendencias, naturales o dirigidas de la población, y en el previsible desarrollo industrial, estudiase con detalle determinadas zonas, dando una idea cuantitativa de sus parámetros físicos más representativivos, así como de los problemas más relevantes, para concluir con una serie de recomendaciones relativas a la amplitud y tipo de - las posibles campañas de reconocimiento a ejecutar en cada zona en función de los diferentes tipos de terrenos y sus posibles -- usos primarios (industrial, urbano, turístico, equipamente metropolitano, etc).

1.2. ELECCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Enfocada así la ejecución del trabajo se inicio, durante - el año 1974, el estudio geotécnico de todos los terrenos de la - Subregión a E: 1/100.000, objetivo que de forma total se concluyo en los primeros meses del 75.

Con esta cartografía geotécnica como base, los equipos de trabajo de la División de Geotécnica del Instituto Geológico y - Minero de España iniciaron la segunda fase del estudio. Como es lógico, el punto de partida de la misma, no podía ser otro que - los resultados de la primera, resultados de los que, bajo un pun- to de vista estrictamente geotécnico, se entresacaron una serie de mapas de zonalidades, documentos que, por separado, agrupaban los terrenos, en función, de la homogeneidad litológica, de las condiciones constructivas, y de la conjunción de ambas.

Independientemente, los equipos de planificación del Area Metropolitana confeccionaron otra serie de mapas en los que se - incluyen sus preferencias bajo el punto de vista ordenación me- tropolitana, y en los que se barajaron, parámetros relacionados con evolución demográfica previsible, los sistemas arteriales de comunicación, la distribución industrial, las acciones preferen- ciales del gobierno, etc.

A partir de estas dos series de documentos, se definieron una serie de zonas de interés preferente, tanto en lo relativo - a sus características geotécnicas como a sus posibles usos prima- rios. Macrogeográficamente estas zonas se concentraron en: A) En el corredor Madrid-Guadalajara, B) En la zona del SO de Madrid - y C) En la zona SE de Madrid.

Sobre esta separación inicial se efectuó una posterior sub- división zonal y se asignó a cada zona un número de orden prefe- rencial en función de su posible evolución.

El resultado final fué la obtención de un listado de muni- cipios, en el que, en los primeros puestos se agrupaban aquellos términos cuyo estudio se consideraba como muy prioritario y en - los últimos los que se esperaba que se despegue fuera más lento.

De este modo se vio que la zona ocupada por los municipios de Pinto, Parla, Griñon, Valdemoro y Torrejon de Velasco, situa- da al SO de Madrid era la que mostraba mayor cúmulo de preferen- cia, y fué en ella donde se centro este primer estudio.

Como el espíritu que anima a los organismos estatales, que elaboran este trabajo, es el de ir cubriendo, en etapas sucesivas el conjunto de las zonas incluidas en el listado, hasta obtener

el máximo de planos geotécnicos a E: 1/25.000, de las zonas A, B y C, antes definidas, se creyo conveniente la elección de un modelo, (cuadrantes de Hojas a E:1/50.000) de forma que sea posible en años sucesivos realizar nuevos módulos, bien ligados con los ya realizados bien en las zonas no estudiadas actualmente.

Por esta razón, la delimitación física de la zona de estudio se centro sobre el cuadrante III de la Hoja del Mapa Topográfico Nacional a E:1/50.000 n° 582 correspondiente a Getafe, y -- que incluye total o parcialmente los municipios ante enumerados.

1.3. OBJETO DE ESTUDIO

Conocida ya la idea motriz, a partir de la cual se inicio el proceso de realización de los mapas geotécnicos de los terrenos que integran la Subregión de Madrid, así como las pautas que han orientado la evolución de los mismos, es necesario exponer -- cuales han sido los objetivos a cubrir con el presente estudio.

Esto, dado que en el Programa Nacional de Investigación Geotécnica se incluía una división de los posibles mapas geotécnicos a realizar dentro del Territorio Nacional en función a la -- "escala" "contenido y "finalidad", no debía dar lugar a ningún -- problema, no fué en principio tan simple como cabria esperar.

Por una parte, la División de Geotécnica del I.G.M.E., realizadora del estudio, debía incluir en él el conjunto de datos -- necesarios para que su utilidad no se constriñera a un determinado sector de la Administración, sino que pudiera ser de aplicación general, por otra parte los organismos para los que directamente se realizaba, y que colaboraban parcialmente en su ejecución, requerían la inclusión en él de datos, a veces demasiado -- específicos y a veces muy puntuales, que se escapaban casi siempre del ámbito de aplicación de este documento tal como se definió en un principio.

Sin embargo, después de una serie de contactos a nivel de trabajo, se lograron definir los objetivos del estudio de forma

que cubriesen las necesidades de uno de los organismos sin apartarse de la planificación general preestablecida por el otro.

Por consiguiente los objetivos fueron:

- Delimitar y definir los distintos grupos litológicos dando su potencia y disposición en profundidad.
- Efectuar una división geotécnica zonal en función de las características litológicas, geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas.
- Dar, puntualmente, los parámetros físicos y mecánicos de las formaciones en función de diferentes homogeneidades litológicas y de clasificación geotécnica.
- Indicar los valores medios de cada grupo litológico a partir de la interpolación de los valores puntuales.
- Reseñar y analizar los problemas geotécnicos más relevantes.
- Dar las recomendaciones precisas, en cada una de las divisiones zonales, sobre las posibles campañas de investigación a realizar en función de los diferentes usos del terreno.

1.4. METODO DE TRABAJO

Conocidos los objetivos del trabajo se pasó a continuación a desarrollar un programa que, partiendo de la metodología ya definida para este tipo de cartografía, evolucionase en función de las particularidades de la zona.

Ante el hecho o más bien, la pregunta, de ¿Como conseguir los datos y parámetros físicos de los grupos litológicos? se definieron una serie de criterios de realización de obras, estudios y ensayos, y ante la de ¿Como representar los datos conseguidos? se definieron los criterios de elaboración de los diferentes documentos que integran el estudio.

1.4.1. CRITERIOS DE REALIZACION

Se incluyen aquí una somera descripción del proceso operativo seguido en el área de estudio con objeto de responder, lo mejor posible, a las cuestiones dimanantes de la primera de las preguntas enunciadas.

En esta exposición se analizaran por separado el conjunto de Estudios, Obras y Ensayos, realizados, dando una idea del por qué de los mismos, su alcance, y sus conclusiones.

1.4.1.1. ESTUDIOS

A) DE DOCUMENTACION

Hoy día, la evolución científica, y tecnológica bien y en cuanto en su aspecto puramente docente, bien en cuanto a su aplicación a la industria o al desarrollo urbano, hacen que, en las zonas colindantes a los grandes núcleos de población, y más aun cuando en ellas se centraliza casi por completo la Administración como en el caso del área a estudiar, la proliferación de estudios puntuales, locales o regionales, así como la realización de labores encaminadas al conocimiento del subsuelo, por lo general de gran valor como suelo urbano o industrial, sea grande, y este casi siempre dispersa ente organismos públicos o en empresas privadas.

Dado que uno de los objetivos del estudio era intentar aglutinar el máximo de datos a fin de con ello poder definir mejor sus características y propiedades, el primero de los estudios realizados fué el de recoger cuantos trabajos existían de la zona.

Con este fin se consultaron los archivos del I.G.M.E., M.O.P., Centros Docentes, Ministerio de la Vivienda y Ayuntamientos de la zona a fin de obtener los datos existentes y conocer los problemas más representativos.

B) GEOLOGICOS

Por contar con la cartografía geológica a E:1/50.000 de la zona, realizada y publicada por este centro en el año 1975 y que se incluye parcialmente en el presente trabajo, el estudio geológico se orientó hacia una definición litológico-geotécnica lo más detallada posible, definición que se apoyó, en superficie, en una serie de recorridos del campo y, en profundidad, en los datos obtenidos de los sondeos.

C) HIDROGEOLOGICOS Y GEOMORFOLOGICOS

Pese a que la orientación que se intenta dar al trabajo -- tiende hacia el estudio de las características físicas y mecánicas del suelo y subsuelo de la zona, debe admitirse que, el agua (hidrología, hidrografía e hidrogeología) influyen decisivamente en aquellas.

Dada la existencia de un amplio estudio hidrogeológico de la zona, realizado por el Ayuntamiento de Parla a fin de cubrir, las necesidades de su abastecimiento y de otra serie de estudios efectuados por la Universidad y el M.O.P., el trabajo se orientó por una parte a estudiar la repercusión que los niveles freáticos superficiales tendrán sobre el comportamiento mecánico de los terrenos y por otra, a valorar los parámetros hidrogeológicos: permeabilidad, escorrentía, red de drenaje, etc, a partir de datos de campo y correlaciones litológicas.

Asimismo, la morfología y su evolución, al incidir sobre ella la acción del hombre, es un aspecto que si en principio no influye directamente sobre las propiedades mecánicas de los suelos si lo hace sobre la valoración constructiva de los terrenos.

Los estudios de este tipo, de inegable utilidad en todo -- proceso de planificación, tienen, en la zona que nos ocupa, escaso interés por presentar toda ella formas de relieve muy suaves; no obstante se ha realizado un análisis geomorfológico cuyas conclusiones se incluyen en el informe.

D) ROCAS INDUSTRIALES

La importancia que, en el desarrollo urbano e industrial, tienen las rocas industriales en cuanto a su utilidad en el sector de la construcción hace que su estudio, entendiendo como tal la enumeración de los yacimientos, en función de la roca dominante, sus características y sus reservas, sea de gran interés.

Por presentar la zona de estudio muy escasas explotaciones de este tipo, se ha cubierto un área bastante mayor, sirviendo como fuente de información el Mapa de Rocas Industriales de la Hoja de Madrid, documento del que se han obtenido la mayoría de los datos aquí expuestos.

E) GEOTECNICOS

El estudio geotécnico, fin primordial del trabajo, se ha basado en la campaña de labores mecánicas, en los resultados del laboratorio y en el análisis de los estudios geotécnicos existentes de terrenos similares a los de la zona, datos tratados posteriormente en función de las características litológicas y de su posible utilización como base constructiva.

1.4.1.2. OBRAS

La serie de estudios incluidos en este trabajo, y que a grandes rasgos se han descrito en el punto 1.4.1.1., parten de la conjunción de estudios existentes, de observaciones de campo, de la realización de una serie de campañas de investigación en campo y del estudio en laboratorio de muestras representativas del terreno.

Cubierta la primera etapa del estudio hay que abordar ahora las siguientes, que no por tratarse con posterioridad a aquellas debe inducir a pensar que se realizan en este orden sino que pueden, y de hecho así se hace, ejecutarse simultáneamente.

A) SONDEOS MECANICOS

El estudio del subsuelo de la zona se hizo mediante la ejecución de una trama geométrica de sondeos, distribución que se alteró en los alrededores de las localidades de Pinto y Parla a fin de, por ser zonas de rápido y creciente desarrollo, contar con un mayor número de datos.

Los sondeos, realizados con sonda Helicoidal B-30 alcanzaron todos ellos los 10,00 m de profundidad y sirvieron, a parte de determinar la disposición litológica existente, para tomar muestras inalteradas de los diferentes niveles atravesados, para efectuar en ellos una serie de ensayos, tal como se indicará más adelante, y para determinar, y en su caso medir, la existencia de niveles freáticos.

El hecho de fijar la profundidad de investigación en 10,00 m, vino condicionado por la naturaleza del estudio, que, como ya se dijo, debe tender a dar características globales de utilidad general. El superar esta cota supondría ir hacia un estudio detallado profundo, o hacia la existencia de un problema puntual o la ubicación de una obra concreta, aspectos todos que rebasan el alcance del mismo.

B) SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (S.E.V.)

El estudio geológico puso de manifiesto la existencia de una zona de transición litológica entre los terrenos situados al O, eminentemente arenoso, y los situados al E, de naturaleza arcillo-margosa.

Su delimitación en profundidad precisó de la realización de una serie de perfiles geofísicos que, apoyados en alguno de los sondeos mecánicos, dieran idea de la exacta disposición litológica.

C) POCILLOS Y CALICATAS

El estudio del primer nivel del terreno, con vistas a su posible utilización como base de vías de comunicación, hizo necesario la toma de muestras superficiales (a 1,00 y 3,00 m de profundidad), mediante realización de una cuadrícula de pocillos y calicatas, de modo que, a parte de obtener datos puntuales cuantitativos, pudieran obtenerse, por interpolación, datos extendidos.

1.4.1.3. ENSAYOS

La campaña de obras realizadas se completo con una serie de ensayos en campo y se finalizo con el ensayo, en laboratorio, de las muestras recogidas.

A) ENSAYOS IN SITU

Las características del terreno en su estado natural se -- han investigado mediante tres tipos de ensayos: El standard, el penetrométrico, y el de carga.

Con los primeros, realizados aprovechando la campaña de sondeos, se han investigado todos los horizontes detectados, habiendose realizado de 3 a 4 S.P.T. por sondeo.

Los segundos, dispuestos geométricamente, por toda la zona, se ejecutaron con un penetrómetro tipo Borro. La profundidad media de penetración alcanzada ha sido de 2 a 4 m, llegando como máximo a los 6,00 m.

Por último, en las formaciones más representativas se han ejecutados ensayos de carga. Se realizaron con placa de carga de 30 x 30 cm y en ninguno de ellos se alcanzó la ruptura del suelo.

B) EN LABORATORIO

El total de las muestras obtenidas en los sondeos, pocillos y calicatas, se ensayaron en el laboratorio del I.G.M.E. de forma que, sobre las muestras alteradas, provenientes de calicatas y sondeos, se realizaron análisis: Identificación, granulometría materia orgánica, presencia de sulfatos y carbonatos; sobre las obtenidas en los pocillos, se realizaron, además, ensayos Proctor y C.B.R. y sobre las muestras inalteradas, se completaron los ensayos anteriores con determinación de pesos específicos, densidades, humedades naturales, así como con ensayos edométricos, de compresión simple y Lamber.

1.4.2. CRITERIOS DE ELABORACION

El proceso hasta ahora expuesto ha servido para obtener una serie de datos del terreno que, convenientemente elaborados, deben ser, a posteriori, de utilidad general.

Este proceso, simple y metódico en su ejecución, lleva inherentemente un problema de representación, pues dado que la finalidad del mapa, y su campo de aplicación, son muy amplios y sus beneficios directos muy heterogéneos en cuanto a su formación geotécnica, es muy difícil que lo que a unos les parezca elemental otros no alcancen a comprenderlo, y a la inversa.

Ante esta disyuntiva, se orientó la realización del informe de forma dual, mediante la inclusión en él de mapas y anejos de resultados, a fin de que los primeros sirvan a quienes esten poco habituados al manejo de estos trabajos, y los segundos a quienes los manejan con asiduidad.

El análisis detallado de los mapas y anejos se hará más adelante al tratar cada uno de los aspectos que en ellos se incluyen,

2. ZONA DE ESTUDIO

Se ha visto que el estudio geotécnico propiamente dicho, - esta precedido de una síntesis documental dirigida a obtener, la máxima información disponible.

Como es lógico, su total inclusión dentro del mismo, cae fuera de sus objetivos; no obstante es conveniente reseñar, de forma esquemática, las conclusiones obtenidas, en cada uno de los aspectos tratados, aclarando que, todos ellos, se desprenden de estudios ya realizados y que pueden consultarse independientemente a fin de ampliar los datos que aquí se incluye.

En lo que sigue se analizaran sucesivamente: La situación geográfica y administrativa, la geología, hidrología, hidrografía e hidrogeología, morfología y rocas industriales, aspectos - todos ellos que, de alguna forma, repercuten en el estudio geotécnico, y en el comportamiento mecánico de los materiales.

2.1. SITUACION GEOGRAFICA Y DIVISION ADMINISTRATIVA

El estudio se centra sobre el cuadrante III de la Hoja de Getafe (nº 582), publicada por el Servicio Topográfico del Ejército.

Abarca una extensión aproximada de 125 km², situándose geográficamente al Sur de Madrid, a unos 20 km de la capital, entre las coordenadas:

Longitud: 0° 00' - 0° 10'

Latitud: 40° 10' - 40° 15'

Administrativamente incluye, total o parcialmente, los términos municipales de: Pinto, Parla, Humanes de Madrid, Griñón, - Cubas, Casarrubuelos, Torrejón de Velasco y Torrejón de la Calzada, localidades todas ellas, incluidas en la zona, y parte del término de Valdemoro, enclave situado al E, de la misma.

2.2. GEOLOGIA

2.2.1. INTRODUCCION

Los materiales de la zona pertenecen al conjunto sedimentario continental que rellena la fosa del Tajo, y representan una cuenca continental cerrada. En su mayor parte corresponden al -- Mioceno, por lo menos desde la parte más superior del Burdigaliense, observándose, sin embargo, pequeñas acumulaciones de sedimentos cuaternarios en el cauce del río Gualen.

2.2.2. LOS MATERIALES MIOCENOS

Las características estratigráficas de estos materiales -- permiten agruparlos en tres grandes conjuntos, uno occidental, - formado por sedimentos de origen detrítico, otro, situado en la banda central y en el extremo oriental, constituido por materiales de neoformación y por último un conjunto, situado al este de la zona y fuera del área de estudio, constituido casi exclusivamente por litofacies de origen químico. Estos tres conjuntos re-

presentan las facies detríticas de borde, mixtas con materiales de neoformación y químicas centrales respectivamente en el esquema clásico de sedimentación en una cuenca endorrética.

Según esta primera división el estudio de las series miocenas puede abordarse por separado según las litofacies anteriormente citadas y teniendo en cuenta la selección en sentido horizontal y vertical que puede ser establecida para ellas dentro de un cuadro general de correlación para el Mioceno de esta zona de borde.

2.2.2.1. LAS FACIES DETRITICAS DE BORDE (T_{c12}^{Ba3-Bc})

Estos materiales que ocupan la casi totalidad de la mitad occidental de la zona, representan la sedimentación de origen mecánico en el borde del sistema central y constituyen la denominada "Facies Madrid" dentro del conjunto de facies detríticas que jalonan los bordes de la semicubierta sedimentación del Tajo.

La Facies Madrid está constituida principalmente por arcas feldespáticas provenientes de la destrucción de los relieves graníticos y metamórficos del Guadarrama. La distribución espacial forma una orla detrítica al Sur del Sistema Central sin solución de continuidad con un conjunto de materiales gruesos en el mismo borde del Guadarrama.

La zona entre Parla y Torrejón de Velasco representa una avanzadilla hacia el centro de la cuenca, y en ella aparecen lechos arcillosos que alternan con niveles de granulometría mayor. De la propia naturaleza de estos materiales se desprende la imposibilidad de establecer conjuntos litoestratigráficos dentro de la formación arcósica, y solamente mediante análisis de un elevado número de muestras se han podido hacer, como luego se vera en los mapas litológicos y geotécnicos, estas divisiones. En general, los niveles no ofrecen continuidad al representar aspectos lentejonares en un medio de sedimentación energética.

2.2.2.2. FACIES INTERMEDIA (Ta_{c11}^{Bb-Bc}) (T_{c11}^{Bb-Bc})

Sus materiales, de origen mixto, afloran por el centro y borde este de la zona estudiada, situándose entre las formaciones arcóscicas del O y las químicas, eminentemente yesíferas del E, (estas últimas se observan fuera del área). Genéticamente representan los depósitos formados en el cambio de modalidad de sedimentación de materiales transportados mecánicamente a materiales formados por precipitación química; este cambio de medio de sedimentación viene marcado por algunos minerales fibrosos como sepiolita, y por la precipitación de la sílice en forma de ópalo y calcedonia. Todos estos minerales están contenidos en estas facies y son indicadores de condiciones de cambio sedimentológico. Su distribución depende de las fluctuaciones en sentido vertical y horizontal de esa zona límite en la cuenca de sedimentación. En algunos casos los niveles de silex y sepiolita se mantienen constantes, de forma que pueden servir de nivel guía correlacionable hacia las facies centrales y hacia las arcóscas del borde occidental.

Dentro de las facies intermedias se pueden distinguir algunas unidades en función de su composición litológica más dominante, es posible como luego se vera, hacer subdivisiones más finas basadas en todas, o algunas, de sus propiedades físicas.

Especialmente se separan: Sobre el centro, arenas micáceas grises (Ta_{c11}^{Bb-Bc}) con gran proporción de biotitas que oscurecen los tonos grisáceos; hacia el este (Zona de Pinto) aparecen intercalados niveles margosos; y sobre el este margas grises, arenas micáceas, margas blanquecinas y pequeños niveles de yesos (T_{c11}^{Bb-Bc}) con esporádicos asomos de niveles margocalizos. Más hacia el este, y ya fuera de la zona, aparecen margas blancas y grisáceas con potentes niveles de yesos.

Con el mismo carácter de facies intermedias se consideran las calizas margosas con ópalo, y calcedonia, que descansan sobre niveles de silex (Tm_{c12}^{Bc}), observables en el Cerro Cantueña.

Por su posición, así como por su relación con los niveles de sílex se consideran aquí como un cambio lateral de las "Calizas -- del Páramo" hacia el borde de la cuenca.

Por último, y en clara discordancia erosiva se sitúan, en el techo de las facies calcomargosas, un tramo de arcillas con conglomerados y microconglomerados. Dentro de la zona, esta formación (Ts_{c12}^{BC}) se sitúa sobre el "Cerro Batallones" aflorando -- junto a las anteriores litologías niveles de sílex.

2.2.3. CUATERNARIO

Dentro de la zona estudiada, los depósitos de este tipo -- son muy reducidos, habiéndose únicamente representado en el mapa los correspondientes a los aluviales. Los coluviales observados sobre las formaciones miocenas se reseñarán más adelante al hablar de las formaciones superficiales.

2.2.3.1. FONDOS DE VALLE ACTUAL ($Q_2^c Al_2$)

La red fluvial existente (Arroyo de los Prados y Arroyo -- de Gualen), debido a la naturaleza yesífera de los materiales -- que drena, se presenta dando fondos de valle amplios y planos, -- rellenos por materiales finos: Arcillas yesíferas, arcillas, arenas arcillosas y niveles de gravas.

Generalmente la potencia es reducida no sobrepasando casi nunca los 5,00 m, sin embargo y de forma puntual se han detectado potencia de hasta 14,00 m en la zona de confluencia del Arroyo Peñuela y del Arroyo de Gualen.

2.2.4. TECTONICA

2.2.4.1. SITUACION ESTRUCTURAL

La estructura tectónica mayor a la que pertenece esta zona es la denominada Fosa del Tajo. A grandes rasgos sus límites son: Al norte, la línea morfotectónica del Sistema Central, al sur el contacto con la Meseta Toledana, y al este, la Sierra de Altamira, configurandose entre todos un amplio triángulo que no llega a cerrarse entre los dos últimos límites.

La constitución de esta Fosa, si bien responde a estructuras muy antiguas, debe relacionarse con el periodo de deformación del área semimovil celtibérica instalada en el borde oriental del Macizo Hespérico. Esta fase abarca desde el Cretácico -- Terminal hasta el Oligoceno aunque con periodos o pulsaciones -- más intensas .

2.2.4.2. LAS DEFORMACIONES DE LOS MATERIALES DEL TERCIARIO SUPERIOR

En general, los sedimentos terciarios pueden sufrir deformaciones atectónicas producidas por los cambios volumétricos de las masas yesíferas de la base del Mioceno; estas deformaciones son irregulares muy localizadas y siempre observables en los estratos de margas, calizasmargosas y yesos de la serie inmediatamente superior a los yesos masivos basales.

Aparte de las anteriores deformaciones, los materiales miocenos estan escasamente perturbados por una acción tectónica regional. Sin embargo, como en todas las cuencas sedimentarias recientes situadas sobre un zócalo hercínico relativamente estable, es posible determinar amplias estructuras, sensiblemente concéntricas y paralelas a los bordes de la cuenca.

En el área que nos ocupa, se observa el final del Sinclinal de los Gozquez, estructura que a partir del ángulo SE de la zona se prolonga en dirección SO-NE hacia el norte, y que por salir fuera del ámbito del estudio no se analiza con sus detalles.

2.3. MORFOLOGIA

Toda la zona presenta un relieve muy uniforme en el que só lo resaltan los Cerros de Cantueña y Los Batallones situados, el primero al NE de Parla, y el segundo sobre el extremo SE. Sus al titudes respectivas son de 683 y 707 m.

De acuerdo con la finalidad del estudio, y teniendo en - - cuenta sus características geológicas, el análisis morfológico - se ha dirigido exclusivamente hacia la interpretación del mapa - topográfico.

Se han elegido los intervalos de separación según que las pendientes topograficas sean:

- 1 - Menores del 3 por ciento
- 2 - Del 3 al 7 por ciento
- 3 - Del 7 al 15 por ciento
- 4 - Del 15 al 30 por ciento
- 5 - Mayores del 30 por ciento

y de acuerdo ha ellos se han dividido los terrenos en cinco grupos.

2.4. HIDROGRAFIA E HIDROGEOLOGIA

El área estudiada presenta una hidrografía muy reducida, - no observandose nungún cauce importante, unicamente, puede destaca rse el Arroyo de Gualen, que partiendo del ángulo NO, al sur - de Humanes de Madrid, recorre la zona con dirección NO-SE para - dirigirse despues hacia el Sur y salir por el SE de Torrejon de Velasco. De la observación de la red hídrica se desprende que el total de aportes se centran en cuatro pequeñas cuencas de recepci ón, dos, situadas al NE, que vierten, a través del Arroyo Culebro, en el río Manzanares, otra, situada sobre el borde E, que -- vierte sobre el río Jarama, y la última, que incluye, el resto -

de los terrenos, se dirige, mediante una escorrentia superficial con direcci3n O-E, hacia el Tajo a trav3s del Arroyo de Gualen.

De acuerdo con las especificaciones de la Norma 5.1.-IC, - publicada por el Ministerio de Obras P3blicas para estudios de - drenajes para carreteras, se han calculado los coeficientes de - escorrentia, a partir de un 3ndice K, funci3n del relieve del te - rreno, la permeabilidad del suelo, la vegetaci3n y la capacidad de almacenaje de agua del terreno.

De esta forma se han obtenido, para cada una de las forma - ciones geol3gicas, los siguientes valores:

$$T_{c12}^{Ba3Bc} \rightarrow K = 45 \\ c = 0,35-0,50$$

$$T_{c11}^{Bb-Bc} \rightarrow K = 50 \\ c = 0,35-0,50$$

$$T_{c12}^{Bc} \rightarrow K = 55 \\ c = 0,50-0,65$$

$$T_{c11}^{BbBc} \rightarrow K = 70 \\ c = 0,50-0,60$$

$$T_{c12}^{S^{Bc}} \rightarrow K = 50 \\ c = 0,35 - 0,50$$

$$Q_2^a Al_2 \rightarrow K = 45 \\ c = 0,35-0,50$$

Dado que no se han realizado, ni en campo ni en laborato-- rio, ensayos de permeabilidad, los coeficientes de permeabilidad de los terrenos incluidos en la zona se han deducido a partir de los 3bacos de Casagrande y Fadun. De ellos se deduce que para la formaci3n T_{c11}^{BbBc} , K oscila de 10^{-7} a 10^{-9} y para el resto de te-- rrenos entre 10^{-3} a 10^{-7} .

El drenaje, de acuerdo al 3baco anterior, se considera que oscila entre aceptable y malo, dandose el primero en las formacio - nes T_{c12}^{Ba3Bc} , T_{c12}^{Bc} , $T_{c12}^{S^{Bc}}$ y T_{c11}^{BbBc} y el segundo en el resto.

El an3lisis de los trabajos hidrogeol3gicos consultados, - complementando en superficie por la red de sondeos realizados, - ha llevado a separar dentro del 3rea estudiada dos zonas de ca-- racter3sticas diferentes.

A - Zona de materiales detr3ticos ($Q_2^a Al_2$ - T_{c12}^{Ba3Bc} - T_{c11}^{BbBc})

B - Zona de materiales margosos y arcilloso (T_{c11}^{BbBc})

En la primera predominan los niveles arenosos, más o menos aptos para el almacenaje de agua, separadas por otros de gravas o arcillas. En general estas aguas son de buena calidad pudiendo se utilizar para el abastecimiento de núcleos de población o implantación de pequeños regadíos.

En la segunda predominan niveles arcillosos y margosos por lo que la infiltración es muy reducida aumentando la escorrentia superficial, no obstante aparecen pequeños acuíferos en los niveles limosos y arenosos, normalmente los caudales son poco importantes y su potabilidad es baja, a causa de la cantidad de sales que contienen.

El estudio comparativo de los distintos cortes efectuados en la Zona A presenta una gran semejanza en cuanto a los distintos niveles atravesados, entre los que predominan las arcillas y arenas arcillosas, por una , y los depositos de arenas, con o -- sin gravas, portadores de niveles acuíferos, por otra.

En general, no suele haber correspondencia para una misma profundidad lo que acarrea el no poder determinar con precisión a que cota se encontraran los niveles acuíferos. A modo de ejemplo se indica que en un sondeo efectuado en Humanes los niveles acuíferos se cortaron a: 18-20 m; 25-26 m y 43-45,5 m, mientras que en otro situado en Griñón se encontraron a: 4,5-5,5 m; 17-22 m; 73-86 m y 94-97 m.

Centrando la atención sobre los primeros metros del terreno (de 0 a 10,00 m) se observa que la fluctuación es muy acusada y, así, analizando la zona de N a S mediante cinco bandas horizontales, se deduce que:

- En la primera se observan niveles freáticos entre los 8 y los 10 m por la zona O, incluidos en formaciones areno-arcillosas y arcillo-arenosas; no apareciendo por el centro y detectándose por el E a cotas de 4-5 m en las mismas formaciones.

- En la segunda las disposiciones son muy similares, salvo que ahora las profundidades son de 4 a 10 m al O, sobre los 8 m al E.

- En la tercera se observan niveles acuíferos aislados sobre arenas arcillosas a cotas que oscilan entre los 2 y 5 m.

- En la cuarta se observan igualmente, niveles aislados en las mismas formaciones pero a profundidades mayores de 5 m.

- Por último en la quinta aparecen por el O niveles freáticos sobre los 5 m sobre arcillas arenosas, no observándose en el resto.

De la importancia y repercusión geotécnica de estos niveles se tratará más detalladamente en el último capítulo.

2.5. ROCAS INDUSTRIALES

Como complemento final a la serie de estudios incluidos en este apartado, se exponen una serie de consideraciones sobre el tipo de rocas industriales existentes en el área de estudio y -- sus alrededores, dando idea de su utilización, estado actual y - reservas.

Hay que indicar que, dado el escaso interés de la zona, ha sido necesario ampliar el área a fin de poder mostrar las posibilidades existentes en su entorno próximo.

Se han señalado yacimientos de arenas, arcillas, gravas, yesos, calizas y sepiolitas.

ARENAS (Ar)

De acuerdo con la idea inicial, se han marcado 30 puntos - en donde aparece este tipo de roca. Su utilización esta orientada exclusivamente hacia áridos.

Por su estado de explotación hay 13 en activo, 9 inactivas y 8 no explotadas, y por sus reservas, 16 se consideran pequeñas 6 medianas y 8 grandes.

Situacionalmente aparecen sobre los aluviales de los rios Guadarrama y Jarama.

GRAVAS (Dg)

Los 15 yacimientos señalados se utilizan exclusivamente como áridos. De ellos 8 estan en activo, 6 inactivos, y uno no explotado. Por sus reservas se consideran 7 pequeñas, 4 medianas y 4 grandes.

Geográficamente se sitúan sobre el aluvial del Jarama.

ARCILLAS (Cr)

De los 46 yacimientos, o agrupaciones de yacimientos, señalados, 45 se utilizan para Productos Cerámicos y uno para áridos. De ellos 13 estan en activo, 24 inactivos y 9 no explotados. Sus reservas son en 17, pequeñas, en 19, medianas y en 10, grandes.

Geográficamente se sitúan sobre el centro y el oeste de la zona investigada.

CALIZAS (Qe)

De los 3 yacimientos, o agrupaciones de yacimientos, señalados, 2 se utilizan para Productos Cerámicos y 1 para Aglomerantes. De ellos 1 esta en activo, otro inactivo y otro no explotado. Las reservas son en 1 pequeñas, en 1 medianas y en 1 grandes.

Geográficamente los yacimientos activos más importantes se sitúan al E de Esquivias, localidad situada al S de la zona de estudio.

SEPIOLITAS (Cs)

Se han señalado unicamente dos yacimientos con grandes reservas, uno activo y otro inactivo; ninguno de ellos esta dentro de la zona de estudio y se sitúan al SO de la misma, a la altura de la localidad de Villaluenga.

YESOS (Ey)

Se han señalado 16 yacimientos, o agrupaciones de yacimientos, que se utilizan exclusivamente para aglomerantes. De ellos 6 están activos, 8 inactivos y 2 no explotados. Sus reservas son en 1 pequeñas, en 9 medianas y en 6 grandes.

Geográficamente se sitúan al S y SE de la zona de estudio, entre ella y el río Jarama.

3. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

3.1. CRITERIOS DE REALIZACION Y REPRESENTACION

Es evidente que la cartografía geológica da una primera división de los terrenos en función de sus cronoestratigrafía, sin embargo, en ella se agrupan litologías diferentes, sobre cuyo estudio, separación y representación se centrará el presente apartado.

El estudio elaborado comprende dos etapas. En la primera - se realiza una clasificación litológica extendida, agrupando los terrenos en dos grandes unidades: Formaciones Superficiales y Sustrato. En la primera se incluye el conjunto de terrenos, poco o nada consolidados, depositados desde el Villafranquiense hasta - nuestros días, se representan todos ellos con una trama uniforme de color gris y se diferencian unos de otros con una serie de números enmarcados en triángulos de color rojo. En la segunda se - representan el resto de formaciones geológicas, se representan - con una trama uniforme verde, y se diferencian, por números enmarcados por cuadros de color rojo.

Esta representación se completa con una indicación de pottencia, de forma que en las Formaciones Superficiales se indican potencias inferiores a 2,00 m con una trama de líneas verticales

y las inferiores a 5,00 m con un punteado fino. En el Sustrato - las potencias se indican con trazos de líneas horizontales y de pequeños círculos. En ambos grupos las tramas son de color azul.

Por último se indican mediante flechas las direcciones en las que crece la potencia de las formaciones.

En la segunda se ha representado, puntualmente, la clasificación geotécnica de las muestras tomadas en sondeos, pocillos y calicatas. Los símbolos empleados corresponden a los de la clasificación U.S.C.S. (Unificada de Casagrande) y se superponen a la división anterior.

Hay que indicar que, si bien en las clasificaciones extendidas es posible delimitar una serie de zonas y estudiarlas en detalle, en las puntuales esto es imposible, pues el número de auscultaciones es insuficiente. No obstante se ha creído conveniente incluir en el mapa estos datos, a veces algo contradictorios dentro de cada subdivisión, por el valor que pueden tener a la hora de analizar un problema concreto.

3.2. FORMACIONES SUPERFICIALES

ALUVIALES PANTANOSOS: ARCILLAS, LIMOS Y ARENAS

Se distribuyen sobre el cauce del Arroyo de Gualen, aproximadamente desde que este corta a la vía del ferrocarril hasta el borde S de la Hoja.

Están formados por niveles de arcillas, limos y arenas en disposición errática, con eventuales apariciones de niveles yesíferos, casi siempre de poca importancia.

En general la potencia de estos depósitos es superior los 5,00 m, y aumenta a medida que se desplaza al S.

Su permeabilidad oscila de deficiente a muy deficiente, - hecho que, unido a su morfología, y a la existencia en profundidad de pequeños niveles freáticos, condicionan la aparición de - continuos encharcamientos a lo largo de toda su extensión.

ALUVIALES NO PANTANOSOS: ARCILLAS, LIMOS Y ARENAS

Se distribuyen por la totalidad de la zona estudiada bordeando la red de arroyos que la cruza.

Están formados por materiales de idéntica naturaleza que los anteriores; arcillas, arenas y limos, si bien ahora es imposible matizar en cuanto al predominio de las fracciones, eminentemente arcilloso, el resto de depósitos son arenos arcillosos y limosos predominantemente.

Las potencias son, a excepción de las observadas en los depósitos arcillosos del Arroyo de los Prados que alcanzan los 5,00 m, inferiores a 2,00 m, pudiendo en algunos puntos no alcanzar los 0,50 m.

Sus características hidrogeológicas son similares a las anteriores si bien ahora, y debido a su escasa potencia no surgen los problemas de drenaje que antes se observaban.

COLUVIALES: ARCILLAS Y LIMOS

Se han señalado únicamente dos depósitos de este tipo, ambos bordeando el Arroyo de Gualen, uno sobre su margen izquierda y el otro sobre la derecha.

Están formados por una mezcla de arcillas y limos, en general de poca potencia (inferior a 2,00 m), y con unas condiciones hidrogeológicas deficientes en el sentido de su drenaje superficial.

COLUVIALES: ARCILLAS Y CANTOS CALIZOS

Pese a haberse observado numerosos depósitos de este origen, no se han representado todos ellos por tener casi siempre potencias muy reducidas, y presentar características muy similares a las del sustrato sobre el que se apoyan.

Los dos únicos, señalados se sitúan sobre el borde oeste de la zona, recubriendo formaciones margosas y margocalcáreas.

Estan formadas por arcillas, de colores gris-blanquecinos con inclusión de cantos calizos. En general su potencia es reducida, su estabilidad baja y sus condiciones de drenaje desfavorables.

3.3. SUSTRATO

ARENAS FELDESPATICAS CON PROPORCION VARIABLE DE ARCILLAS. INTERCALACIONES DE NIVELES ARCILLO ARENOSOS (FACIES DE MADRID)

Esta formación ocupa el centro y borde oeste del área estudiada.

Es un complejo detrítico de color ocre, formado por bancos irregulares de arenas y arcillas, observandose fluctuaciones graduales entre las arenas prácticamente limpias y las arcillas, -- que comprenden todos los estados intermedios de arenas arcillosas, arcillas y limos.

Puntualmente aparecen recubrimientos de tipo colucial, normalmente más arcillosos, que enmascaran el caracter arenoso de estos terrenos.

En general la potencia global de la formación es superior en toda el área a los 5,00 m, si bien, puntualmente y de forma selectiva, puede tener potencias inferiores.

Por estar en el límite entre las formaciones detríticas y las intermedias, la potencia de las primeras aumenta de este a oeste.

ARCILLAS VERDOSAS CON INTERCALACIONES DE NIVELES DE ARENAS ARCILLOSAS OCRES. INTERCALACIONES DE LECHOS DE SEPIOLITAS, MARGAS Y ARENAS.

Los terrenos aquí incluidos se distribuyen al este de la formación anterior y estan constituidos por arcillas verdosas con intercalaciones de niveles arenosos, arcillo arenosos y limosos.

En general su potencia es irregular si bien se mantiene -- siempre por encima de los 5,00 m.

Esporádicamente aparecen, sobre todo por la zona SO de Pinto, niveles de margas y sepiolitas.

Las condiciones hidrogeológicas se admiten como desfavorables, observandose abundantes zonas encharcadas consecuente a su baja permeabilidad y el mal drenaje de estos materiales.

ARCILLAS VERDES Y MARGAS GRISACEAS. INTERCALACIONES DE ARENAS Y NIVELES CALCAREOS. EVENTUALES LECHOS DE SEPIOLITA

Tanto esta formación como la anteriormente descrita y la -- que se analizará a continuación, están formadas por similares litologías, y sólo ha sido posible su separación a partir de la -- preponderancia de alguna de las fracciones.

Se sitúa más al Este que las anteriores y esta constituida por arcillas verdosas con pequeños niveles de margas grises blanquecinas y margocalizas blanquecinas. Eventualmente pueden aparecer niveles de arenas y sepiolitas.

La potencia media es superior a los 5,00 m y crece al desplazarse hacia el este.

ARCILLAS VERDOSAS, MARGAS GRISACEAS Y CANTOS CALCAREOS BLANQUECINOS. EVENTUALES NIVELES DE ARENAS COMPACTAS Y SEPIOLITAS

Esta formación se sitúa al este de las anteriores y esta -- formada por sus mismos materiales si bien ahora el predominio -- margoso y margo calcáreo empieza a ser más acusado, hecho que se resalta por una coloración gris blanquecina de los terrenos.

Es normal la aparición de pequeños lechos de sepiolita así como la existencia de niveles de yesos, sobre todo en el S de -- Pinto, por lo demás aparece este elemento diseminado en toda la formación.

Su potencia media es superior a los 5,00 m y asciende de -- O a E.

La permeabilidad es baja y el drenaje se efectúa por escorrentía superficial hacia los arroyos de los Prados y de Gaulen.

MARGAS Y CALIZAS MARGOSAS BLANQUECINAS. NIVELES DE SEPIOLITA

Es esta la última de las grandes formaciones existentes en la zona. Ocupa el borde este de la misma y la integran margas y margas calcáreas gris blanquecinas, con niveles de calizas y margocalizas y recubrimientos arcillo margosos con abundantes cantos calizos.

Al igual que en la formación anterior se observan lechos - aislados de sepiolita y niveles de yesos, así como diseminados.

La potencia es siempre superior a los 5,00 m y crece en dirección E.

CALIZAS Y MARGOCALIZAS BLANQUECINAS CON RECUBRIMIENTOS DE MARGAS, ARCILLAS Y CANTOS.

Aparece incluida sobre la formación descrita, en segundo lugar, y esta formada por niveles calcáreos y margocalcáreos blanquecinos, con recubrimientos arcillosos y cantos calcáreos de pequeño tamaño.

En general tanto su potencia como su extensión son reducidas no superando la primera los 2,00 m y apareciendo esporádicamente por casi todos los terrenos que forman las facies de transición.

CALIZA MARGOSA BLANQUECINA CON RECUBRIMIENTOS ARCILLOSOS

Se incluyen en este grupo los niveles de calizas y margocalizas que coronan el cerro Cantueña.

Presentan coloración blanquecina, morfología llana y potencias del orden de los 5,00 m.

ALTERNANCIA DE NIVELES CALIZOS, LECHOS DE SEPIOLITAS Y BANCOS DE SILEX Y PEDERNAL

A continuación de la formación anterior aparece una alternancia de niveles de calizas y margocalizas, con bancos de sepiolitas, sílex y pedernal, formando todo ello la base del Cerro -- Cantueña.

Muestra coloración blanquecina grisácea y una potencia que oscila entre los 60 y los 80 m.

CONGLOMERADOS, ARENAS Y ARENISCAS CALCAREAS

Se incluye aquí los niveles arenosos que coronan el Cerro Batallones.

Se observa una alternancia de areniscas calcáreas y arenas con pequeños niveles de conglomerados, todos ellos con una marcada coloración ocre, escasa cementación, fácil erosionabilidad, y potencia del orden de los 5,00 m.

ALTERNANCIA DE ARENAS, ARENISCAS CALCAREAS, CONGLOMERADOS Y NIVELES DE SILEX Y PEDERNAL

Por debajo de la formación anterior y con una potencia del orden de 70 a 90 m, aparece una alternancia de los materiales anteriores con margocalizas blanquecinas y niveles de sílex y pedernal, estos últimos dando pequeños resaltes topográficos.

A parte de la descripción de los diferentes grupos litológicos existentes en la zona, y que como luego se verá, ha servido de base para la división geotécnica zonal, hay que indicar la existencia de pequeños niveles de yeso, de reducida potencia y extensión, que por lo general aparecen en las formaciones margosas y que normalmente adquieren potencia e importancia al este de la zona de estudio.

De ellos unicamente se da su existencia por los problemas geotécnicos que pueden comportar y que luego se trataran con detalle.

4. ESTUDIO GEOTECNICO

Dentro de este apartado se analizaran las características físicas y mecánicas de cada uno de los grupos geotécnicos existente para, a partir de ellos efectuar una división zonal de los terrenos en función de sus condiciones geotécnicas, por último, se dara, en cada zona, una serie de recomendaciones encaminadas a orientar sobre los estudios a realizar con vistas a su utilización, a función de las características del terreno.

4.1. CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS GEOTECNICOS

La recogida sistemática de muestras, superficiales y en -- profundidad, así como los ensayos, in situ y en laboratorio, a -- dado paso a la definición de una serie de grupos geotécnicos, -- nueve (9) en la zona estudiada, grupos que si bien no se ajustan unitariamente a las divisiones litológicas, agrupandolos convenientemente se asemejan bastante.

Los grupos obtenidos son:

- 1 - Tierra vegetal areno arcillosa
- 2 - Arenas arcillosas y limosas con niveles de arenas gruesas
- 3 - Arcillas arenosas con arenas
- 4 - Arenas limosas

- 5 - Arcillas limosas
- 6 - Limos y arcillas limosas de elevada plasticidad
- 7 - Arcillas de plasticidad media
- 8 - Arcillas de plasticidad media a elevada
- 9 - Arcillas de plasticidad elevada

Para esta separación se han barajado a los resultados de los siguientes ensayos:

- 1 - Límite líquido
- 2 - Tanto por ciento que pasa por el tamiz 200
- 3 - Número de golpes "N" del Ensayo Standard
- 4 - Resultados de los ensayos de comprensión simple
- 5 - Resultados de los ensayos edométricos
- 6 - Resultados de los ensayos Lambert
- 7 - Humedades naturales

resultados todos ellos incluidos en los Anejos del estudio y en una serie de gráficos estadísticos, que dan tanto las variaciones globales de una propiedad como su evolución en profundidad.

El estudio estadístico, en razón a la falta de datos de algunos de ellos, ha quedado reducido a los designados con los números de orden: 2, 3, 6, 8 y 9 de los cuales, y por ser los que de forma masiva cubre toda la zona, se dará una síntesis de los resultados obtenidos.

2 - ARENAS ARCILLOSAS Y LIMOSAS CON NIVELES DE ARENAS Y GRAVAS

Se incluyen aquí aquellos terrenos con las siguientes características:

- 1 - Identificación
 - Límite líquido..... 40 > LL > 25
 - Índice plástico..... < 25
 - % que pasa por el tamiz 200... pasa menos del 20%

2 - Ensayos de Penetración Standard

El grafico de frecuencias acumuladas muestra, que para este terreno, en el 25% de los ensayos $N = 31$ y que en el 50% $N = 67$

3 - Angulo de rozamiento interno ρ (calculado a partir de la relación de Freiberg)

Oscilan entre 26° y 35° siendo, para una frecuencia del 50% de los datos estudiados, $\rho = 29^\circ$

4 - Humedades

Las humedades naturales, calculadas para las cotas de 4,00-4,50; 6,00-6,50 y 7,50-8,00 son:

De 4,00-4,50.....	W..	12
De 6,00-6,50.....	W..	8
De 7,50-8,00.....	W..	12

3 - ARCILLAS ARENOSAS CON ARENAS

Se incluyen aquí los terrenos con las siguientes características:

1 - Identificación

Límite líquido (L.L.)..... $50 > L.L. > 20$
Indice plástico (I.P.)..... $40 > I.P. > 5$
% que pasa por el tamiz 200..... del 10 al 65%

2 - Ensayo de Penetración Standard

El gráfico de frecuencias acumuladas muestras que, en el 25% de los ensayos $N = 25$ y en el 50% $N = 51$

3 - Angulo de rozamiento interno ρ (calculado a partir de la relación de Freiberg)

Oscila de $\rho = 18^\circ$ a $\rho = 35^\circ$, siendo para el 50% de los ensayos $\rho = 26^\circ$

4 - Humedades

Oscilan en función con la profundidad, de la siguiente forma:

De 2,00-2,50 m.....	W.. 13,5
De 4,50-5,00 m.....	W.. 15,0
De 7,50-8,00 m.....	W.. 18,0

La capa activa (CA) llega hasta una profundidad de 7,50 8,00 m en ella $W/L.P. < 1$

5 - Comprensión simple

El gráfico de frecuencia acumulada para los ensayos de comprensión simple muestra que para el 25% de los ensayos realizados $q_u = 1,15 \text{ kg/cm}^2$ y para el 50% $q_u = 1,95 \text{ km/cm}^2$.

6 - Ensayo Lambert

El gráfico de frecuencias acumuladas para el índice de expansividad en km/cm^2 muestra que para el 50% de los ensayos $I_{\text{exp}} = 0,6$ y para el 75% $I_{\text{exp}} = 0,8$ y para el cambio potencial de volúmen y las frecuencias, $CPV_{50} = 1,5$ y $CPV_{75} = 2,7$ valores que oscilan de no críticos a marginales.

7 - Ensayo edométrico

En función de la profundidad los índices de comprensión C_c son:

De 1,50-2,00.....	C_c .. 0,098
De 2,00-2,50.....	C_c .. 0,145
De 4,50-5,00.....	C_c .. 0,130
De 6,00-6,50.....	C_c .. 0,213
De 7,50-8,00.....	C_c .. 0,181

y los índices de vacío e_o son:

De 1,50-2,00.....	eo..	0,500
De 2,00-2,50.....	eo..	0,650
De 2,50-3,00.....	eo..	0,900
De 4,50-5,00.....	eo..	0,575
De 6,00-6,50.....	eo..	0,575
De 7,60-8,00.....	eo..	0,615

6 - LIMOS Y ARCILLAS LIMOSAS

Se incluyen en este grupo los terrenos con las siguientes características:

1 - Identificación

Límite líquido (L.L.) 140 > L.L. > 35
 Índice plástico (I.P.)..... 30 < I.P. < 80

2 - Ensayo de penetración Standard

El gráfico de frecuencias acumuladas muestra que para el 25% de los ensayos $N_{25} = 42$ y para el 50% $N_{50} = 57$

3 - Angulo de rozamientos interno ρ (calculado a partir de la relación de Freiberg)

Oscila de $\rho = 3^\circ$ a $\rho = 22^\circ$ siendo para el 50% de los ensayos $\rho = 6^\circ$

4 - Humedades

Oscilan, en función de la profundidad, de la siguiente forma:

De 2,00-2,50.....	W..	75
De 4,00-4,50.....	W..	79
De 7,50-8,00.....	W..	56

Hasta la profundidad investigada 8,00, la W es siempre mayor que el límite plástico (L.P.).

5 - Comprensión simple

El gráfico de frecuencias acumuladas para el ensayo de comprensión simple muestra que para el 25% de los ensayos $qu_{25} = 3,75 \text{ km/cm}^2$ y para el 50% $qu_{50} = 4,25 \text{ km/cm}^2$.

6 - Ensayos Lambert

El gráfico de frecuencia acumuladas para el índice de expansividad en kg/cm^2 muestra que para el 50% de los ensayos $I_{\text{exp}50} = 2,6$ y para el 75% $I_{\text{exp}75} = 3,8$, y para el cambio potencial de volúmen, y las mismas frecuencias $CPV_{50} = 6,1$ y $CPV_{75} = 7,5$ valores que se consideran oscilante entre criticos y muy criticos.

7 - Ensayos edométricos

En función de las profundidades los índices de comprensión Cc son:

De 2,00-2,50.....	Cc.. 0,105
De 4,00-4,50.....	Cc.. 0,101
De 4,50-5,00.....	Cc.. 0,222
De 7,50-8,00.....	Cc.. 0,239

y los índices de vacio eo son:

De 2,00-2,50.....	eo.. 2,025
De 4,00-4,50.....	eo.. 1,830
De 7,50-8,00.....	eo.. 1.535

9 - ARCILLAS DE PLASTICIDAD ELEVADA

1 - Identificación

Límite líquido (L.L.).....	140 < L.L. < 60
Índice plástico (I.P.).....	40 < I.P. < 80
% que pasa por el tamiz 200.....	pasa del 50 a 95%

2 - Ensayo de penetración Standard

El gráfico de frecuencias acumuladas muestras que, para el 25% de los ensayos $N_{25} = 40$ y para el 50% $N_{50} = 65$.

3 - Angulo de rozamiento interno ρ (calculo a partir de la relación de Freiberg)

Oscila entre $\rho = 3^\circ$ y $\rho = 26^\circ$, siendo para el 50% de los ensayos $\rho_{50} = 14^\circ$

4 - Humedades

Oscilan, en función con la profundidad, de la siguiente forma:

De 2,50-3,00.....	W.. 50
De 4,50-5,00.....	W.. 49
De 7,50-8,00.....	W.. 46

La capa activa llega hasta una profundidad de 2,50 m y en ella $W/LP < 1$

5 - Compresión simple

El gráfico de frecuencias acumuladas para el ensayo de compresión simple muestra que, para el 25% de los ensayos $qu_{25} = 1,1 \text{ kg/cm}^2$ y para el 50% $qu_{50} = 2,3 \text{ kg/cm}^2$.

6 - Ensayos Lambert

El gráfico de frecuencias acumuladas para el índice de expansividad en kg/cm^2 muestra que, para el 50% de los ensayos $I_{\text{exp}50} = 1,6$ y para el 75% $I_{\text{exp}75} = 2,0$ el cambio potencial de volúmen para las mismas frecuencias será $CPV_{50} = 4,6$ y $CPV_{75} = 5,8$ valores considerados como críticos.

7 - Ensayos edométricos

En función de las profundidades los índices de compresión C_c serán:

De 1,50-2,00.....	Cc..	0,061
De 2,00-2,50.....	Cc..	0,081
De 2,50-3,00.....	Cc..	0,141
De 4,00-4,50.....	Cc..	0,097
De 4,50-5,00.....	Cc..	0,155
De 7,00-9,00.....	Cc..	0,208

y los índices de vacíos e_0 son:

De 1,50-2,00.....	e_0 ..	0,810
De 2,00-2,50.....	e_0 ..	1,275
De 2,50-3,00.....	e_0 ..	1,400
De 7,50-8,00.....	e_0 ..	1,375

8 - ARCILLAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ELEVADA

1 - Identificación

Límite líquido (L.L.).....	$70 > L.L. > 45$
Índice plástico (I.P.).....	$20 < I.P. < 40$
% que pasa por el tamiz 200.....	pasa del 50 al 90

2 - Ensayo de penetración Standard

El gráfico de frecuencias acumuladas muestra que el 25% de los ensayos $N_{25} = 43$ y para el 50% $N_{50} = 59$

3 - Angulo de rozamiento interno ρ (calculado a partir de la relación de Freiberg)

Oscila entre $\rho = 14^\circ$ y $\rho = 30^\circ$, siendo para la frecuencia del 50% $\rho_{50} = 22$

4 - Humedades

Oscilan, en función de la profundidad, de la siguiente forma:

De 1,50-2,00.....	W..	21
De 2,00-2,50.....	W..	21
De 4,00-4,50.....	W..	27
De 4,50-5,00.....	W..	24
De 6,00-6,50.....	W..	31
De 7,50-8,00.....	W..	34

La capa activa llega hasta la profundidad de 2,50 m y en ella $W/LP < 1$.

5 - Compresión simple

El gráfico de frecuencias acumuladas para el ensayo de compresión simple muestra que el 25% de los ensayos -- $qu_{25} = 1,45 \text{ kg/cm}^2$ y para el 50% $qu_{50} = 2,25 \text{ kg/cm}^2$.

6 - Ensayo Lambert

El gráfico de frecuencias acumuladas para el índice de expansividad en kg/cm^2 muestra que el 50% de los ensayos $I_{exp50} = 1,6$ y para el 75% $I_{exp75} = 1,8$. El cambio potencial de volúmen para las mismas frecuencias será $CPV_{50} = 4,6$ y $CPV_{75} = 5,5$ valores considerados como críticos.

7 - Ensayo edométrico

En función de las profundidades, los índices de compresión C_c serán:

De 1,50-2,00.....	C_c ..	0,092
De 2,00-2,50.....	C_c ..	0,111
De 4,00-4,50.....	C_c ..	0,151
De 4,50-5,00.....	C_c ..	0,123
De 7,50-8,00.....	C_c ..	0,186
De 9,00-9,50.....	C_c ..	0,183

y los índices de variación e_o son:

De 1,50-2,00.....	eo..	0,830
De 2,00-2,50.....	eo..	0,875
De 4,00-4,50.....	eo..	1,045
De 4,50-5,00.....	eo..	0,925
De 7,50-8,00.....	eo..	0,935
De 9,00-9,50.....	eo..	0,825

4.2. DEFINICION DE ZONALIDADES GEOTECNICAS

A partir de las conclusiones del estudio litológico, de -- los resultados de los ensayos de laboratorio y de la definición de los anteriores grupos geotécnicos ha sido posible efectuar -- una división zonal de los terrenos incluidos en la zona.

Este proceso ha llevado a la separación Cuadro I de tres - grandes zonas, I, II, III, cada una con una serie de subdivisio- nes zonales, dos de la primera (I_0 , I_1) tres de la segunda (II_0 ; II_1 ; II_1 ;) y cinco de la tercera (III_0 ; III_1 ; III_1 ;; III_2 ; III_2 ;))

SUBZONA I_0

Se incluyen en ella el conjunto de aluviales con potencias que oscilan entre los 4 y 5 m o superiores a estas.

Presentan disposición litológica muy variable si bien con predominio de las fracciones arcillosas. Su plasticidad es muy - irregular, siendo baja en los depósitos próximos a las formacio- nes detríticas y media o elevada en el resto.

Su morfología es llana y uniforme.

Su permeabilidad es baja, aspecto que, unido a la posible existencia de niveles areníferos en profundidad, condiciona un - drenaje muy desfavorable así como la aparición de grandes áreas encharcadas y pantanosas.

Esta subzona ha sido investigada principalmente por -- los sondeos S-13, S-20 S-24 y S-35.

CUADRO I

ZONAS	SUBZONAS	DEFINICION
I		Depósitos aluviales
	I ₀	Depósitos aluviales de potencia media a elevada.
	I ₁	Depósitos aluviales de reducida potencia
II		Facies detríticas
	II ₀	Formaciones en las que se alternan las arenas arcillosas y limosas con niveles de arenas gruesas y arcillas arenosas con arenas.
	II ₁	Formaciones similares a las II ₀ pero con una cobertura de arcillas de plasticidad media a elevada.
	II ₁ '	Formaciones de arcillas de plasticidad media a elevada, recubiertas por arcillas oscuras y arcillas de plasticidad elevada.
III		Facies intermedia
	III ₀	Formaciones en las que se alternan arcillas de plasticidad media, y de plasticidad elevada con pequeños niveles de arcillas oscuras.
	III ₁	Formaciones en las que se alternan arcillas de plasticidad elevada, limos y arcillas limosas.
	III ₁ '	Formaciones similares a la III ₁ pero con una cobertura de arcillas arenosas y cantos calizos.
	III ₂	Formaciones de margas, margocalizas, calizas con niveles de sílex, pedernal y sepiolitas.
	III ₂ '	Formación de areniscas, arenas calcáreas, margocalizas y niveles de sílex y pedernal.

SUBZONA I₁

Se incluye en ella el conjunto de aluviales en los que la potencia alcanza como máximo 2,00 m.

Presenta una litología muy variable y en relación directa con el sustrato sobre el que se apoya, por lo que serán de tipo arenoso o arcillo-arenoso en los situados en la mitad O y arcilloso en el resto.

Sus características hidrogeológicas y geomorfológicas son similares a las de I₀ si bien ahora, por los pequeños espesores existentes, los problemas de drenaje están muy disminuidos.

Esta subzona ha sido investigada por los sondeos S-3, S-17 y S-33.

SUBZONA II₀

Se incluyen en ella el conjunto de las formaciones detríticas situadas sobre el centro y oeste de la Hoja.

En ellas predominan las fracciones de tipo de arenas arcillosas y limosas, a veces con niveles de arenas gruesas, y arcillas arenosas con arenas.

Su morfología es llana y uniforme y su permeabilidad intermedia, existiendo la posibilidad de aparición de niveles acuíferos a profundidades que oscilan entre 2 y 10 m, ligados a niveles arcillosos impermeables.

En superficie es anormal la aparición de zonas encharcadas.

La subzona se ha investigado por los sondeos S-1, S-7, S-36, S-11, S-29, S-4, S-34, S-30, S-5 y S-8.

SUBZONA II₁

Se agrupan en ella una serie de áreas, incluidas dentro de la subzona anterior, en las cuales se observa la existencia de recubrimientos arcillosos (arcillas de plasticidad media elevada) sobre la disposición litológica de arenas arcillosas y arcillas arenosas típicas de tales formaciones detríticas.

Salvo que la permeabilidad es ahora menor, y la morfología ligeramente alomada, las condiciones hidrogeológicas y morfológicas son idénticas a las de II₀.

Las subzonas se han investigado por los sondeos S-6, S-9, S-2, S-32, S-7, S-37.

SUBZONA II₁

Se sitúa prácticamente en el contacto entre las formaciones detríticas y las intermedias, y en ella se observa una disposición litológica en la cual los niveles arenosos desaparecen y los de arcillas arenosas se acuñan entre formaciones arcillosas de elevada plasticidad que aparecen en superficie y en profundidad.

La morfología es llana y uniforme, su permeabilidad oscila de baja a intermedia, no es anormal la aparición de pequeños niveles acuíferos conectados a los lentejones más arenosos incluidos en el conjunto arcilloso.

Se ha investigado con los sondeos S-14 y S-39.

SUBZONA III₀

Se incluyen en ella los terrenos más occidentales de las facies intermedias, observándose una mezcla caótica de arcillas de todas las plasticidades. Este hecho condiciona el no poder definir con exactitud una disposición litológica generalizada, sin embargo se cree que en superficie aparecen las arcillas más plásticas, a continuación las menos plásticas y por debajo de ellas las de plasticidad intermedia.

La morfología es llana con pequeñas alomaciones puntuales.

La permeabilidad es baja, lo que condiciona un drenaje desfavorable y la posibilidad de aparición de áreas encharcadas en zonas deprimidas.

Pese a no ser general, aparecen en muchas de las muestras ensayadas presencia de sulfatos si bien no se ha detectado la aparición de niveles yesíferos perfectamente definidos.

Así mismo se han observado niveles de sepiolita, dentro de las formaciones arcillosas.

La subzona ha sido investigada por los sondeos S-15, S-19 S-12, S-10, S-40, S-38.

SUBZONA III₁

Se incluyen en ella los terrenos de las facies intermedias que cubren el borde E de la zona.

Litológicamente predominan las arcillas de plasticidad elevada, limos y arcillas limosas, observandose así mismo lentejones aislados de arcillas de baja plasticidad y arcillas arenosas.

La permeabilidad es baja y la morfología alomada, hechos que condicionan un drenaje aceptable por escorrentía superficial y dificultan la aparición de áreas propensas a los encharcamientos; no obstante, en zonas deprimidas o de vaguada, el drenaje se ra deficiente.

Es importante señalar la existencia de sulfatos en casi todas las muestras ensayadas, así como la aparición de pequeños niveles de yesos el pie de algunos resaltes topográficos situados sobre el borde este, y la aparición de niveles aislados de sepiolita, litología que influyen decisivamente en el comportamiento mecánico de estos terrenos.

La subzona ha sido investigada por los sondeos S-25, S-26, S-21, S-26, S-22, S-27, S-18 y S-28.

SUBZONA III₁

Incluye una serie de áreas de la subzona III₀ en las cuales las características son similares a las de la subzona III₁, unicamente la existencia de recubrimientos arcillo-arenosos con cantos calizos o la irregular distribución en profundidad, hace que se separen como unidad independiente.

Las características morfológicas e hidrológicas son idénticas a las de III₁, así como su comportamiento mecánico, sin embargo, el hecho de que pueden, y de hecho así sucede, desaparecer muy rápidamente en profundidad, hace que se diferencie de ella y se estudie y defina como intermedia entre III₀ y III₁.

SUBZONA III₂

Incluye los terrenos que forman el cerro Cantueña.

Presenta un nivel superior de calizas y margocalizas blanquecinas, descansando sobre otro, de unos 75 m de potencia, en el que se alternan margas, margocalizas, niveles de silex y pedernal y lechos de sepiolita.

Presenta morfología alomada y drenaje, por escorrentía superficial, aceptable.

En principio el comportamiento es similar al de la subzona III₀ del que puede considerarse como un isleto dentro de la subzona II₀.

SUBZONA III₂'

Incluye los terrenos que forman el Cerro Batallones, la disposición litológica es similar en profundidad a la de III₂ si bien ahora aparece en superficie niveles de arenas calcáreas y limos arcillosos de unos 5 m de espesor.

Su morfología es alomada y el drenaje, efectuado por escorrentía superficial se considera aceptable.

La subzona ha sido investigada por el sondeo S-23.

4.3. ESTUDIO GEOTECNICO DE CADA ZONA

Después del análisis precedente, en el que se han dado globalmente el conjunto de los parámetros físicos de cada una de las litologías y su división geotécnica hay que pasar a dar una valoración de cada zona y sus posibles problemas sacando una se-

rie de conclusiones relativas a capacidades de carga, asentamientos, hundimientos etc. que sirvan de base, a quienes utilicen este documento para estudios particulares, y de realizaci3n, a quienes lo utilicen en estudios generales.

SUBZONA I₀

Las condiciones constructivas de la misma se consideran en principio como desfavorables.

Desde el punto de vista hidrogeol3gico surgen problemas relacionados con la existencia de un nivel freático a escasa profundidad de 2 a 5 m y con un drenaje deficiente, lo que condiciona la aparici3n de áreas encharcadas durante casi todo el ańo.

Desde el punto de vista geomorfol3gico los problemas estan relacionado con la facil erosionabilidad de los terrenos.

Desde el punto de vista geot3cnico admite capacidades de carga baja (siempre inferiores a 1 kg/cm²), con asentamientos que oscilan de bajos a medios (de 5 a 8 cm). Es posible, de forma puntual, la aparici3n de problemas de hinchamiento y de sulfatos sobre todo alli donde aparecen arcillas de elevada plasticidad.

SUBZONA I₁

Dado el poco espesor de los dep3sitos que la forman, esta subzona debe eliminarse a toda realizaci3n de obra.

No es aconsejable su utilizaci3n como base para la edifi- caci3n debiendo las realizaciones que se ejecuten en ella rebasarla para alcanzar los niveles inferiores.

SUBZONA II₀

Esta formada generalmente por las litologías

- 2 - Arenas arcillosas y limosas con niveles de arenas gruesas
- 3 - Arcillas arenosas y arenas

Desde el punto de vista geotécnico allí donde aparece la litología 2, cimentando sobre zapatas cuadradas de 1 x 1 con cargas de $1,25 \text{ kg/cm}^2$ aparecerán en el 91% de los casos asentamientos menores que 5 cm ($S < 5 \text{ cm}$) y en el 9% restante superior a este valor y con cargas de $2,0 \text{ kg/cm}^2$ aparecerán en el 64% de los casos asentamientos menores de 5 cm ($S < 5 \text{ cm}$) y en el resto mayores -- que este valor.

Donde aparezca la litología 3, cimentando del mismo modo, sobre zapata cuadrada de 1 x 1, con cargas de $1,15 \text{ kg/cm}^2$, aparecerán asentamientos menores de 3 cm ($S < 3 \text{ cm}$) en el 49% de los casos y menores de 5 cm ($S < 5 \text{ cm}$) en el 91%. Con cargas de $1,95 \text{ kg/cm}^2$ aparecerán asentamientos menores de 3 cm ($S < 3 \text{ cm}$) en el 8% de los casos y menores que 5 cm ($S < 5 \text{ cm}$) en el 61% de los casos.

Cimentaciones (Zapata cuadrada 1 x 1)

2 - Arenas arcillosas con arcillas y limos

$$\Delta P = 1,25 \text{ kg/cm}^2 - S < 5 \text{ cm} \quad (91\%)$$

$$\Delta P = 2,00 \text{ kg/cm}^2 - S < 5 \text{ cm} \quad (64\%)$$

3 - Arcillas arenosas con arenas

$$\Delta P = 1,15 \text{ kg/cm}^2 - S < 3 \text{ cm} \quad (49\%)$$

$$S < 5 \text{ cm} \quad (91\%)$$

$$\Delta P = 1,95 \text{ kg/cm}^2 - S < 3 \text{ cm} \quad (8\%)$$

$$S < 5 \text{ cm} \quad (61\%)$$

Taludes

Es normal la realización de taludes de tipo medio 1:1 (V.H.)

Carga de Sotura

Los ensayos de placa realizados han alcanzado cargas de hasta 14 kg/cm^2 sin que se produjese la rotura del suelo.

Hinchamiento

Esta litología empieza a tener problemas de hinchamientos, y así para una frecuencia del 75% el Índice de Expansividad -- $I_{ex75} = 1,8$ y el cambio de Potencial de Volúmen $CPV_{75} = 5,5$ valores considerados como crítico dentro de la escala de Lambe.

Las pérdidas de hinchamiento calculadas a partir de las -- curvas edométricas, son del orden de $0,198 \text{ kg/cm}^2$.

SUBZONA II'

Se considera como intermedia entre la III_0 y la II_0 pues -- en ella aparecen intercaladas varias litologías, arcillosas, muy plásticas 8 y 9 en superficie y en profundidad, y de plasticidad media o baja, en el centro.

El análisis geotécnico de los grupos 3 y 8 se ha hecho en los apartados anteriores y el del grupo 9 se hará al estudiar la subzona III_0 razón por la cual remitimos a ellos para ver su comportamiento.

SUBZONA III_0

Está formada por las litologías:

- 3 - Arcillas arenosas con arenas
- 8 - Arcillas de plasticidad media a elevada
- 9 - Arcillas de plasticidad elevada

en general la disposición en profundidad es errática, siendo difícil a priori determinar la situación, exacta de cada una de -- las litologías.

Cimentación (Zapata cuadrada de 1 x 1 m)

- 9 - Arcillas de plasticidad elevada

$$\Delta P = 1,1 \text{ kg/cm}^2 \quad \begin{array}{ll} S < 3 \text{ cm} & (79\%) \\ S < 5 \text{ cm} & (100\%) \end{array}$$

$$\Delta P = 2,3 \text{ kg/cm}^2 \quad S < 5 \text{ cm} \quad (79\%)$$

Hinchamiento

Los problemas de hinchamientos son ahora importantes, pues los Índices de Expansividad, para una frecuencia de ensayos del 75% es $I_{ex75} = 2,0$ y el Cambio Potencial de Volúmen para la misma frecuencia $CPV_{75} = 5,8$ valor considerado como crítico dentro del gráfico de Lambe .

Las presiones de hinchamiento, calculadas a partir de la curva edométrica son del orden de $0,254 \text{ kg/cm}^2$.

Carga de Rotura

Los ensayos de carga sobre placa de 30 x 30 cm han alcanzado los 14 kg/cm^2 sin que se produjera la rotura del suelo.

Sulfatos

En general las muestras investigadas han dado resultado positivo en los ensayos de presencia de sulfatos; dado que no se tienen datos cuantitativos deberían comprobarse el contenido de SO_3 en % del terreno y de las aguas a fin de comprobar si su agresividad es debil, fuerte o muy fuerte.

SUBZONAS III₁ y III₁,

Pese a que aparecen separadas sobre el mapa su constitución litológica es idéntica y unicamente se diferencian en cuanto a la potencia y en cuanto a los recubrimientos, menor y mayor respectivamente en la segunda que en la primera.

En general, ambas subzonas presentan una disposición en la que se alternan:

- 6 - Limos y limos arcillosos
- 8 - Arcillas de plasticidad media a elevada
- 9 - Arcillas de plasticidad elevada

Dado que los grupos 8 y 9 ya han sido analizados, el estudio se centrará sobre el 6.

Cimentación (Zapata cuadrada de 1 x 1 m)

6 - Limos y arcillas limosas

$\Delta P = 1,25 \text{ kg/cm}^2$	S < 3 cm	(84%)
	S < 5 cm	(89%)
$\Delta P = 1,75 \text{ kg/cm}^2$	S < 3 cm	(50%)
	S < 5 cm	(90%)

Hinchamiento

De todas las litologías es esta la que presenta mayores -- problemas y así para una frecuencia del 75% de los ensayos realizados, el Índice de Expansividad, $I_{ex75} = 3,8$ y el Cambio Potencial de Volumen, para la misma frecuencia, $CPV_{75} = 7,5$ valores - que se consideran según el gráfico de Lambe como muy críticos.

Las presiones de hinchamiento, calculada a partir del ensayo edométrico son del orden de $0,206 \text{ kg/cm}^2$.

Carga de Rotura

Los ensayos de carga sobre placa de 30 x 30 cm han alcanzado los 14 kg/cm^2 sin que se produjera la rotura del suelo.

Sulfatos

En general, las muestras investigadas han dado resultados positivos en cuanto a la presencia de sulfatos, esto, unido a la existencia de niveles de yesos, observados al pié de algunos escarpes, predispone a pensar que la agresividad de los terrenos y de las aguas debe ser fuerte o muy fuerte delimitación que debiera puntualizarse mediante análisis cuantitativos del ión sulfato.

SUBZONAS III₂ y III₂,

Por no tener datos puntuales útiles para determinar el comportamiento de los terrenos que integran estas dos subzonas, es imposible dar valores cuantitativos de los mismo, por lo que -- unciamente, y a partir de su litología se podran dar datos cuali--
tativos.

En general, la subzona III₂, a excepción del nivel superior practicamente calcáreo o margocalcáreo y con una capacidad de -- carga superior, así como con menores asentamientos, el comporta--
miento del resto sera similar al del grupo 6, y en la subzona -- III₁ a parte de la primera capa areno limosa, muy similar al gru--
po 2, el resto podra asimilarse así mismo al 6. Sin embargo debe--
ran estudiarse con más detalle estas subzonas a fin de poder aqui--
latar sus características y comportamiento.

4.4. RECOMENDACIONES ZONALES

Como conclusión al estudio realizado, se incluyen ahora -- una serie de recomendaciones con idea de proporcionar, a quienes --
lo utilicen, su valor real, aclarando en que zonas los valores -
indicados, -obtenidos siempre de auscultaciones puntuales-, pue--
den ser generalizados, y en cuales son meramente puntuales, de--
biendo por consiguiente, aplicarse allí donde se hayan obenido,
por estar la interpolación a zonas próximas, sujetas a posibles
errores.

El proceso seguido partirá de las división zonal, matizan--
do para cada zona las litologías dominantes sus características
físicas y mecánicas y los problemas más representativos, a conti--
nuación, abordara los problèmas más representativos, para des--
pues indicarse las posibles utilizaciones del terreno desde los
puntos de vista: Urbano, Industrial y Equipamente Metropolitano,
y por último, conjugado ambos aspectos definira o indicará los
estudios recomendados en función de las características del te--
rreno y de su futura utilización (Cuadros N^o I y II).

SUBZONA I₀

Incluye los depósitos aluviales de potencia media a elevada, formados por una mezcla de litologías (arcillas, arenas y -- gravas).

Sus características físicas y mecánicas son muy variables no siendo posible generalizarlas a todos los depósitos.

Los problemas más representativos estarán relacionados con 1. Su heterogeneidad litológica, 2, la posible existencia de niveles freáticos a poca profundidad y el consiguiente riesgos de encharcamientos.

Los datos insertos en este trabajo, pueden servir para estudios de anteproyecto de Edificación Urbana, tanto de alta como de baja densidad, y para estudios de planificación en edificación industrial y de equipamiento metropolitano.

En vista de las características observadas, los reconocimientos geotécnicos recomendados seran del tipo CEG-2 para edificación urbana, de tipo CEG-3 para edificación industrial y equipamiento. En estos dos campos deberan ampliarse los estudios. Para edificación industrial está ampliación consistira en aumentar el número y profundidad de los puntos a reconocer, el número de muestras inalteradas y la realización de ensayos de laboratorio específicos. Para estudios de equipamiento la ampliación tenderá de ampliar el número de reconocimiento puntuales, a reducir su profundidad y a aumentar el número de ensayos específicos.

SUBZONA I₁

Está formada por depósitos aluviales de potencia reducida y litología muy variada.

Es conveniente, dadas las características de la subzona, - eliminarlo con antelación a toda realización de obrar, y centrarse sobre el sustrato que aparezca debajo.

SUBZONA II₀

Está formada por una mezcla de arenas arcillosas y limosas con niveles de arenas gruesas y arcillas arenosas con arenas.

Los problemas más representativos se centran en : La alternancia de litología, la posible aparición de niveles de arcillas, de peores características mecánicas que el resto, y la posible existencia de niveles acuíferos ligados con estos niveles arcillosos.

Los datos sobre características físicas, mecánicas, y de cimentación incluidos en el cuadro n° I, son útiles para: estudios de proyecto de Edificaciones Industriales de Media y Alta densidad, para estudios de Edificación Industrial (Industria Media y para estudios de Equipamento Metropolitano, y estudios de anteproyecto en Edificación Industrial Pesada.

Caso de querer completar el estudio, sera recomendable --- efectuar campañas del tipo CEG-1 y CEG-2 en Edificación Urbana - y Equipamiento, del tipo CEG-2 y CEG-3 en Edificación Industrial en este último caso debera ampliarse la campaña siguiendo las -- normas dadas en la subzona I₀.

SUBZONA II₁

Está formada por las mismas litologías que la subzona II₀, con un recubrimiento de arcillas de plasticidad media a elevada, de potencia reducida.

Las características físicas, mecánicas y de cimentación incluyen en el cuadro N° I, y los problemas más representativos es tán ligados a los recubrimientos arcillosos y a la alternancia - litológica existente.

Los datos incluidos en este informe sirven para proyectos en estudios de Edificación Urbana y Edificación Industrial (en - Industria ligera) y para estudios de anteproyecto en Industria Pesada y Equipamiento metropolitano.

Las posibles campañas de reconocimiento con vistas a ampliar el conocimiento del terreno son de tipo CEG-1 y CEG-2 para Edificación Urbana y Equipamiento y del tipo CEG-2 y CEG-3 en Edificación Industrial. En este último caso debera ampliarse esta campaña en función de la obra a realizar y de acuerdo a lo indicado en el cuadro N° II.

SUBZONA II₁

Esta formada por niveles arcillosos, de plasticidad media y/o elevada, con intercalaciones de arcillas arenosas. En general presenta problemas relacionados con la alternancia litológica, - la posible existencia de niveles acuíferos intercalados y el desigual comportamiento mecánico de las diferentes litologías.

Las características físicas, mecánicas y de cimentación -- vienen expuestas en el cuadro N° I.

El valor de estos datos es útil en estudios de proyecto para edificación Urbana de baja densidad, en estudios de anteproyecto para edificación Urbana de Alta densidad, para Edificación Industrial ligera y para Equipamientos y finalmente para estudios de planificación en estudios de Edificación de Industria Pesada.

Los datos se pueden completar con campañas de tipo CEG-2 y CEG-3 para Edificación Urbana y Equipamiento, y de tipo CEG-3 y CEG-4 en Edificación Industrial.

SUBZONA III₀

Esta formada por litologías similares a las de la subzona II₁, si bien ahora el predominio de arcillas de plasticidad media y/o elevada es mayor.

Las características medias, físicas, mecánicas y de cimentación son las incluidas en el cuadro N° I y los problemas más representativos estan ligados a: La difícil separación de los niveles arcillosos, los problemas de hinchamientos y expansividad, y los probables problemas de agresividad; al drenaje deficiente y a los posibles asentamientos diferenciales.

Los datos incluidos en este informe son útiles en estudios de Anteproyecto para Edificación Urbana y Edificación Industrial ligera y para estudios de Planificación en Edificaciones Industrial Pesada y Equipamiento Metropolitano.

La ampliación de los mismos se conseguirá con campañas de reconocimiento del tipo CEG-3 en Edificación Urbana y del tipo - CEG-4 en Edificación Industrial y Equipamiento.

SUBZONA III₁

Esta formada por arcillas de plasticidad elevada y limos y arcillas limosas de elevada plasticidad.

Las características físicas, mecánicas y de cimentación son las incluidas en el cuadro N^o I.

Los problemas más representativos están relacionados con - la heterogeneidad litológica, la difícil separación de los niveles limosos y arcillosos, los problemas de hinchamiento y expansividad, los problemas de agresividad de las aguas y el suelo y los posibles asentamientos diferenciales.

Los datos incluidos en el informe serán útiles en estudios de anteproyecto para Edificación Urbana y planificación en Edificación Industrial y Equipamiento.

A fin de obtener datos más representativos se recomienda - realizar campañas de tipo CEG-4 en todo tipo de estudios, ampliados según cuadro N^o II cuando sean para Edificación Industrial o Equipamiento.

SUBZONA III₁,

Está formada por litologías similares a las de la subzona III, salvo que ahora aparecen recubiertas por arcillas y cantos y su distribución en profundidad es casi siempre anárquica.

En general tanto sus problemas, como sus características, campo de aplicación y campañas de reconocimiento recomendados - para su mejor comprensión, son similares a las de III₁.

SUBZONAS III₂ Y III₂,

Estan formados por una mezcla de margas y margocalizas con niveles de silex, pedernal y sepiolita, y con recubrimientos calcáreos en III₂ y de areniscas calcáreas en III₂.

En general las características físicas, mecánicas y cimentación son en ambas subzonas indeterminadas, y sus problemas estan relacionados con: la potencia irregular del primer nivel - - (calcáreo o areno calcáreo); la gran heterogeneidad litológica, los posibles problemas de hinchamiento, y los problemas geomorfológicos.

Los datos incluidos en el informe sirven unicamente para - estudios de planificación, debiendose ejecutar, campañas de reconocimiento del tipo CEG-4 en toda realización de obra.

NOTA: La serie de Campañas CEG-1, CEG-2, CEG-3, y CEG-4 estan - descritas en la Norma Tecnológica NTE-CEG publicada en el B.O.E. el 20 y 27 del XII de 1975, y que en forma de anejo se incluye a continuación.