

ANEJO N° 3. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

ÍNDICE

ANEJO Nº 3. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	1
1. INTRODUCCIÓN	1

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación el estudio realizado por la empresa PROYEX dentro del contrato de Asistencia Técnica relativo a "Realización de estudios geotécnicos de los terrenos incluidos en los proyectos redactados por el servicio de proyectos del departamento de Infraestructuras", para el Proyecto de actuación en ribera y margen del Ebro en el Ámbito: U.9 Echegaray – El Pilar (Zaragoza).

El ámbito de actuación del proyecto corresponde al espacio comprendido entre el río Ebro, en su margen derecha y las edificaciones que constituyen la fachada norte del centro histórico, entre el Puente de Santiago y el Puente del Pilar.

Tal y como se muestra a continuación, el estudio se ha basado en la realización de seis sondeos, excluyendo el estudio del muro y reconocimiento del terreno existente por debajo de las instalaciones del Club Náutico ya que no se permitió el acceso.

Adicionalmente se ha incluido información geotécnica procedente de otros estudios.

A partir de los resultados obtenidos y la información recopilada pueden hacerse las siguientes consideraciones:

Se identifica un modelo de terreno homogéneo dentro de la zona de estudio que consta de dos niveles litológicos, mostrados en el perfil longitudinal incluido en el informe que se presenta a continuación y que de manera sintética son:

- Nivel I de relleno antrópico, aparece desde la superficie del terreno y alcanza un espesor mínimo de 4,8 y máximo de 10,3 metros en el entorno cercano al Club Náutico. Está formado básicamente por limos y arenas limosas con gravas y gravillas así como con restos antrópicos (cascotes, ladrillos, etc.) junto con restos carbonosos.
- Nivel II o suelo granular grueso, aparece a una profundidad de 4,8 a 10,3 metros y su espesor mínimo asignable es de al menos 15 metros (hasta 43 metros en el Puente del Pilar).
- aunque no se ha reconocido en la investigación realizada para este tramo, existe por debajo del terreno de gravas, un tercer nivel constituido por el sustrato margo-yesífero.

Las características geotécnica asignadas a cada uno de los dos niveles en base a los ensayos realizados se resumen en la tabla adjunta.

Descripción	Nivel	γ aparente (gr/cm ³)	q_u (kg/cm ²)	C_u (Kg/cm ²)	ϕ (°)	E (kg/cm ²)
Rellenos	I	1,5 – 1,6	--	0	25	--
Suelo granular grueso Gravas	II	2,1	--	NULA	38	350

Existe un nivel freático, situado en el momento de ejecución de los trabajos, a una profundidad de 10,3 metros respecto a la superficie actual. Se trata de un nivel de agua asociado al acuífero aluvial existente en los materiales de las terrazas bajas-medias del Ebro. En condiciones normales este nivel de agua se localiza a cota 190, si bien en momentos de avenida puede llegar a situarse a cota 193 o incluso algo mayor.

Según la instrucción EHE, la muestra de suelo que corresponde al relleno antrópico (Nivel I) clasifica al terreno de agresivo al hormigón, concretamente pertenece a la categoría de ATAQUE FUERTE (Q_c), lo que implica el uso de cementos sulfuresistentes en aquellos elementos de hormigón que deban estar en contacto con dicho terreno.

El agua subterránea asociada al acuífero del Ebro, según ensayos realizados en el entorno cercano a la zona de estudio, se clasificaría como de agresividad débil según la EHE.

En cuanto a la sismicidad, el término municipal de Zaragoza presenta, según la norma NCSE-02 (parte general y edificación), una aceleración sísmica básica menor de 0,04 g por lo que no será necesario aplicar la citada norma para el diseño de las cimentaciones de la estructura.

Se presenta a continuación el detalle de los trabajos realizados.

SUMARIO

1. ANTECEDENTES
2. ENCUADRE GEOLÓGICO
 - 2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES
 - 2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS CONCRETAS
3. TRABAJOS REALIZADOS
 - 3.1. TRABAJOS DE CAMPO
 - 3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO
4. NIVEL FREÁTICO
5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

- I. Croquis de situación.
- II. Perfiles litológicos de los sondeos.
- III. Ensayos de laboratorio.
- IV. Clasificación de suelos y explanadas para viario urbano.
- V. Catalogo de firmes para viario urbano.
- VI. Información complementaria.
- VII. Fotografías

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

TACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

1. ANTECEDENTES

El Servicio de Proyectos del Departamento de Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza, encarga a PROYEX, dentro del contrato de Asistencia Técnica relativo a "Realización de estudios geotécnicos de los terrenos incluidos en los proyectos redactados por el servicio de proyectos del departamento de Infraestructuras", un estudio geotécnico para el proyecto de actuación en ribera y margen del Ebro en el Ámbito: U.9 Echegaray-El Pilar (Zaragoza).

El ámbito de actuación del proyecto corresponde al espacio comprendido entre el río Ebro, en su margen derecha, y las edificaciones que constituyen la fachada norte del centro histórico, entre el Puente de Santiago y el Puente del Pilar.

Según pliego de condiciones técnicas generales del mencionado proyecto, la propuesta genérica de actuación contempla lo siguiente:

- Remodelación del Paseo Echegaray entre los puentes de Santiago y del Pilar, con reducción de calzada y renovación de infraestructuras.
- Ampliación del espacio peatonal del Paseo en el lado del río mediante ménsulas o voladizos apoyados sobre el muro.
- Ejecución de las obras necesarias en el emplazamiento del Club Náutico compatibles con el Plan General y las condiciones hidráulicas del río:
 1. Demoliciones
 2. Propuesta específica de usos y volúmenes
 3. Cimentaciones y estructuras
 4. Plataforma peatonal a nivel del Paseo y acceso a niveles inferiores
 5. Cerramientos necesarios y compatibles con los usos propuestos
- Acondicionamiento de ribera: tratamiento del contacto de la lámina de agua, protección de pie de muro, continuidad del paseo inferior y del soto de ribera.
- Recreación del Puerto Romano con conexión peatonal entre el Museo, la Ribera y el Paseo.

Basándonos en el conjunto de actuaciones generales proyectadas, se ha realizado el estudio geotécnico, reflejado en el presente informe, y que comprende la ejecución de seis sondeos geotécnicos.

Dentro del estudio estaba previsto unos trabajos adicionales en el entorno del Club Náutico, para el estudio del muro y para el reconocimiento del terreno existente por debajo de sus instalaciones. Dichos trabajos no pudieron ser realizados ya que no se nos permitió el acceso.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



Adicionalmente se ha incluido la información geotécnica procedente de otros estudios geotécnicos realizados por PROYEX en el entorno de la zona afectada por el proyecto; concretamente en el anejo VI reflejamos la información procedente de los estudios concretos realizados para el Ayuntamiento de Zaragoza.

La localización de los ensayos realizados o recogidos de estudios previos-adicionales, se indica en el croquis de situación adjunto en el anexo I.



2. ENCUADRE GEOLÓGICO

2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

La ciudad de Zaragoza se sitúa en sector central de la Depresión del Ebro, a orillas del río Ebro y en la confluencia de éste con los ríos Gállego y Huerva.

La Depresión del Ebro está constituida geológicamente por una potente serie litológica sedimentada durante el Terciario, que en la ciudad de Zaragoza alcanza un espesor próximo a los 1.000 metros.

Concretamente la formación litológica terciaria más superficial existente como sustrato es la denominada Formación Zaragoza (Quirantes, 1969, 1978), de edad miocena, y que estructuralmente se dispone en bancos o estratos subhorizontales.

En el sector de Zaragoza, esta unidad está constituida por arcillas y margas arcillosas grisáceas que alternan con yesos dispuestos en niveles o bancos de espesor variable, o bien en forma nodular-concrecional. También existen otras sales más solubles como: anhidrita, halita, glauberita, etc.

Este dispositivo y contexto geológico terciario está retocado por la dinámica fluvial, que desde el cuaternario afecta a la zona. Concretamente la instalación y jerarquización de la red fluvial, principalmente del río Ebro pero también de sus afluentes, Gállego y Huerva, produjo la erosión de los materiales terciarios y la acumulación de depósitos granulares aluviales (terrazas) en sucesivos escalones o ciclos fruto directamente de la acción de erosión y transporte de estos cauces, así como depósitos de tipo coluvial o de glacis que enlazan lateralmente con los anteriores y son fruto de la dinámica y evolución de los relieves circundantes que está controlada por la red fluvial.

Los depósitos aluviales dominantes en el entorno de Zaragoza, son los originados por el río Ebro. Están formados básicamente por gravas poligénicas predominantemente silíceas con matriz arenosa y con intercalaciones de arenas y limos. Estos depósitos se organizan en terrazas escalonadas, con espesores muy variables (de 5 a más de 25 metros), que según los autores hacen un número de 6 a 8, si bien pueden sintetizarse en tres tipos de terrazas: Inferiores (cotas topográficas por debajo de los 15 metros sobre el nivel del río), Intermedias (cotas topográficas entre 50 y 20 metros) y Superiores (cotas topográficas por encima de los 60 metros).

Destaca además un marcado perfil disimétrico de las terrazas del Ebro, concretamente el escalonamiento señalado se preserva en la margen derecha, mientras que en la izquierda las terrazas superiores están desmanteladas por las más modernas quedando vestigios sólo de las terrazas inferiores. Este hecho se asocia a una divagación continua y prolongada del río Ebro hacia el NE (hacia el escarpe terciario de Remolinos).

Las terrazas del río Huerva también son de composición muy similar a las del Ebro, si bien como rasgo distintivo se cita una mayor abundancia de cantos calizos y de sílex terciarios.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nº 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nº 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



Poseen un espesor variable, aunque en general, más reducido que las del Ebro y también se citan un total de 6 a 8 terrazas escalonadas topográficamente.

Para el tramo inferior del Gallego, se citan 4 niveles de terrazas que están formadas básicamente por gravas y arenas, reconociéndose sólo en las más bajas, los limos de llanura de inundación. Los cantos son poligénicos, predominan los de composición silíceas (rocas cuarcíticas y plutónicas). Posee un espesor variable de 5 a 8 metros en las terrazas bajas, a 40 metros para las terraza más altas.

En cuanto a los depósitos cuaternarios de origen coluvial (glacis de acumulación y conos de deyección) son muy variables tanto en potencia como en litología, dependiendo de las características de los relieves de arranque circundantes. Están formados por limos, arenas y gravas constituidas por cantos angulosos, en general, de naturaleza calcárea y también yesífera, con un variable contenido en matriz arcillo-limosa de características silíceas que puede tener un alto contenido en partículas de granulometría limosa pero naturaleza yesífera (limos yesíferos), sobre todo en el caso de los conos de deyección de salida de las vales o valles desarrollados en las formaciones de yesos del terciario.

Desde el punto de vista, hidrogeológico, la ciudad de Zaragoza se sitúa mayoritariamente sobre el denominado por el ITGE "Acuífero nº 62, aluvial del Ebro" que lo conforma, varios niveles de terraza (tres primeros niveles). El sustrato impermeable o muro del acuífero lo constituye la serie evaporítica miocena. Las características básicas del mismo son las siguientes: es un acuífero monocapa de carácter libre; posee permeabilidades variables en función del grado de cementación y granulometría, asignando valores de 100 a 1500 m/día para la permeabilidad y de 1.200 m²/día a 3.400 m²/día para la transmisividad; posee una recarga basada en las infiltraciones de regadío, las de agua de lluvia y las propias del Ebro y sus afluentes en su contacto con los materiales permeables de terraza.

El flujo general en todo el acuífero se dirige hacia el Ebro, que constituye su nivel de base regional.

La superficie freática sufre oscilaciones periódicas en relación con los periodos de recarga y descarga. En condiciones naturales, dicha variaciones deberían estar controladas únicamente por los periodos estacionales de lluvias y los episodios de crecidas de los ríos. Sin embargo en la zona que nos ocupa tiene una alta incidencia los excedentes de riego, al punto de que el nivel máximo en algunos puntos se alcanza a finales del verano y principios de otoño. Las variaciones máximas de este nivel freático se sitúan entre 2 y 4 metros, siendo más acusadas en las proximidades del río Ebro y en las terrazas más bajas del mismo, decreciendo al alejarnos de éste y también hacia las terrazas más altas del acuífero.

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, en lo concerniente a su agresividad al hormigón, hay que señalar que en general son agresivas.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

JITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nº 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



2.2. CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS CONCRETAS

La zona de estudio se sitúa próxima al cauce del río Ebro, en su margen derecha, y geológicamente dentro del nivel de terraza baja del río Ebro.

Hidrogeológicamente es un entorno en que el acuífero aluvial del Ebro está cercano a la superficie del terreno, y en el que es esperable niveles freáticos poco profundos, así como oscilaciones altas y rápidas del mismo.

La zona de estudio en lo que se refiere al Paseo Echegaray, no es un área expuesta a inundaciones debido al muro existente entre el Puente de Santiago y el Puente del Pilar así como por la marcada sobreelevación respecto a la lámina de agua del río.

Únicamente es el entorno del Club Náutico, que ocupa una estrecha franja de terreno entre el muro y el cauce del río a la altura del Pilar y del Ayuntamiento, el que está expuesto a inundaciones, concretamente son las instalaciones situadas topográficamente por debajo de la coronación del muro. Según el mapa de riesgos de la ciudad de Zaragoza (ITGE, 1987) este entorno corresponde a un área de cauce mayor normal parte más próxima al cauce y también cauce mayor excepcional y orla de inundación para las instalaciones algo más elevadas por lo que es inundable en periodos inferiores a 1,5 años, en periodos de 5 años y en periodos de retorno mayores o iguales a 50 años o por desbordamiento, respectivamente.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nº 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

3. TRABAJOS REALIZADOS

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

3.1.1. Sondeos

Los trabajos de campo se realizaron entre los días 16 y 19 de Agosto del 2004.

Se realizaron 6 sondeos, siendo 44 m la cantidad de metros lineales totales perforados.

Para la realización de los trabajos se empleó una máquina de rotación TECOINSA TP-50 montada sobre camión SCANIA, con un diámetro máximo de 113 mm.

Dado la naturaleza del terreno atravesado hubo que utilizar tubería de revestimiento para evitar el desmoronamiento de las paredes.

La extracción de muestras y testigos se realizó por medio de tomamuestras de pared delgada (de 75, 85 ó 90 mm) o batería de pared doble o sencilla con corona de Widia (de 101mm).

Las muestras se colocaron en cajas adecuadas, debidamente etiquetadas, para su posterior traslado y estudio en el Laboratorio.

Las obtenidas inalteradas se preservaron de toda pérdida de humedad, bien parafinándolas o bien sellando las fundas de P.V.C. en las que se extrajeron.

En el Laboratorio se conservaron en la cámara húmeda hasta el momento de su apertura para estudio.

Con base a las muestras extraídas en cada sondeo, se realizaron los perfiles litológicos correspondientes que se incluyen en el ANEXO II.

Para conocer la capacidad portante de los diferentes niveles atravesados se realizaron, "in situ", ensayos de penetración dinámica, cuyo procedimiento operatorio y resultados se incluyen más adelante.

A continuación se describen los materiales atravesados en los sondeos.



*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

TACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

Sondeo nº 17

Entre 0,00 y 0,05 m Asfalto.

Entre 0,05 y 6,00 m Relleno antrópico. Limo más o menos arcilloso de color marrón oscuro con cantos de grava y gravilla, abundantes cascotes, restos carbonosos.

Sondeo nº 18

Entre 0,00 y 0,05 m Asfalto.

Entre 0,05 y 6,00 m Relleno antrópico. Limo más o menos arcilloso de color marrón oscuro con cantos de grava y gravilla, abundantes cascotes, restos carbonosos.

Sondeo nº 19

Entre 0,00 y 0,40 m Aglomerado asfáltico y hormigón.

Entre 0,40 y 4,20 m Relleno no controlado de hormigón, ladrillos, limos, gravas, con matriz de color pardo-grisáceo.

Entre 4,20 y 4,80 m Relleno de gravas y bolos, con matriz limosa pardo-grisácea.

Entre 4,80 y 9,20 m Antigua fábrica de calicanto, con escasa cohesión en general salvo en la zona inferior donde el testigo es continuo.

Entre 9,20 y 10,30 m Nivel de mejora a base de bolos de gran diámetro, con algún indicio de cementación (mortero).

Entre 10,30 y 11,00 m Terreno natural de gravas y gravillas con matriz areno-limosa de color marrón claro.

Sondeo nº 20

Entre 0,00 y 0,05 m Asfalto.

Entre 0,05 y 0,15 m Hormigón.

Entre 0,15 y 0,50 m Relleno de arenas con cantos de gravas y gravillas.

Entre 0,50 y 4,00 m Relleno de limos con algunos cantos de grava y gravilla, y restos de cascotes de color marrón.

Entre 4,00 y 8,60 m Relleno de arcillas de color marrón oscuro con cantos de cascotes anaranjados.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



Entre 8,60 y 9,00 m Gravas y gravillas con algún bolo, y arenas de grano fino de color marrón claro.

Sondeo nº 21

Entre 0,00 y 0,05 m Asfalto.

Entre 0,05 y 0,08 m Hormigón.

Entre 0,08 y 0,15 m Relleno de limos con gravas, gravillas y antiguos restos vegetales (de color negro).

Entre 0,15 y 1,50 m Relleno de arenas de grano fino, color gris-marrón con cantos de grava y gravilla.

Entre 1,50 y 6,00 m Relleno de arenas y limos con cascotes con cantos de grava y gravilla.

Sondeo nº 22

Entre 0,00 y 0,25 m Asfalto.

Entre 0,25 y 1,30 m Relleno de gravas y gravillas con arena y algún canto de ladrillo y trozos de asfalto de color marrón.

Entre 1,30 y 2,80 m Relleno antrópico de gravas y gravillas con algún bolo, cascotes de ladrillos y algún resto vegetal, de color marrón.

Entre 2,80 y 4,20 m Relleno antrópico de arenas y arcilla, y ladrillos amarillos, ocres y rojo

Entre 4,20 y 6,00 m Relleno antrópico de arcillas y arenas de color gris oscuro con algo de gravillas y fragmentos de ladrillo.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



3.1.2. Ensayo penetración dinámica estándar (S.P.T.) (UNE-103-800)

Definición y realización del ensayo

La resistencia a la penetración estándar se define como el número de golpes necesario para que el golpeo de la maza de 63'5 (\pm 0'5) kg de masa en la cabeza del varillaje, cayendo desde una altura de 760 (\pm 10)mm, consiga que el tomamuestras penetre 300 mm después del descenso inicial debido al propio peso del equipo y tras la denominada penetración de asiento.

Se utiliza habitualmente un tomamuestras de tipo bipartido. Este tomamuestras tiene 51 mm de diámetro exterior y 35 mm de interior.

En suelos con gravas la zapata es sustituida a veces por una zapata cónica de acero macizo de 51 mm de diámetro y 60° de ángulo cónico. En estos casos deberá indicarse esta sustitución en el registro del ensayo.

El dispositivo de golpeo utilizado es el denominado martillo de seguridad, que es un dispositivo automático que garantiza que la energía transferida al varillaje sea la misma en todos los golpes y ensayos, con una frecuencia de golpeo uniforme.

El rechazo se obtendrá cuando se alcancen 50 golpes en la penetración de asiento o en cualquiera de los dos intervalos de 150 mm, en cuyo caso se anotará la penetración alcanzada en cada ensayo.

El ensayo debe realizarse sin interrupción y con una frecuencia de golpeo inferior a 30 golpes por minuto.

La muestra obtenida con el tomamuestras bipartido se coloca en recipientes herméticos identificados por etiquetas.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



Resultados obtenidos

Se han realizado los siguientes ensayos SPT, obteniéndose los resultados que se recogen en el siguiente cuadro:

Sondeo nº	Prof. m	Nº de golpes					Litología
		N ₁₅	N ₁₅	N ₁₅	N ₁₅	N _{SPT}	
S-19	2,00-2,60	3	7	11	16	18	Relleno limoso con gravas Relleno bolos y gravas Antigua fábrica de calicanto
	4,00-4,25	47	Rzo	-	-	Rzo	
	6,00-6,04	Rzo	-	-	-	Rzo	



3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

3.2.1. Ensayos realizados

Las muestras, una vez en el Laboratorio, fueron examinadas por personal especializado y agrupadas de modo conveniente; se decidió someter a ensayo una muestra representativa de cada uno de los tipos de suelo aparecidos.

Los ensayos realizados fueron:

- Contenido en sulfatos solubles (UNE 103201:1996)
- Resistencia a compresión simple de testigo de calicanto (UNE-83-303 y 304:1984)

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla siguiente:

Sondeo nº	Prof. (m)	Clasifi. Casagr.	Finos (%<0,08mm)	LL (%)	LP (%)	IP	Compresión simple		Hn (%)	γ_d (g/cm ³)	SO ₃ ⁻ (%)
							q _u (kg/cm ²)	def (%)			
S-19	2,0-2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6
S-19	5,0-6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44
S-19	9,10-9,20	-	-	-	-	-	133	-	-	-	-

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n.º 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n.º 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).



4. NIVEL FREÁTICO

En el sondeo de mayor profundidad realizado (S-19) se observó la existencia de un nivel de agua.

Las mediciones realizadas de dicho nivel fueron las siguientes:

Sondeo	Profundidad Nivel agua (m)	
	16/08/04	1/09/04
S-19	--	10,3

Este nivel de agua se asocia al nivel freático del acuífero instalado dentro de los niveles aluviales o de terraza del Ebro.

Dado su proximidad al cauce va a estar marcadamente influenciado por las variaciones en la cota de la lámina de agua del río Ebro, por lo que las oscilaciones (ascensos/descensos) del mismo se manifestarán con idéntica o con una ligera atenuación en magnitud dentro de dicho acuífero.



5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio y de los materiales testificados en los sondeos se reconoce un terreno constituido fundamentalmente por los niveles que se describen a continuación, y que reflejamos gráficamente en el perfil de correlación adjunto:

Nivel I: Relleno antrópico

Se ha detectado en todos los sondeos realizados y en los incluidos como información adicional.

Está situado inmediatamente por debajo de la superficie del terreno y alcanza un espesor mínimo reconocido de 4,8 metros, alcanzando de forma casi generalizada espesores superiores a 6 metros, con un máximo de 10,3 metros en S-19.

Poseen una composición muy variable; como regla general y por debajo del nivel de asfalto y hormigón, los primeros seis metros están formados por limos más o menos arcillosos, arenas y arcillas con un variable contenido en cantos de grava-gravilla así como restos antrópicos de diversa naturaleza (cascotes, ladrillos, cristales, fragmentos de asfalto) y algunos restos vegetales.

En el sondeo 19 buena parte del perfil de rellenos corresponde a una antigua fábrica levantada con calicanto de bolos con mortero, que únicamente hacia la base tiene una cohesión importante.

Destacar que en el caso del tramo del Paseo Echegaray entre el Puente de Santiago y el Puente de Piedra se reconoció (S-19, S-20 y S-21) un nivel de hormigón de unos 10-20 centímetros por debajo del nivel de asfalto y también se identificó unos primeros 0,4 a 1,3 metros de terreno con un menor contenido en restos antrópicos y un mayor porcentaje de arenas y gravas, que podría ser propio de un relleno de zahorras sucias o contaminadas.

Los golpes de SPT obtenidos (S-19) son muy variables desde 18 en su parte superior (rellenos) a rechazo en los ensayos realizados sobre la antigua fábrica.

Como parámetros geotécnicos de este relleno ("terreno limoso") se estiman los siguientes:

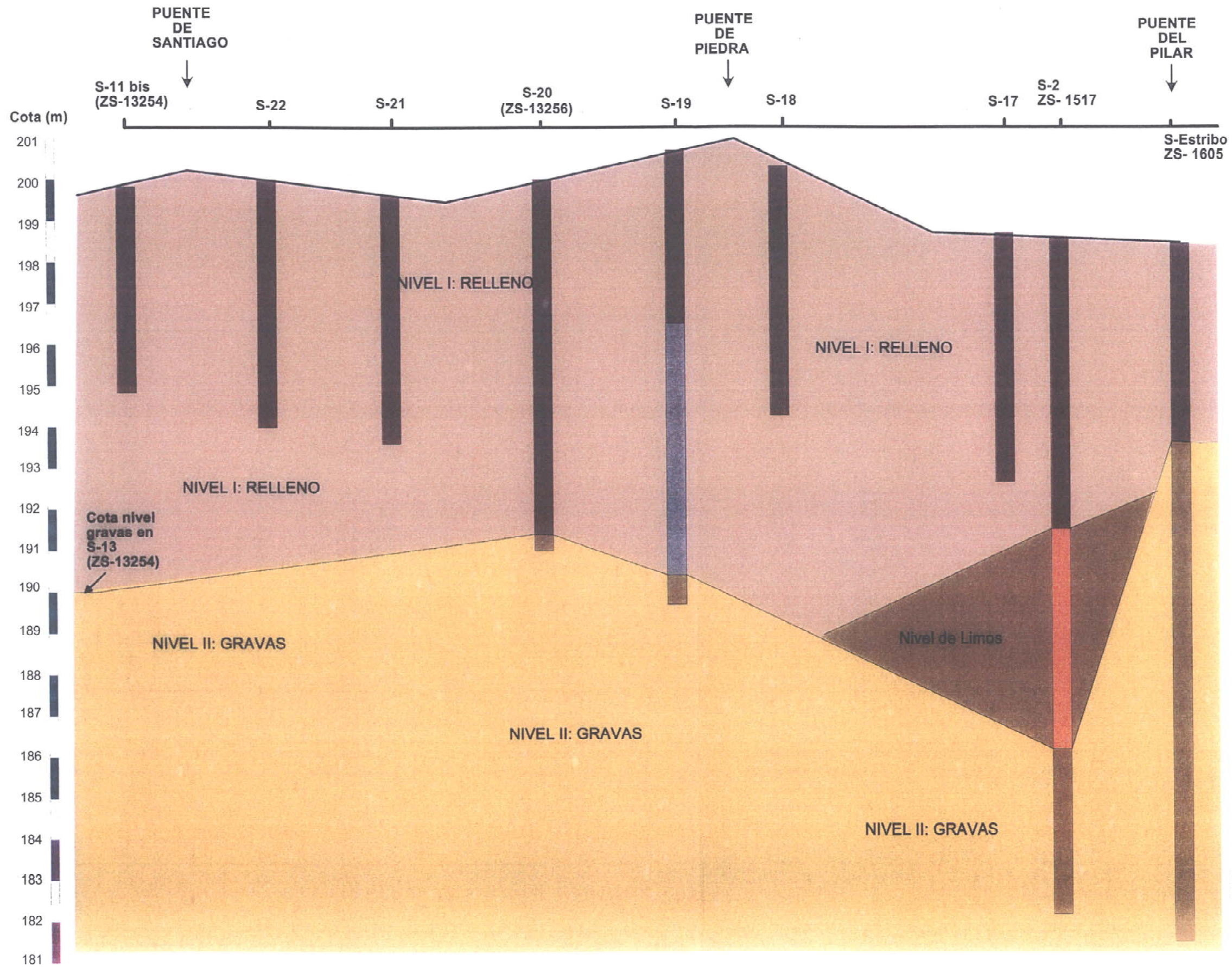
- Densidad aparente de 1,5-1,6 gr/cm³.
- Angulo de rozamiento interno de 25°.
- Cohesión nula

El contenido en sulfatos solubles del presente nivel es del 6,6% (expresado como SO₃=) por lo que según la vigente EHE-98, se clasifica como de Ataque fuerte (Q_c) al hormigón.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

PERFIL DE CORRELACIÓN U9 PASEO ECHEGARAY - EL PILAR



Escala Gráfica Horizontal 0m 50m 100m



Es un terreno excavable con medios convencionales, excepción hecha de las antiguas fábricas que puedan encontrarse y de la capa de hormigón que aparece por debajo del aglomerado asfáltico.

Posee una estabilidad media a baja, concretamente para taludes de alturas inferiores a 1,5 metros está garantizada la estabilidad a corto plazo con inclinaciones de 3V/2H a subverticales, debiendo inclinar los mismos para mayores alturas o taludes a largo plazo (a priori deberían plantearse inclinaciones del orden de 27-30°).

Nivel II: Suelo granular grueso.

Aparece por debajo del nivel de rellenos a una profundidad de 4,8 a 10,3 metros. El espesor mínimo reconocido en los sondeos fue de 0,5 a 1,0 metros; no obstante por los antecedentes consultados se reconocen espesores muy variables. Como ejemplo en el Puente del Pilar se llegaron a cortar gravas hasta los 43 metros de profundidad.

Básicamente está compuesto por gravas y gravillas con algún bolo y matriz arenosa (de grano fino a medio) a arenolimososa. Suele presentar lentejones arcillosos y limosos de potencia y continuidad lateral muy variable.

Geológicamente se asocia al nivel de terraza y es propio de un depósito de canal.

Geotécnicamente consideramos que los materiales que integran este nivel se califican como suelos granulares gruesos con un comportamiento no cohesivo.

Es un terreno que se encuentra casi totalmente saturado en agua. En condiciones de caudal normal del río puede considerarse que bajo la cota 190 el terreno está permanentemente saturado y entre la cota 190-193 lo está conforme varía la lámina de agua del río.

Desde el punto de vista de la excavabilidad es un terreno fácilmente excavable, ya que no se reconoce cementación por carbonatos, más típica de las terrazas altas.

Cuando se encuentra saturado la estabilidad del mismo frente a las excavaciones será baja, con ángulos estables de 35-40°.

Basándonos en ensayos realizados en el entorno sobre materiales muy similares, puede decirse que granulométricamente suelen corresponder con "gravas y arenas con finos limosos no plásticos" (GP-GM), con un contenido en finos (% < 0,08 mm) en general por debajo del 10%.

No se realizaron ensayos S.P.T. sobre este terreno, pero también según los antecedentes consultados, los golpes que podrían obtenerse serían propios de unas gravas medianamente densas, con valores típicos de SPT de 40-50.

Como parámetros geotécnicos estimados para este nivel, en función de la experiencia y conocimiento de estos materiales en áreas próximas, pueden asignarse los siguientes:

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*



- Densidad aparente 2,1 kg/cm³
- Densidad sumergida 1,3 gr/cm³
- Ángulo de rozamiento (ϕ): 38°
- Cohesión (c): nula
- Módulo de deformación (E): 350 kg/cm².

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA encarga a PROYEX la realización de un estudio geotécnico en el área comprendida entre el río Ebro en su margen derecha y las edificaciones que constituyen la fachada norte del centro histórico, entre el Puente de Santiago y el Puente del Pilar, para el proyecto de actuación en dicha zona.

El estudio se ha basado en la realización de seis sondeos y en la recopilación y análisis de datos geotécnicos existentes dentro del entorno de la zona. Se ha quedado sin estudiar la zona del Club Náutico dado que no fue posible obtener de la propiedad los permisos necesarios para realizar el trabajo.

A partir de los resultados obtenidos y la información recopilada pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- Se identifica un modelo de terreno homogéneo dentro de la zona de estudio que consta de dos niveles litológicos, mostrados en el perfil longitudinal incluido en el presente informe, y que de manera sintética, aunque ya han sido descritas en el capítulo anterior, son:
 - Nivel I de relleno antrópico, aparece desde la superficie del terreno y alcanza un espesor mínimo de 4,8 y máximo de 10,3 metros en el entorno cercano al C.D. Náutico. Está formado básicamente por limos y arenas limosas con gravas y gravillas así como restos antrópicos (cascotes, ladrillos, etc) junto con restos carbonosos.
 - Nivel II o suelo granular grueso, aparece a una profundidad de 4,8 a 10,3 metros y su espesor mínimo asignable es de al menos 15 metros (hasta 43 metros en el Puente del Pilar).
 - Aunque no se ha reconocido en la investigación realizada para este tramo, existe por debajo del terreno de gravas, un tercer nivel constituido por el sustrato margo-yesífero.

Las características geotécnicas asignadas a cada uno de los dos niveles en base a los ensayos realizados se resumen en la tabla adjunta.

Descripción	Nivel	γ aparente (gr/cm^3)	q_u (Kg/cm^2)	C_u (Kg/cm^2)	ϕ ($^\circ$)	E (Kg/cm^2)
Rellenos	I	1,5-1,6	--	0	25	--
Suelo granular grueso Gravas	II	2,1	--	NULA	38	350

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

- Existe un nivel freático, situado en el momento de ejecución de los trabajos, a una profundidad de 10,3 metros respecto a la superficie actual. Se trata de un nivel de agua asociado al acuífero aluvial existente en los materiales de las terrazas bajas-medias del Ebro. En condiciones normales este nivel de agua se localiza a cota 190, si bien en momentos de avenida puede llegar a situarse a cota 193 o incluso algo mayor.
- Según la instrucción EHE, la muestra de suelo que corresponde al relleno antrópico (Nivel I) clasifica al terreno de agresivo al hormigón, concretamente pertenece a la categoría de ATAQUE FUERTE (Q_c), lo que implica el uso de cementos sulfuresistentes en aquellos elementos de hormigón que deban estar en contacto con dicho terreno.
- El agua subterránea asociada al acuífero del Ebro, según ensayos realizados en el entorno cercano a la zona de estudio, se clasificaría como de agresividad débil según la EHE.
- En cuanto a la sismicidad, el término municipal de Zaragoza presenta, según la norma NCSE-02 (parte general y edificación), una aceleración sísmica básica menor del 0,04 g por lo que no será necesario aplicar la citada norma para el diseño de las cimentaciones de la estructura.

Teniendo presente el perfil litológico del terreno esperable en la zona de estudio y las características geotécnicas asignables a cada uno de los niveles diferenciados podemos hacer las siguientes recomendaciones:

VIARIO URBANO

Basándonos en las propuestas generales de actuación, los viales previstos serían:

- Los asociados a la remodelación del Paseo Echegaray, calzadas y aceras.
- Espacio peatonal adicional en el Paseo Echegaray en el lado del río por construcción de ménsulas o voladizos.
- Paseo peatonal inferior en ribera.

Según las recomendaciones del Ministerio de Fomento para el proyecto y diseño del viario urbano, el tráfico asociado a la calzada del Paseo Echegaray se incluiría dentro del tipo "A" o "muy pesado y pesado" (equivaldría a un tráfico tipo T_0 y T_1 de la instrucción de carreteras 6.2.1.c, 2003). El tráfico peatonal relacionado con la remodelación de las aceras del Paseo Echegaray y su ampliación y el propio del paseo inferior de ribera proyectado, se incluiría dentro del tipo F o "muy ligero" (equivaldría aproximadamente al tipo T_4 , segmento inferior, de la instrucción de carreteras 6.2.1.c, 2003).

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite



Desde el punto de vista del diseño el viario urbano señalaremos, para el caso del Paseo Echegaray, que existe un espesor elevado de rellenos antrópicos que de forma general se calificarían como unos suelos inadecuados. Únicamente en el sector entre el Puente de Piedra y el Puente de Santiago su composición es algo distinta en su parte superior (0,4 a 1,3 metros) y se podría calificar a este primer nivel como un suelo tolerable.

En este sentido y de acuerdo a las recomendaciones del Ministerio de Fomento para el viario urbano (ver anejo IV) podemos hacer las siguientes consideraciones:

- En el caso de la calzada y aceras del Paseo Echegaray, para el tramo situado entre el Puente de Piedra y el Puente del Pilar, en el que los rellenos existentes por debajo del actual nivel de calzada son calificados como suelos inadecuados, sería necesario realizar una sustitución de unos 60 centímetros (30 centímetros primeros por un suelo tolerable o S0 y los 30 cm superiores por un suelo adecuado o S1) para obtener una explanada de calidad media o S1, equivalente a la tipo E1 de la clasificación de la Instrucción. Esta sustitución debería ser de 70 centímetros (los 30 centímetros primeros con un suelo tipo S0 y los 40 cm últimos con un suelo tipo S2 o seleccionado) para obtener una explanada de calidad buena o S2 equivalente a los tipos E2 y E3.
- En el caso de la calzada del Paseo Echegaray, para el tramo situado entre el Puente de Santiago y el Puente de Piedra, en el que los primeros 0,4 a 1,3 metros podrían calificarse como un suelo tolerable según los aspectos composicionales observados, y siempre que estos suelos no sean eliminados, podrían considerarse a los efectos de diseño de explanada. En este sentido, si se tienen en cuenta estos rellenos partiríamos de una explanada S0, siendo necesario la sustitución de 30 centímetros de terreno con un suelo adecuado (S1) para obtener una explanada tipo S1 y de 40 centímetros de terreno con un suelo seleccionado (S2) para obtener una explanada tipo S2. Para las aceras de este tramo, podría mantenerse el terreno existente siempre y cuando se compruebe la calificación del mismo como suelo tolerable (S0) obteniéndose de esta forma una explanada tipo S0. Para obtener explanadas de mejor calidad la sustitución del terreno sería la indicada anteriormente para el caso de la calzada.

En cualquier caso dado que su extensión y espesor en la zona de estudio es muy variable creemos sería necesario a priori confirmar dicha calificación mediante su ensayo y además delimitar de manera más concreta su extensión.

Por todo lo dicho, creemos que técnicamente mientras no quede demostrado los aspectos aquí indicados, es más conveniente tratar los rellenos de este sector de igual forma al sector del Puente Piedra al Puente del Pilar, es decir como un suelo en general inadecuado a marginal.

- Para el paseo peatonal de ribera, aunque no se han podido obtener datos del terreno existente en esta zona (falta de permisos para la zona del Club Náutico), creemos es esperable que al menos en los dos primeros metros esté formado por un relleno que a priori calificaríamos como un suelo inadecuado. Por tanto sería necesaria su

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*



sustitución caso de que el diseño del mismo suponga el mantenimiento de las cotas actuales. Los espesores de sustitución serían idénticos a los señalados para el caso del Paseo Echegaray (tramo Puente de Piedra-Puente del Pilar). Si el diseño definitivo elevara la cota actual, entonces el aporte y compactación de tierras sería de un espesor y calidad mínima a la del caso anterior.

Las condiciones indicadas en estas recomendaciones sobre espesor de sustitución de suelo para obtener las calidades de explanada señaladas son menos restrictivas que las recogidas en la Instrucción de Carreteras, donde los espesores de sustitución totales varían entre 0,8 y 1,2 metros. Remitimos a dicha instrucción en lo referente a la litología y espesor de los materiales a utilizar caso de que se considere más oportuna la aplicación de la misma.

Sobre los tipos de explanada obtenidos y para la calzada del paseo Echegaray, dado el tipo de tráfico (A) y la presencia de servicios subterráneos a poca profundidad, los firmes más recomendables de acuerdo con el Ministerio de Fomento serían los rígidos y los mixtos. Los firmes semirígidos no suelen ser aplicables en el caso de presencia de servicios subterráneos. En las tablas adjuntas en el anejo V se resumen los tipos de firmes que pueden adoptarse para los diferentes tipos de explanada, según recomendaciones del Ministerio de Fomento. En lo que se refiere al pavimento, los más adecuados son los bituminosos y de hormigón.

Para la remodelación de las aceras del Paseo Echegaray, en las que el tráfico esperable es de tipo F (peatonal), los firmes a adoptar pueden ser muy variados: de tipo flexible (subbase granular) si la zona no tiene servicios subterráneos, y de base de hormigón (firmes mixtos) en el resto de los casos. También en el caso de zonas sin servicios bajo el firme puede adoptarse el uso de firmes por elementos o bien firmes terrizos. En las tablas adjuntas en el anejo V, se resumen algunas recomendaciones de tipo de firme y pavimento establecidas por el Ministerio de Fomento.

Para las aceras obtenidas por la ampliación del Paseo Echegaray mediante ménsulas y voladizos, dado que la base de los mismos pensamos que a priori sería de hormigón, no consideramos necesario prever firme alguno ya que dicha base será ya en sí misma un firme de tipo rígido. Únicamente deberá definirse el acabado del mismo y la pavimentación sobre él. En las tablas adjuntas en el anejo V se resumen algunas recomendaciones al respecto que realiza el Ministerio de Fomento.

Para el paseo peatonal de ribera dado que se situaría en una zona expuesta a las avenidas-crecidas del río y por tanto sujeta a deterioros periódicos por el agua, recomendamos un firme de tipo flexible o terrizo que permite unas reparaciones y conservación menos costosa y más fácil, y que también posee una mayor integración paisajística. La pavimentación a adoptar podría ser la de pavimentos bituminosos del tipo de tratamientos superficiales o bien engravillados o empedrados. En las tablas adjuntas en el anejo V, se resumen algunas recomendaciones de tipo de firme y pavimentos establecidos por el Ministerio de Fomento.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*



EXCAVACIONES / ESTABILIDAD

Con relación a este aspecto señalaremos que las actuaciones proyectadas son las relacionadas con la remodelación del viario urbano (Paseo Echegaray), renovación de infraestructuras en dicho vial, la ejecución de cimentaciones y cerramientos en el entorno del club Náutico o las acondicionamientos de la ribera, no plantean a priori excavaciones significativas.

En este sentido no van a afectar nada más que al nivel I de rellenos, y puntualmente en el caso del entorno de la ribera del río (Club Náutico) además de los rellenos van a afectar a un terreno limoso y/o de gravas que aparecerá bajo 2 a 4 metros de rellenos. Todos los terrenos se califican como excavables con medios convencionales.

Con carácter general puede señalarse respecto a la estabilidad que mientras no se alcance el nivel freático y por tanto, las gravas o limos no estén saturadas, la estabilidad de las excavaciones a corto plazo está garantizada con taludes subverticales a 3V/2H para alturas moderadas (del orden de 1,5 a 2 metros) y siempre que la excavación no supere un espesor cortado de rellenos de 1,5 metros. En caso de que el espesor de rellenos atravesado sea mayor, la altura de los taludes supere los 1,5 a 2 metros o bien tengan un carácter permanente, deberán inclinarse los mismos hasta un ángulo de 30° si dominan los rellenos y/o limos secos y de 40-45° si el material dominante son las gravas secas o bien tomar medidas de contención que en el caso de excavaciones de zanjas serán la entibación de las mismas y en el caso de taludes la construcción de muros. En caso de alcanzar el nivel freático o las gravas-limos saturados, la estabilidad de las excavaciones es baja debiendo tomar medidas de contención y entibación de los taludes.

Para las excavaciones a realizar muy próximas a los edificios deberán tomarse las medidas de precaución adecuadas de cara a evitar descalces de los apoyos de los mismos.

Como caso particular de excavaciones y diferenciado de los anteriores destacaríamos la conexión peatonal del museo subterráneo existente en el entorno de la plaza San Bruno con el paseo y la Ribera lo que supondría atravesar de forma subterránea este vial. Dada la presumible amplitud de este espacio, deberá excavarse todo el terreno a acondicionar y construir unos muros en los cuales apoyará una losa para dar continuidad al Paseo Echegaray.

La excavación de esta zona puede resultar compleja, en un caso por la presencia de antiguas fábricas (muros, colectores, etc) que deberán ser demolidas, y en otro por la presencia de suelos de baja resistencia al corte que obligará a adoptar medidas de contención de las paredes. Estas medidas de contención deberán adaptarse al conjunto del proyecto, de manera que pueden plantearse pantallas de tipo discontinuo o muros anclados según se prevea el cierre del tráfico en el Paseo de Echegaray o el mantenimiento parcial del mismo.

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*



CIMENTACIONES

Aunque no se conocen datos concretos del tipo de edificios o de instalaciones que se proyectarán, consideramos a priori que serían de una planta y en general con bajas cargas a transmitir al terreno. Estas estructuras en principio se plantean para la zona del Club Náutico exclusivamente. En esta zona no se tienen datos del perfil estratigráfico dada la imposibilidad de obtener los permisos para acceder a las instalaciones.

En principio se puede pensar en un terreno de rellenos, ya que la plataforma del Club Náutico está sobrelevada sobre el cauce de forma artificial. El espesor puede ser de 2-3 metros, descansando sobre terrenos limosos y/o de gravas, con capacidad portante media-baja.

Las soluciones de cimentación que puedan plantearse serán de dos tipos

- Cimentación superficial por zapatas corridas o losas, con tensiones de contacto máximas de 1 kg/cm² y coeficientes de balasto de 1,5 kp/cm³. Dada la naturaleza del terreno supuesto cabría pensar en una combinación de esta solución con una sustitución parcial de los rellenos por suelos compactados.
- Cimentación profunda por medio de pilotes que se empotrarían en los niveles de gravas aluviales, con espesor y compacidad importante con los datos disponibles. Como parámetros orientativos para el diseño de los mismos pueden tomarse los siguientes (Rodríguez Ortiz et al. 1989 y Blanco 1997):

Para gravas limpias (GP-GM)

$$R_p = 80-120 \text{ kp/cm}^2$$
$$R_r = 0,6-0,8 \text{ kp/cm}^2$$

A los efectos de cálculo el nivel de rellenos, dada sus bajas características resistentes, no se debería considerar a efectos de resistencia por fuste en el pilote.

Dado que no han podido realizarse ensayos en la zona del Club Náutico, los parámetros definitivos para el cálculo de las cimentaciones deberán obtenerse de la investigación específica que se realice en fases más avanzadas.

MENSULAS-VOLADIZOS

El apoyo de las mensulas y voladizos esta proyectado sobre el actual muro del Ebro, lo que supone un cambio de las sollicitaciones mecánicas sobre el mismo, no sólo en lo que respecta a resistencia sino también en estabilidad.

En este sentido, sería necesario al menos un conocimiento adecuado de las características geométricas del muro su naturaleza y tipo de apoyo y profundidad de dicho apoyo, para afrontar un estudio geotécnico particular. No obstante debido a la problemática en la

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*



realización de estos trabajos en el entorno del Club Náutico, no pudo recalarse toda la información antes indicada.

El muro que actualmente limita el Paseo Echegaray, excepción hecha de la zona del Puente de Santiago, está formado por un calicanto de grandes bolos de cuarcita principalmente, en el que se adivinan numerosos parches de ladrillos, zonas de mampostería de bloques de caliza e incluso de yeso, salidas de colectores que probablemente estén anulados, etc. Es decir, se tiene un conjunto muy heterogéneo, si bien es el calicanto la composición dominante y la que probablemente ofrezca una menor resistencia mecánica.

En el sondeo 19 realizado en el Paseo Echegaray se ha atravesado un muro de características bastante similares, que llega hasta 10,30 metros de profundidad, por lo que esta referencia la podemos considerar como representativa del muro sobre el que apoyar las ménsulas y voladizos. De una de las partes mejor conservadas se ha podido romper un testigo a compresión simple obteniendo un resultado de 133 kg/cm². No obstante, dado el tamaño de los bolos de grava, este dato debemos considerarlo elevado, máxime cuando se detecta una primera fisura a una tensión de 85 kg/cm², que sí es más creíble que responda al conjunto del material. Este dato es similar a otros obtenidos en muros de características similares (muros del Canal Imperial de Aragón en el Barranco de la Muerte) donde los valores de 65-75 kg/cm² eran los más habituales.

Los morteros de cal suelen dar resistencias de 25 a 100 kg/cm² (CURSO DE REHABILITACION, de Jose María RODRIGUEZ ORTIZ).

La resistencia de las fábricas puede estimarse con la norma alemana DIN 18554 donde

$$f_f = 0,68 * \sqrt{f_p} * \sqrt{f_m}$$

siendo f_p y f_m las resistencias de los mampuestos y de los morteros en Mpa.

Puede asumirse para los cantos de cuarcita una resistencia del orden de 60 Mpa, mientras que para los morteros se puede tomar un valor de 2,5 Mpa, del lado conservador. En estas condiciones la resistencia de la fábrica sería de 83 kg/cm², valor muy similar a los obtenidos en laboratorio.

Si se necesita reforzar-recalzar los muros actuales mediante micropilotes las tensiones de adherencia en mamposterías de rocas resistentes con mortero pobre puede tomarse igual a 0,5 kg/cm².

En cuanto a los empujes sobre los muros, podemos considerar para todo el conjunto que el trasdós está ocupado por rellenos cuyos parámetros de corte serían

Densidad aparente 1,6 g/cm³
Angulo de rozamiento interno 25°
Cohesión nula

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*



Todos los aspectos señalados se realizan sobre la base de unos supuestos de resistencia de fábricas similares, debiendo plantearse un análisis específico y concreto de la resistencia y geometría del muro.

ACONDICIONAMIENTO MARGEN DEL RÍO

De acuerdo con el ITGE, esta margen corresponde a un área donde las condiciones de flujo del río Ebro no plantean una evidente actividad erosiva lateral o de fondo de esta orilla. La escasa banda de tierra que queda entre el muro y el cauce evidentemente está sujeta a la actividad erosiva del río en épocas de avenida. En la zona del Club Náutico, la actual plataforma está protegida en parte por un muro y probablemente tenga continuidad con alguna escollera no visible, ya que esta zona ya estaba sobreelevada antes de que el Club Náutico iniciara su actividad, tal y como ha podido verse en algunas fotografías antiguas.

Por tanto como actuación en dicha margen consideramos podrá plantearse la mejora de la actual protección existente en el entorno del Club Náutico, que se ha revelado eficaz en los últimos 50 años.

Para el resto del Paseo de Ribera, la única actuación que parece posible sería una protección mediante escollera junto con una sobreelevación y ataluzamiento del espacio lineal entre el cauce y el muro. Esta actuación ampliaría la protección del pie de muro, y permitiría dar continuidad al paseo ribereño inferior salvo en los momentos de mayor avenida.

No obstante dada la presencia de aliviaderos (de los que se desconoce su grado de funcionalidad) que cortan también la continuidad de este paseo, creemos también necesario plantearse pequeñas pasarelas permeables que permitan atravesar dicho punto sin riesgo de que tapen y obturen el aliviadero.

ALFREDO ZAMORA RADA
Licenciado en Ciencias Geológicas

CELEDONIO MELGUIZO BEJAR
Director del Dpto. de Geología y Geotecnia

Vº Bº

JUAN CARLOS FERNÁNDEZ GARRIDO P.D
Director Técnico De Obra Civil

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

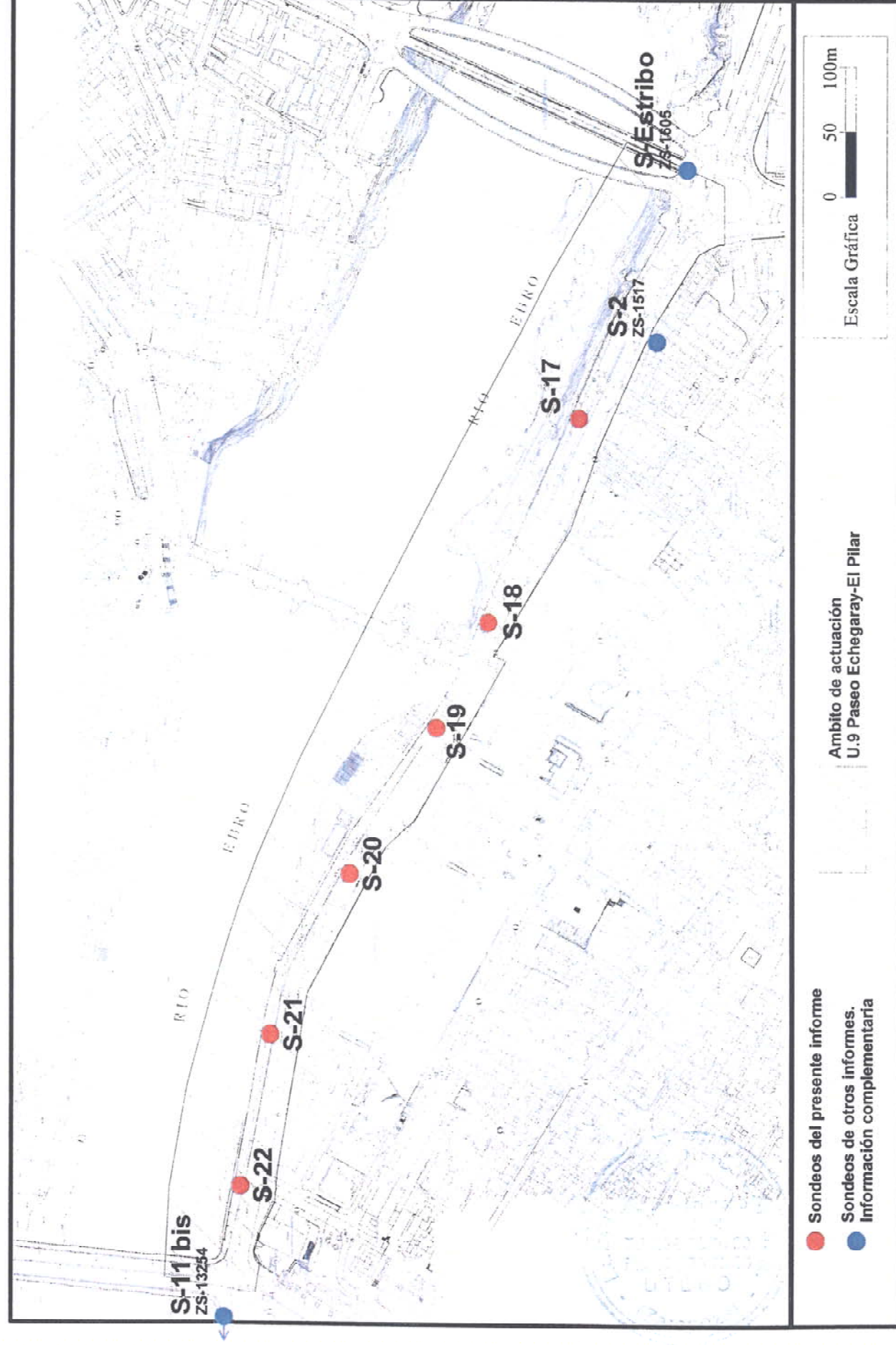
CROQUIS DE SITUACIÓN

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nº 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: **ASTM** (American Society for Testing Materials). **ENAC** (Entidad Nacional de Acreditación).

CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS



PERFILES LITOLÓGICOS DE LOS SONDEOS

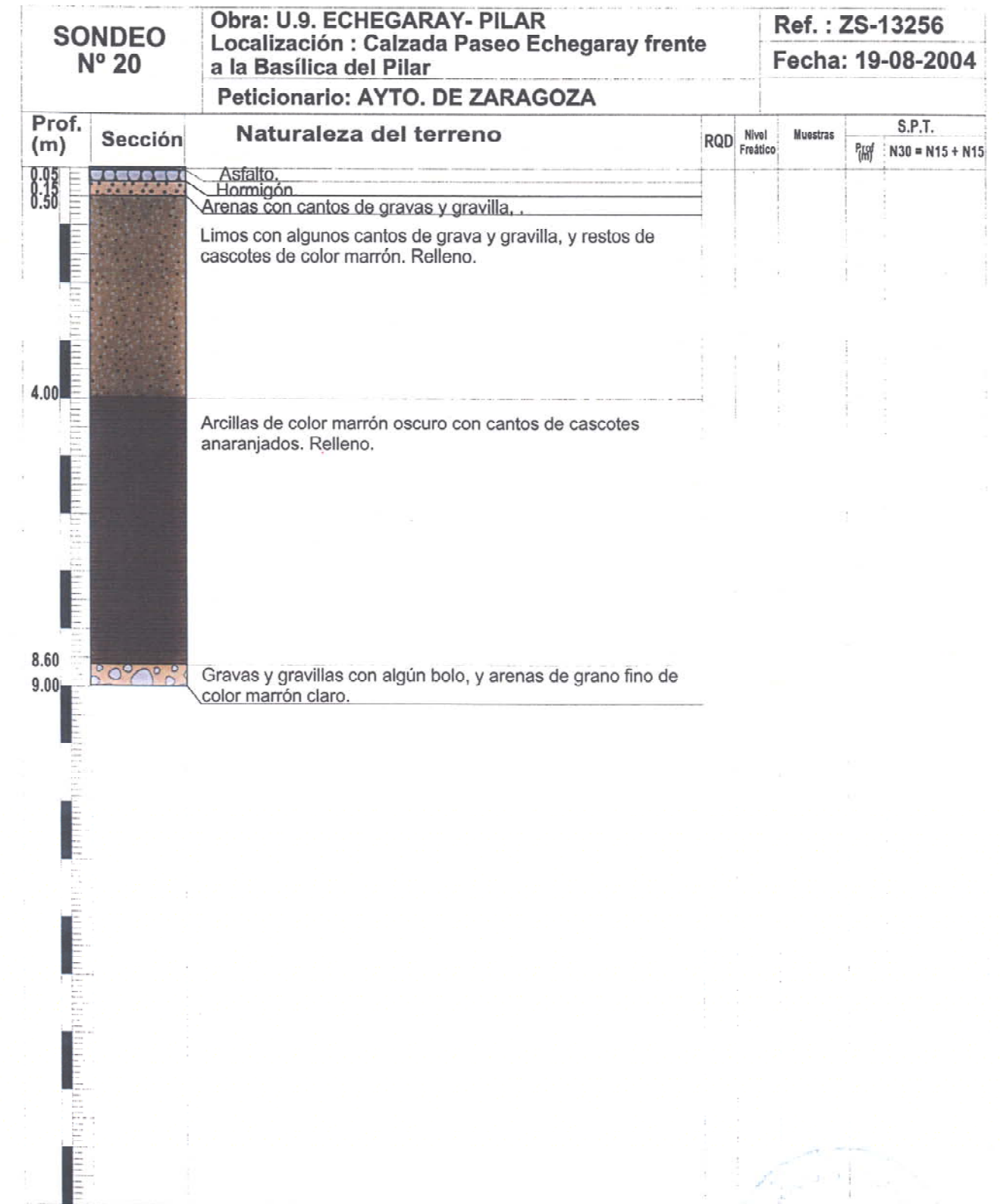
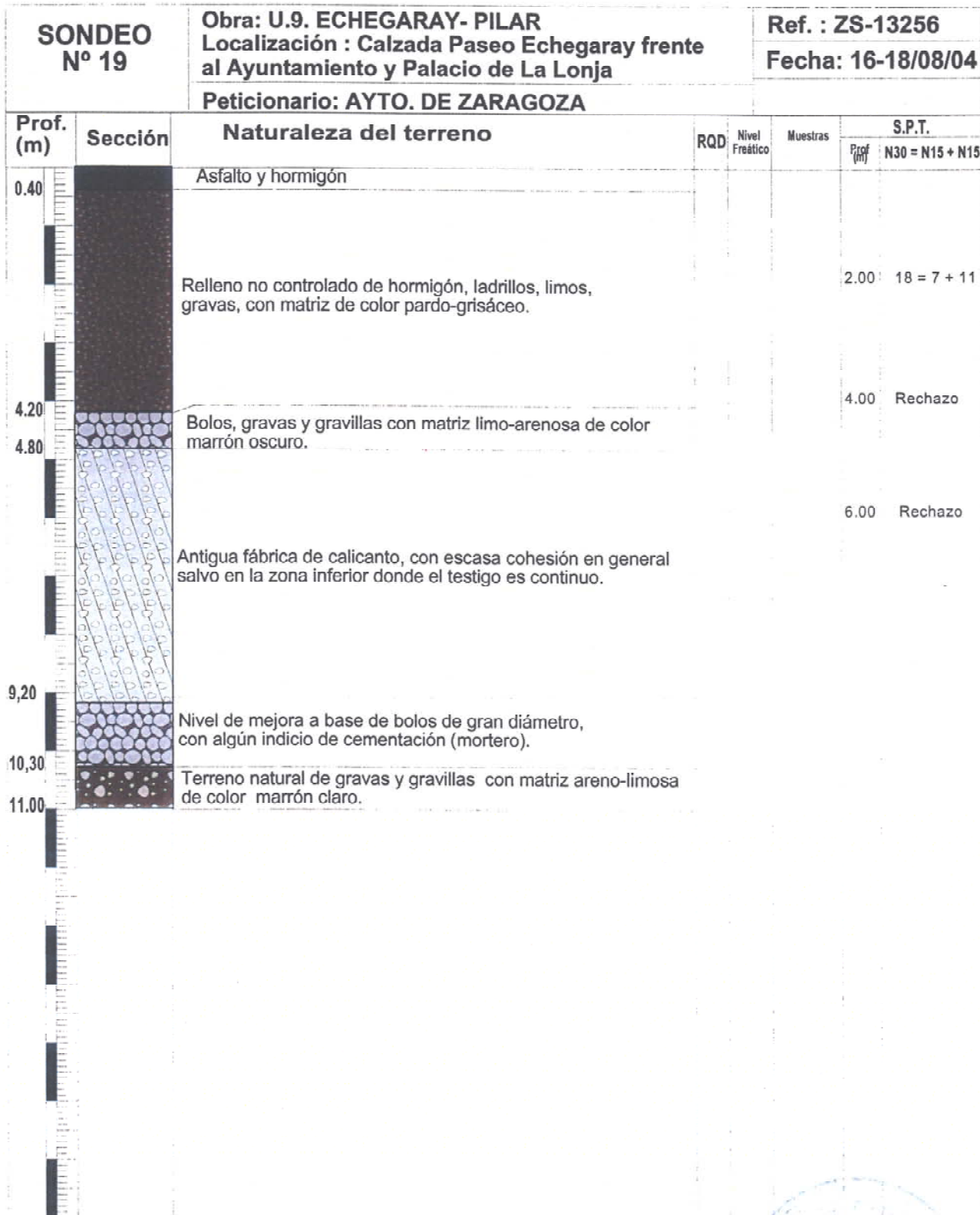


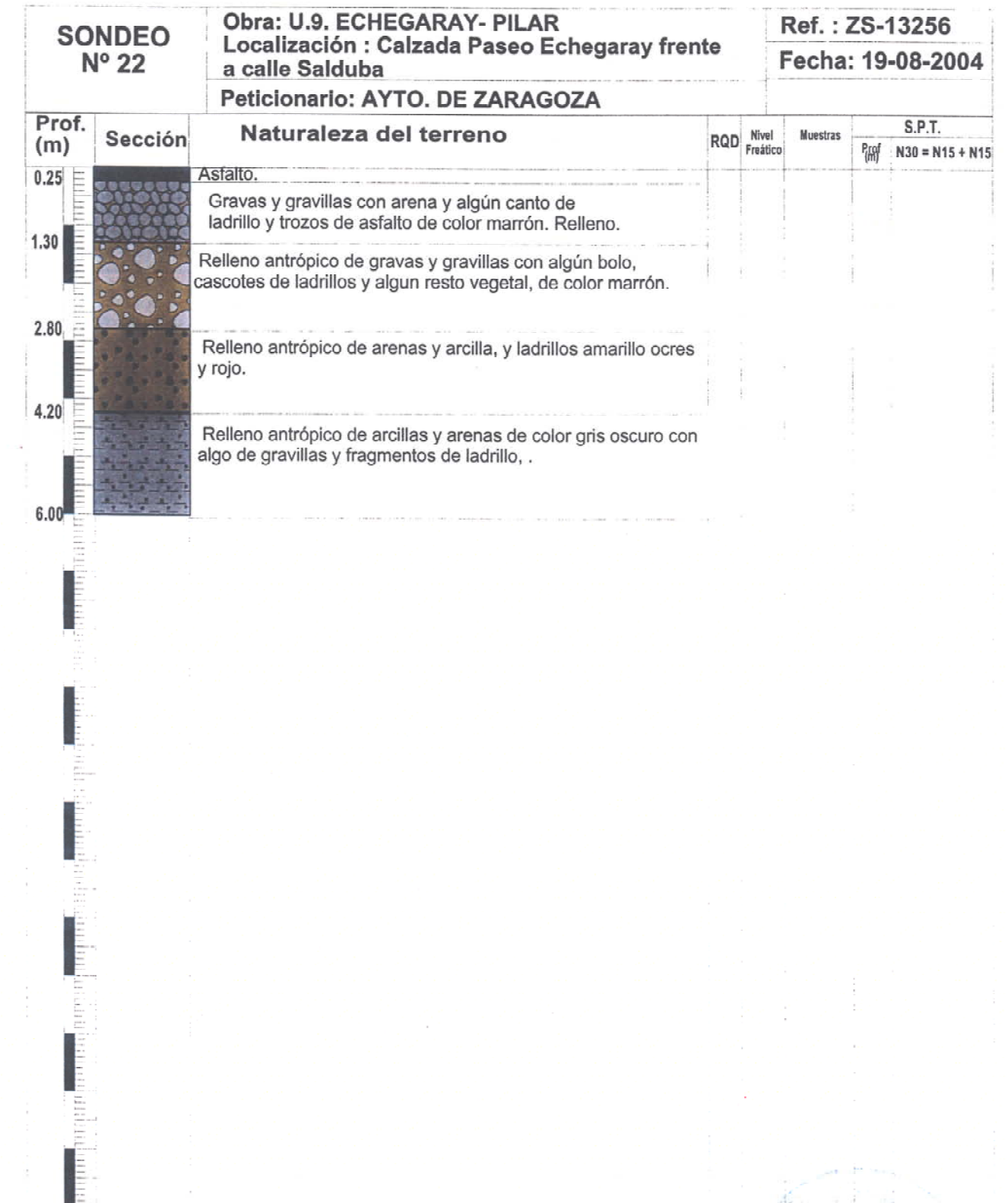
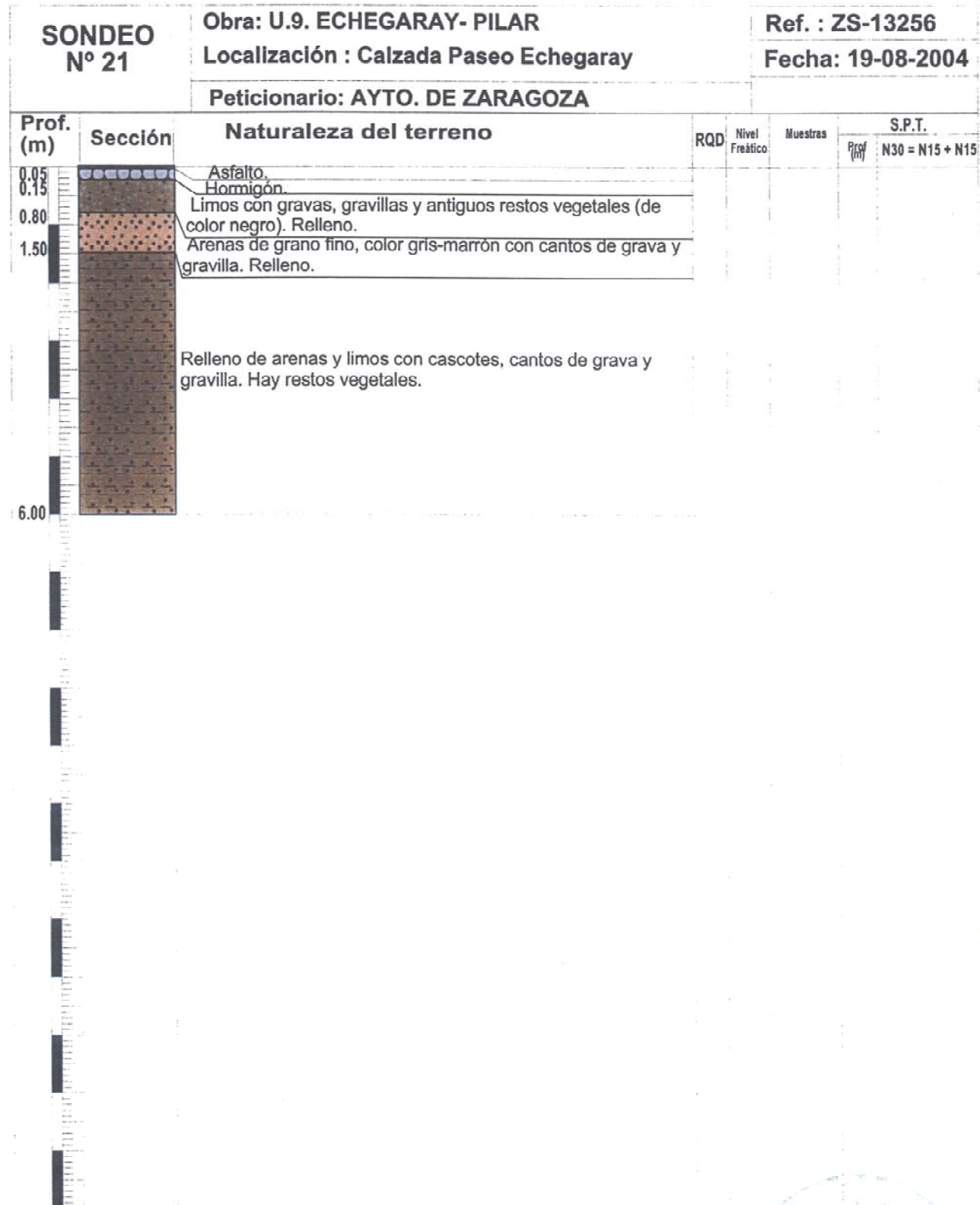
*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

SONDEO Nº 17		Obra: U.9. ECHEGARAY- PILAR Localización : Calzada Paseo Echegaray frente a calle San Vicente de Paul Peticionario: AYT. DE ZARAGOZA		Ref. : ZS-13256 Fecha: 16-08-2004		
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	RQD	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. Prof N30 = N15 + N15
0.05		Asfalto.				
		Relleno antrópico. Limo más o menos arcilloso de color marrón oscuro con cantos de grava y gravilla, abundantes cascotes, restos carbonosos.				
6.00						

SONDEO Nº 18		Obra: U.9. ECHEGARAY- PILAR Localización : Calzada Paseo Echegaray frente a calle D. Jaime Peticionario: AYT. DE ZARAGOZA		Ref. : ZS-13256 Fecha: 16-08-2004		
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	RQD	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. Prof N30 = N15 + N15
0.05		Asfalto.				
		Relleno antrópico. Limo más o menos arcilloso de color marrón oscuro con cantos de grava y gravilla, abundantes cascotes, restos carbonosos.				
6.00						







BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

AGREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA, EXCMO

Vía Hispanidad, 45-47

50012 ZARAGOZA

OBRA: U9 ECHEGARAY – EL PILAR

ANALISIS Nº : ZS-13256-1

De: Testigo de "calicanto" de sondeo

Tomado en: Sondeo nº19 (de 9,1 a 9,20 metros de profundidad)

En fecha: 2004-10-18

Fecha realización rotura: 2004-10-18

RESISTENCIA A COMPRESIÓN



Antes de rotura



Después de rotura

Testigo nº	Dimensiones (cm)	Carga rotura kp	Resistencia	Resistencia corregida
1	8,35 x 10,2	7.782	142 kp/cm ²	133 kp/cm ²

Fisuración previa a 85 kp/cm². Factor corrector aplicado por esbeltez: 0,937.

Ensayo realizado según las normas UNE 83303:1984 y UNE 83304:1984

Vº Bº

JESUS OLIVEROS ESCO
Director Técnico de Edificación



Zaragoza, 18 de Octubre de 2004

ALFREDO ZAMORA RADA
Director Departamento de I.F. BALASTO

EXCMO. AYUNTAMIENTO

PLAZA DEL PILAR, S/N.

50003 ZARAGOZA

OBRA: RIBERA Y MARGEN DEL EBRO EN EL AMBITO U.9. ECHEGARAY-PILAR

Análisis nº : ZQ-45929

De dos muestras de terreno

Tomadas en obra por personal de PROYEX

Fecha realización análisis: Del 7 al 8 de Septiembre de 2004

ANALISIS QUÍMICO

Contenido en sulfatos solubles expresados en SO₃, sobre el total de la muestra, según UNE-103 201/96. Se convierte el resultado a ppm de SO₄ para su clasificación según EHE (R.D. 2661/98).

Sondeo	Profund.(m)	SO ₃ (%)	SO ₄ (mg/Kg)	AGRESIVIDAD	
19	2,0-2,6	6,60	79.200	Qc	ATAQUE FUERTE
19	5,0-6,0	0,44	5.280	Qb	ATAQUE MEDIO

Vº Bº

JUAN CARLOS FERNANDEZ GARRIDO
Director Técnico de Obra Civil

Zaragoza, a 20 de Septiembre de 2004



Mª PAZ IBAÑEZ GALLEGO
Directora Dpto. Análisis Químicos

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Las incertidumbres asociadas al ensayo, están a disposición del peticionario.

Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

EXCMO. AYUNTAMIENTO

PLAZA DEL PILAR, S/N.

50003 ZARAGOZA

OBRA: RIBERA Y MARGEN DEL EBRO EN EL AMBITO U.7. ECHEGARAY-SAN PABLO

ANALISIS Nº ZQ-45922

De una muestra de agua

Tomada en obra

En fecha: 2004-09-01

Fecha realización análisis: Del 2 al 8 de Septiembre de 2004

GRADO DE AGRESIVIDAD

	RESULTADO	Método analítico	DEBIL	MEDIO	FUERTE
pH (19,3 °C)	10,5	IT05.95: R02	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
Magnesio (Mg) mg/l	0,20	ICP	300-1000	1000-3000	> 3000
Amonio (NH ₄) mg/l	6,4	IT05.129: R00	15-30	30-60	> 60
Sulfatos (SO ₄) mg/l	204	UNE 77049.02	200-600	600-3000	> 3000
Anhídrido carbónico (CO ₂) mg/l	< 1	IT05.18: R01	15-40	40-100	> 100
Residuo seco mg/l	1.025	IT05.64: R01	75-150	50-75	< 50

La muestra de agua analizada presenta AGRESIVIDAD DEBIL para el hormigón, según la Instrucción EHE (R.D. 2661/98).

VºBº



Zaragoza, a 8 de Septiembre de 2004

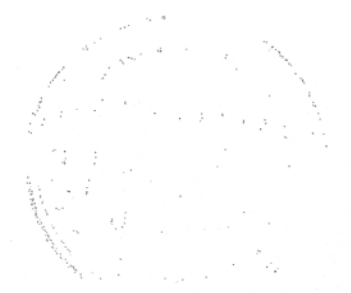


JESUS OLIVEROS ESCO
Director Técnico de Edificación

Mª PAZ IBAÑEZ GALLEGO
Directora Dpto. Análisis Químicos

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y EXPLANADAS PARA VIARIO
URBANO**



*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los n^{os} 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials), ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

FIRMES Y PAVIMENTOS PARA VIARIO URBANO

<p>TRAFICO TIPO A: Muy pesado IMD Pesados: > 800</p>	<p><i>Tipo de espacio:</i> Grandes avenidas, colectoras industriales de polígonos importantes, travesías de ca- rreteras nacionales</p>	<p>FICHA: 3 Calzadas</p>
---	---	-------------------------------------

Explanada tipo S0: deformable (CBR 3 a 5)	Explanada tipo S1: calidad media (CBR 5 a 10)	Explanada tipo S2: buena calidad (CBR > 10)
Número del catálogo		
MEJORAR EXPLANADA	1	2
	3	4
	5	6
	7	9
	8	10
	83	84
	133	134

<p>TRAFICO TIPO F: Muy ligero IMD Pesados: 0-5</p>	<p><i>Tipo de espacio:</i> Calles peatonales, aceras, paseos, bu- levares, con acceso de vehículos de mercancías</p>	<p>FICHA: 2 Espacio del peatón</p>
--	--	---

Explanada tipo S0: deformable (CBR 3 a 5)	Explanada tipo S1: calidad media (CBR 5 a 10)	Explanada tipo S2: buena calidad (CBR > 10)
Número del catálogo		
70	70	71
72	72	73
74	74	74
93	93	93
95	98	100
96	99	102
97	101	103
119	119	119
120	120	120
121	121	121
122	122	122
123	123	123
124	124	124
125	125	125
126	126	126
127	127	127
128	128	128
129	129	129
130	130	130
131	131	131
132	132	132
173	173	173

Fuente: Ministerio de Fomento "Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano".

Detalles de las opciones de firme en catalogo adjunto

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y EXPLANADAS PARA EL DISEÑO DEL VIARIO URBANO.

(Fuente: Ministerio de Fomento: Monografía "Recomendaciones para el Proyecto y diseño del viario urbano")

Tabla 1.-

Cuadro XIII.7 Clasificación de suelos	
Suelos inadecuados:	
Son aquellos que no cumplen las condiciones mínimas exigidas a los suelos tolerables.	
Suelos tolerables:	
No contendrán más de un veinticinco por ciento (25%) en peso, de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros (15 cm).	
Su límite líquido será inferior a cuarenta (LL < 40) o simultáneamente: límite líquido menor de sesenta y cinco (LL < 65) e índice de plasticidad mayor de seis décimas de límite líquido menos nueve (IP > - (0,6LL-9)).	
La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor normal no será inferior a un kilogramo cuatrocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1,450 Kg/dm ³).	
El índice C. B. R. será superior a tres (3).	
El contenido de materia orgánica será inferior al dos por ciento (2%).	
Suelos adecuados:	
Carecerán de elementos de tamaño superior a diez centímetros (10 cm) y su cribado por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.	
Su límite líquido será inferior a cuarenta (LL < 40).	
La densidad máxima correspondiente al ensayo proctor normal no será inferior a un kilogramo seiscientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (1,750 Kg/dm ³).	
El índice C. B. R. será superior a cinco (5) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2%).	
El contenido en materia orgánica será inferior al uno por ciento (1%).	
Suelos seleccionados:	
Carecerán de elementos de tamaño superior a ocho centímetros (8 cm) y su cribado por el tamiz 0,080 UNE será inferior al veinticinco por ciento (25%).	
Simultáneamente su límite líquido será menor que treinta (LL < 30) y su índice de plasticidad menor que diez (IP < 10).	
El índice C. B. R. será superior a diez (10) y no presentará hinchamiento en dicho ensayo. Estarán exentos de materia orgánica.	
Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con las normas de ensayo NLT-106/72, NLT-108/72, NLT-107/72, NLT-111/72, NLT-116/69 y NLT-152/72.	
El índice C. B. R. que se considerará es el que corresponde a la densidad mínima exigida en obrar en el apartado 380.5.4 de este pliego.	

Tabla 2.-

Cuadro XIII.8 Clasificación de explanadas a efectos de proyecto de firmas			
Tipo de explanada	C. B. R.	Equivalencia con la clasificación de la IC (1)	Inspección visual
Terrenos deformables	S0	3-5	Suelo tolerable
Terrenos de mala calidad bastante deformables, en los que el paso de unos pocos vehículos pesados sobre la explanada húmeda provoca fuertes roderas, haciendo inviable la circulación. En general sus partículas son finas y plásticas. Pueden contener también algo de materia orgánica, detectable por su color oscuro y su olor (análogos los de la tierra vegetal), u otros materiales que pueden provocar deformaciones apreciables. Asimismo puede ser el caso de rellenos recientes poco compactos, que en general se reconocen por contener en su interior restos o desechos, por ejemplo plásticos, cascotes, etc.			
Terrenos de calidad media	S1	5-10	E1 (adecuados)
Terrenos de calidad media, deformables, pero no exageradamente (es posible la circulación) con el paso de unos pocos vehículos pesados sobre la explanada húmeda. Se trata de suelos granulares (gravas, arenas, etc.) con partículas finas relativamente plásticas.			
Terrenos de buena calidad	S2	>10	E2 y E3 (seleccionados)
Terrenos de buena calidad en los que el paso de vehículos pesados sobre la explanada húmeda no produce prácticamente huella. Están compuestos, generalmente, por gravas y arenas con pocos finos plásticos.			

Tabla 3.-

Cuadro XIII.9 Sustitución y mejora de terrenos				
Explanada original	Tratamiento		Explanada resultante	
Suelo inadecuado	Desmonte	S1 30+ S-EST 1 15+	S1 30+ S0 30+	S1 (tolerable)
	Suelo inadecuado		Suelo inadecuado	
Suelo inadecuado	Desmonte	S2 40+ S-EST 1 15+	S2 40+ S0 30+	S2 (adecuado)
	Suelo inadecuado		Suelo inadecuado	
Suelo tolerable (S0)	Desmonte	S1 30+ S0	S-EST 1 15+ S0	S1 (tolerable)
	Terraplén	S1 30+ S0	S-EST 1 15+ S0	S1 (tolerable)
	Desmonte	S2 40+ S0	S2 25+ S-EST 1 50+	S2 (adecuado)
	Desmonte	S2 50+ S0	S-EST 1 15+ S1 50+	S2 (adecuado)



CATALOGO DE FIRMES PARA VIARIO URBANO

*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

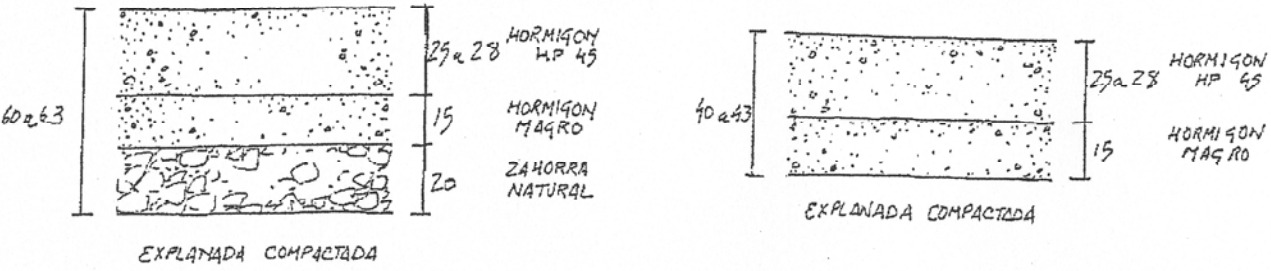
ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayos de Hormigón y sus componentes, acreditado por ENAC con el número 93/LE341, Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232. Acreditado por la D.G.A. por Resolución de 05.08.98, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los nº 04003HA98, 04004AP98, 04005AS98, 04006SE98, 04007SV98 y 04008ST98 (B.O.E. 22.12.98).

MIEMBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

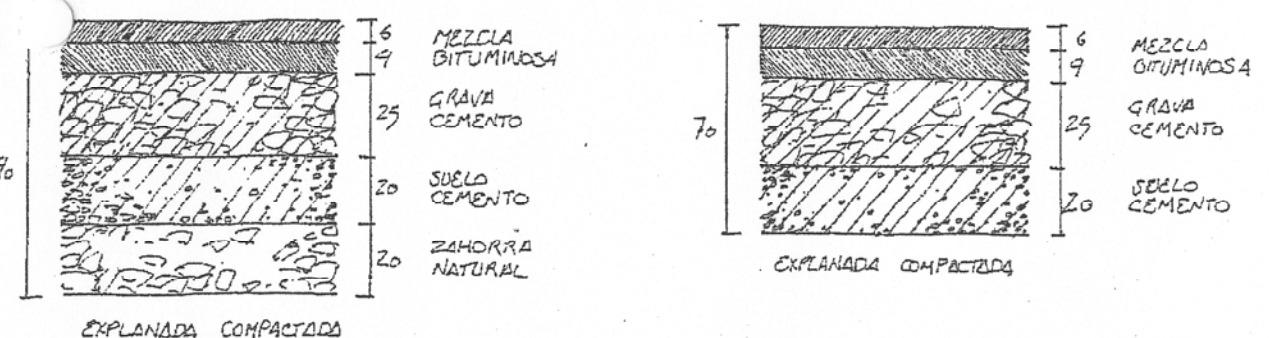
CATALOGO DE SECCIONES DE FIRMES Y PAVIMENTOS

(Los números son la referencia de las fichas)

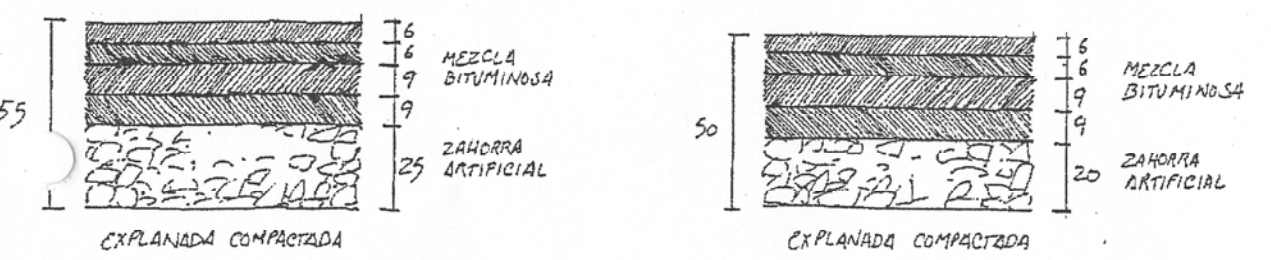
2



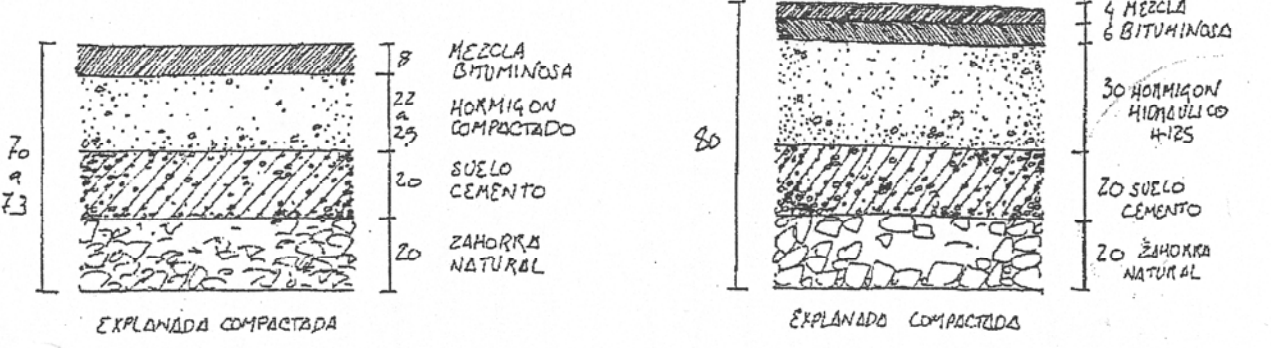
4



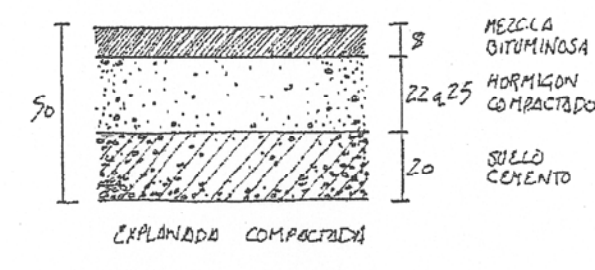
6



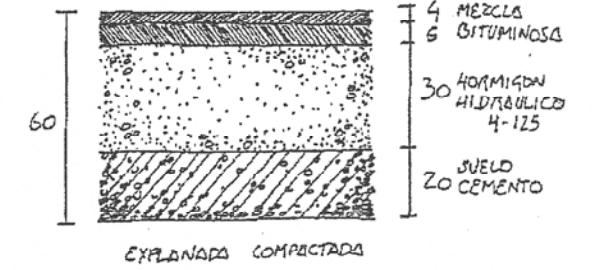
8



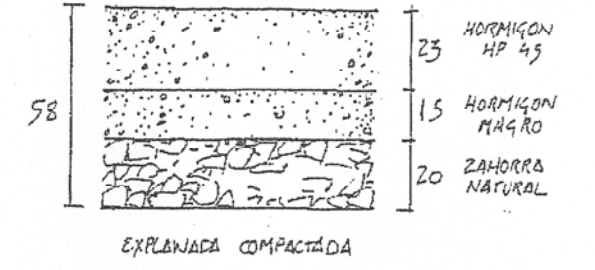
9



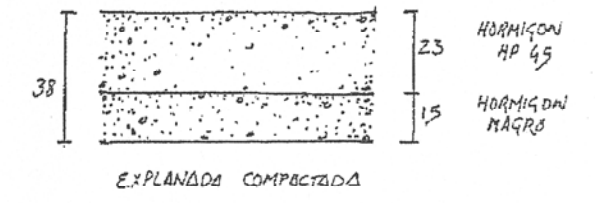
10



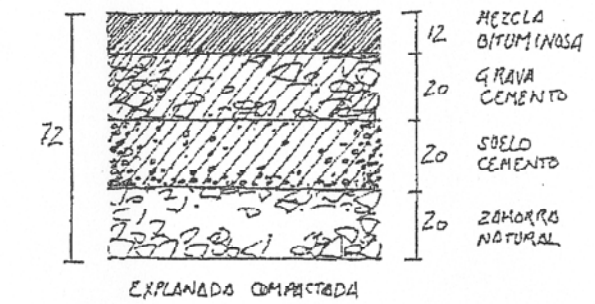
11



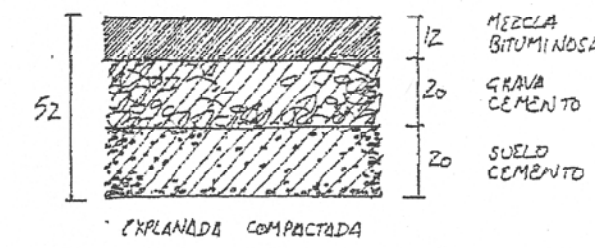
12



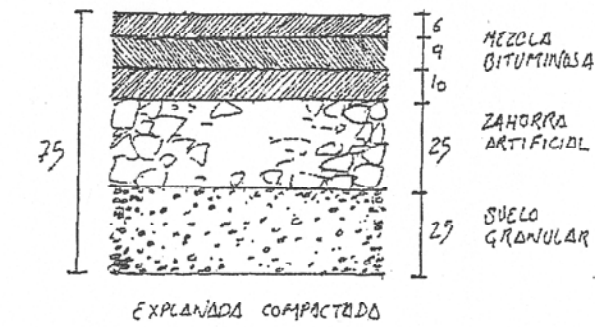
13



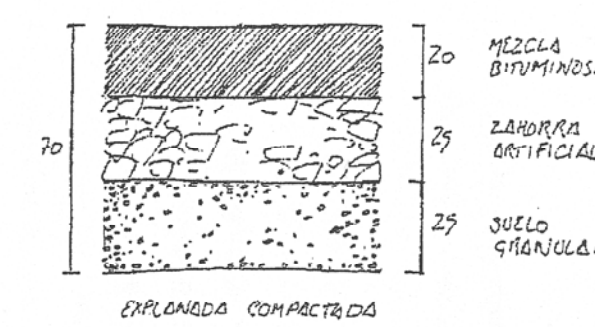
14



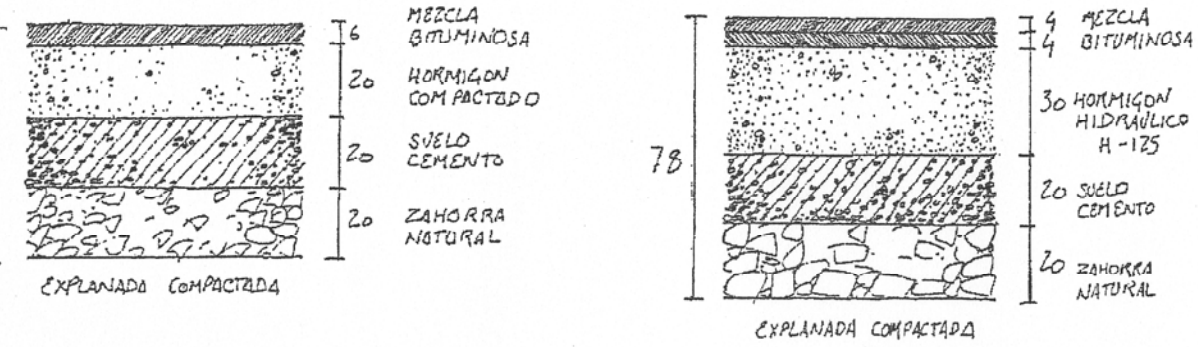
15



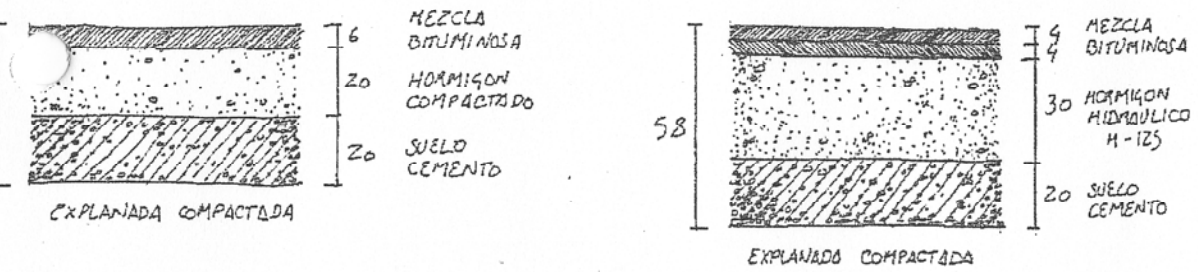
16



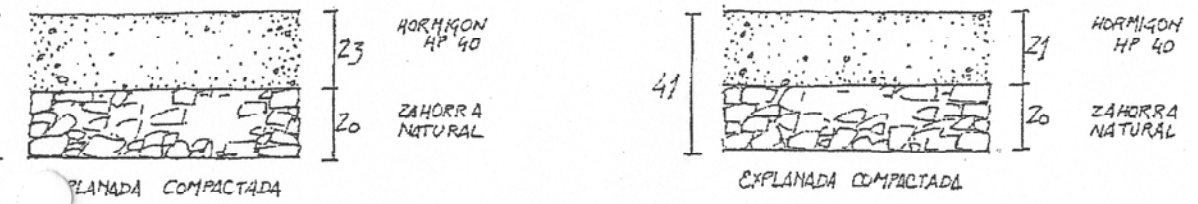
18



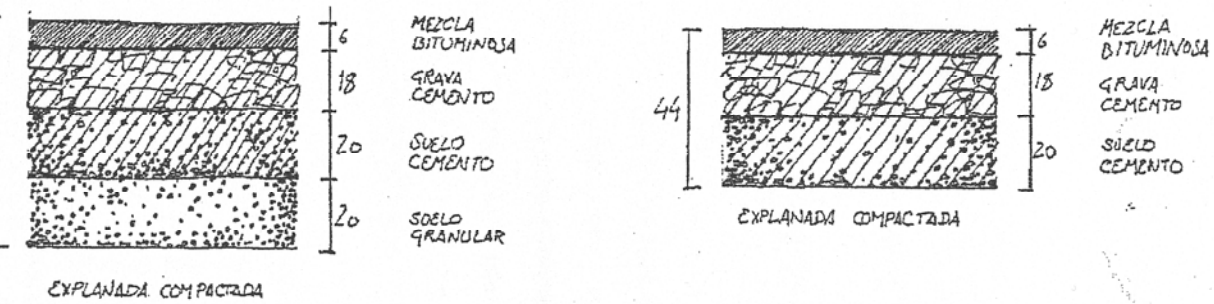
20



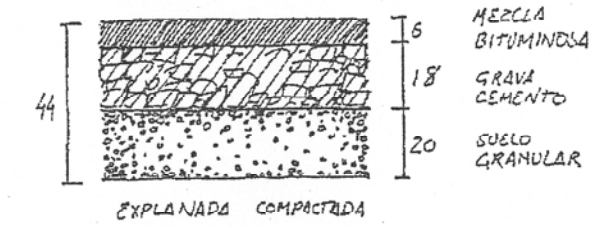
22



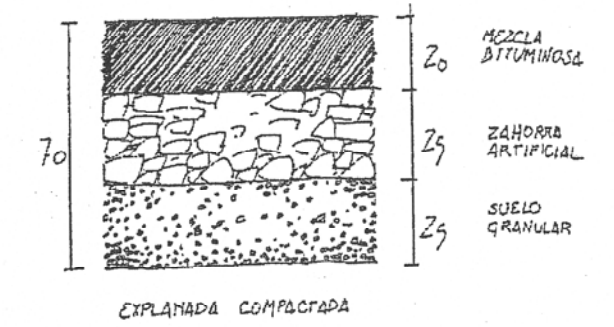
24



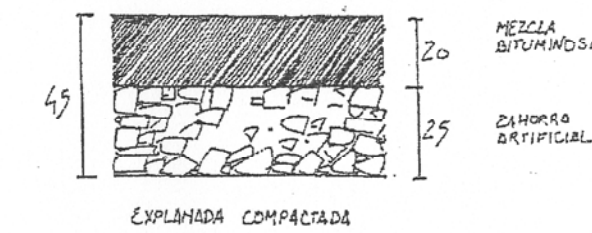
25



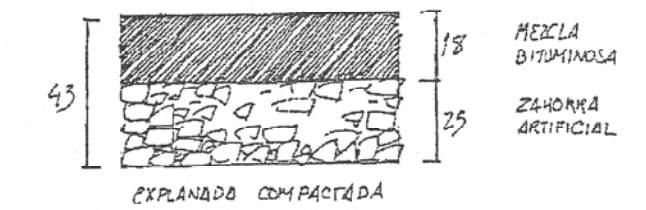
26



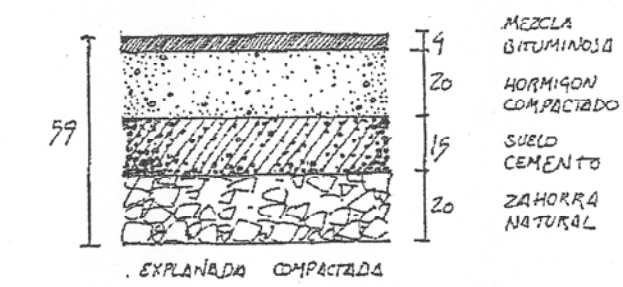
27



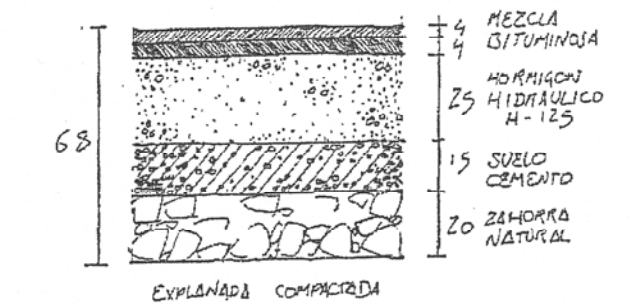
28



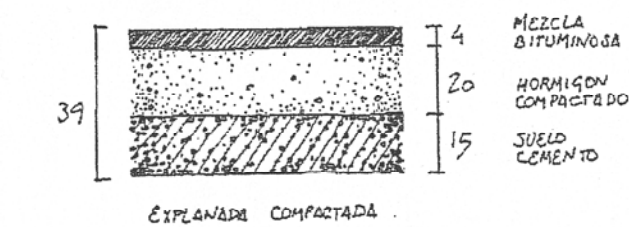
29



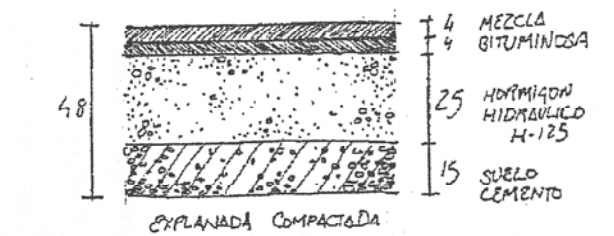
30



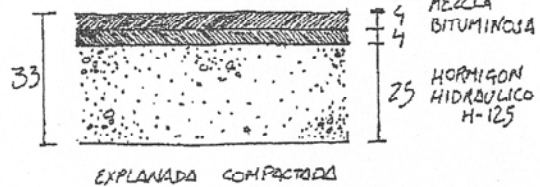
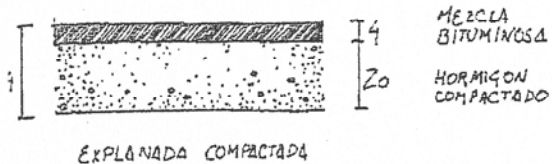
31



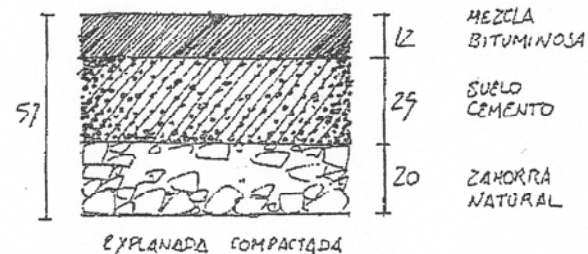
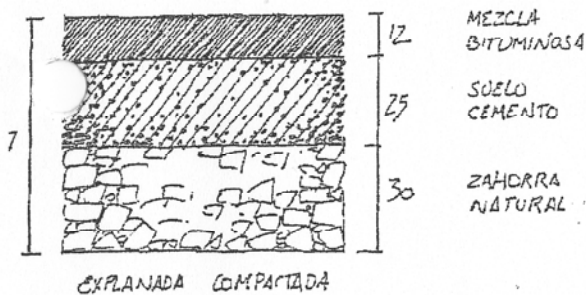
32



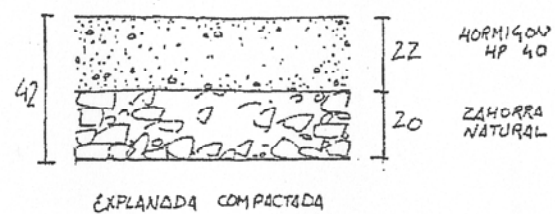
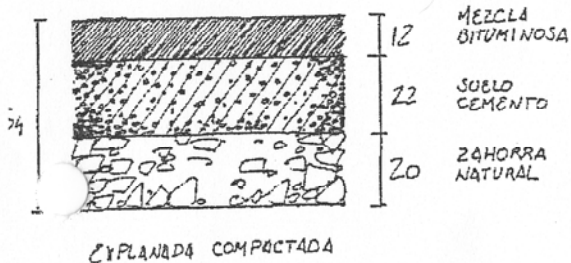
34



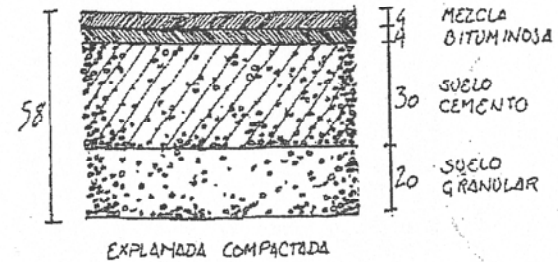
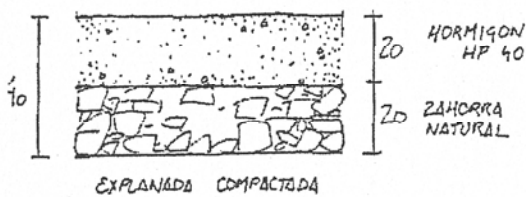
36



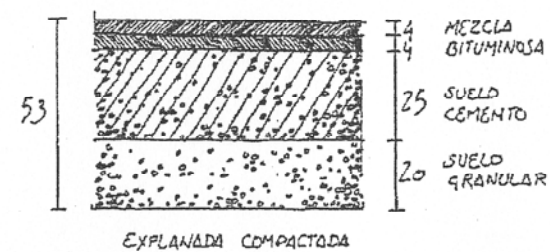
38



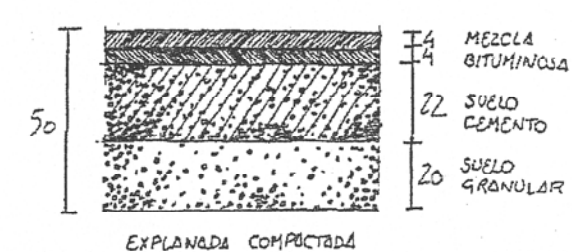
40



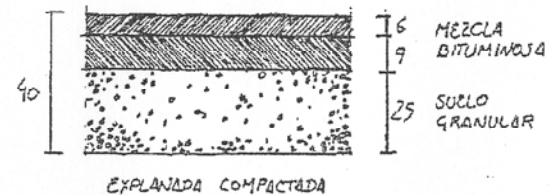
41



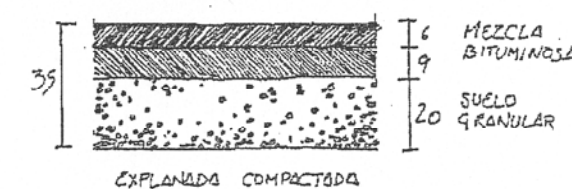
42



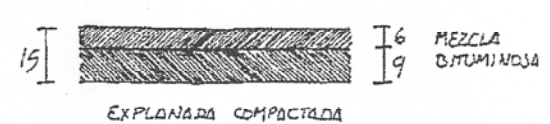
43



44



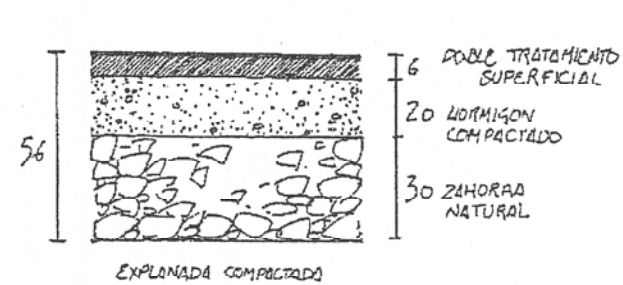
45



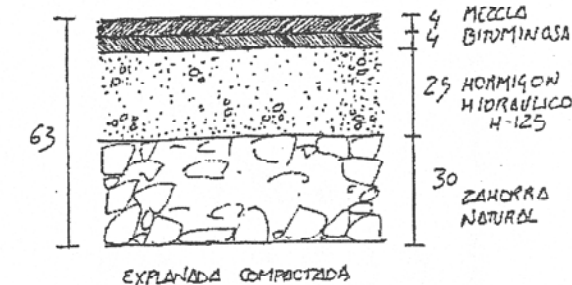
46



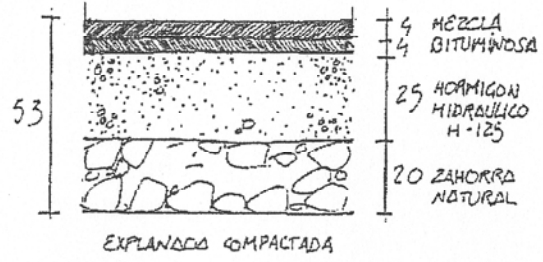
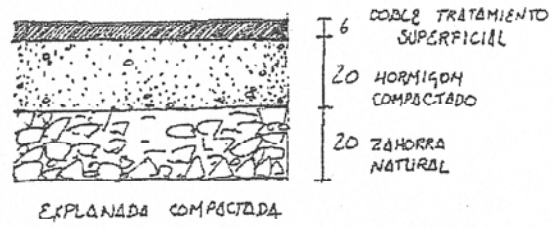
47



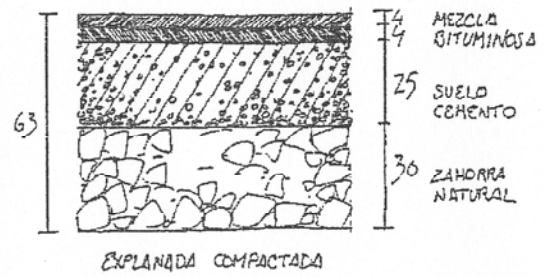
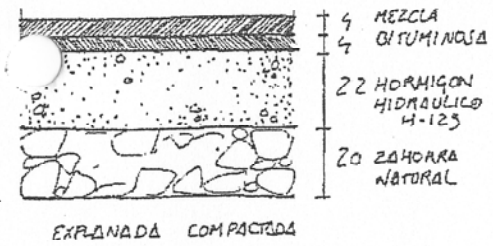
48



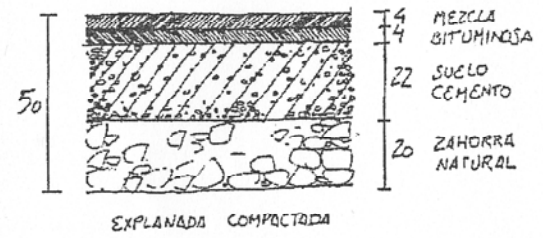
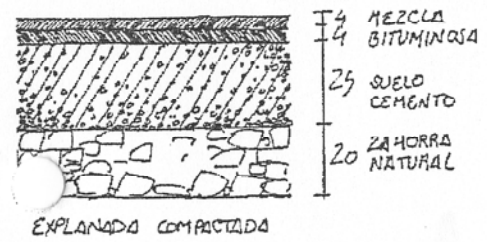
50



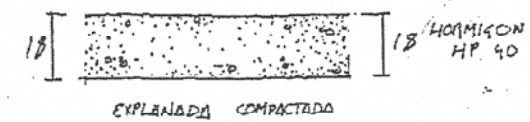
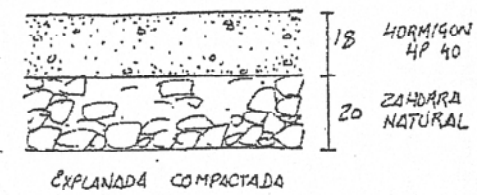
52



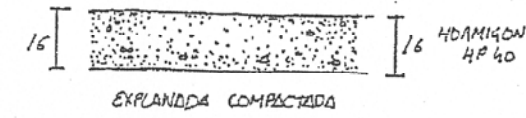
54



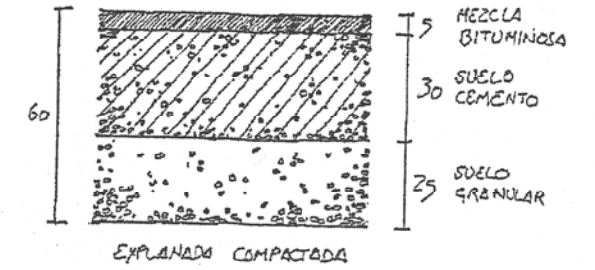
56



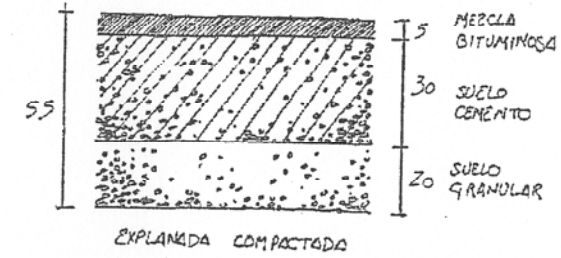
57



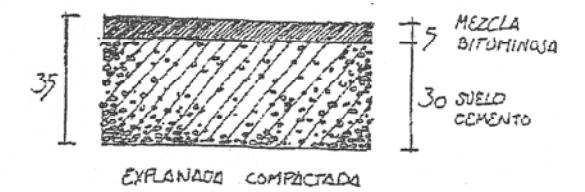
58



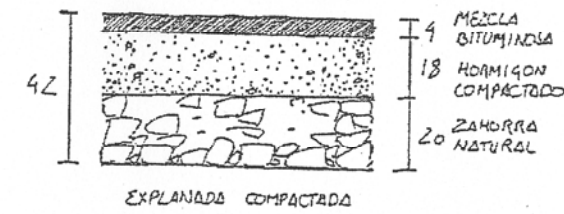
59



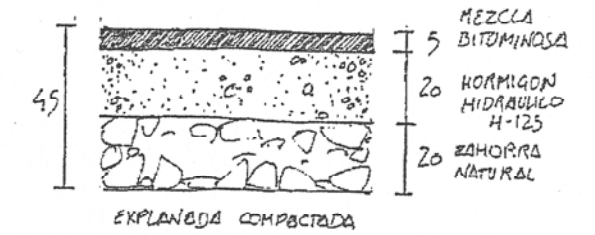
60



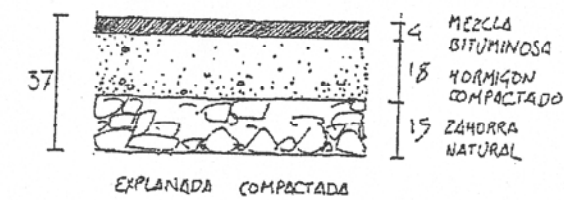
61



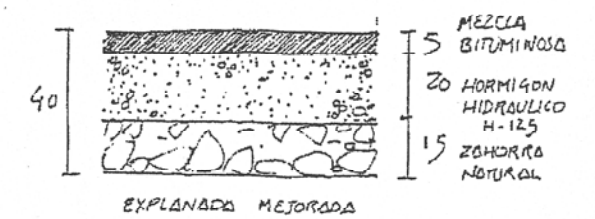
62



63

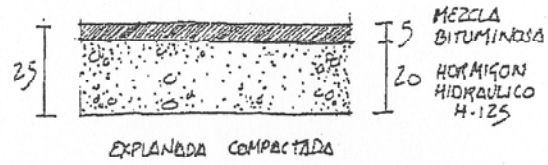
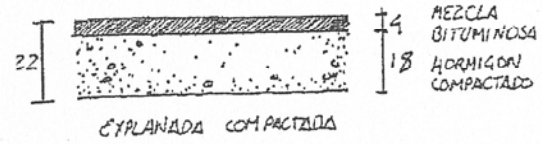


64



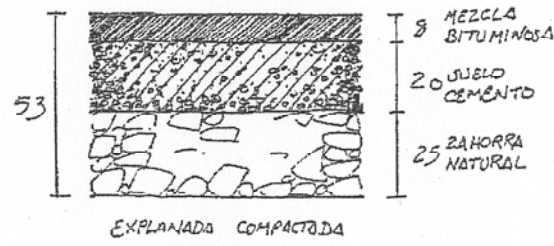
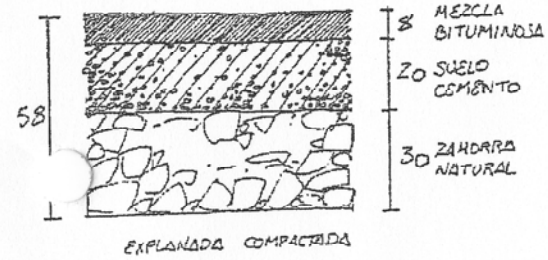
65

66



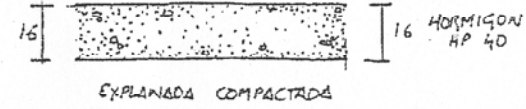
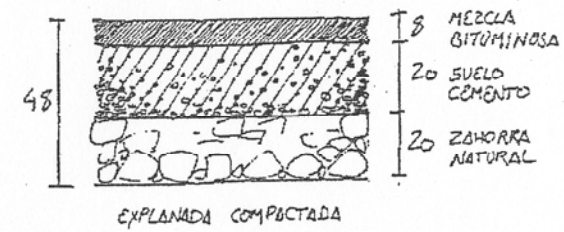
67

68



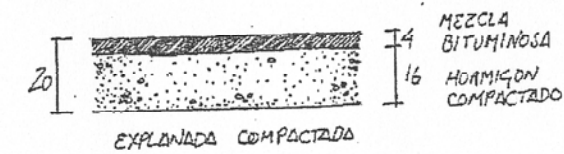
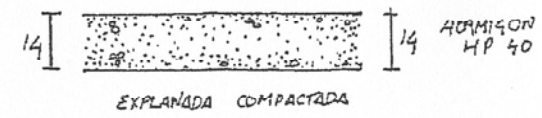
69

70



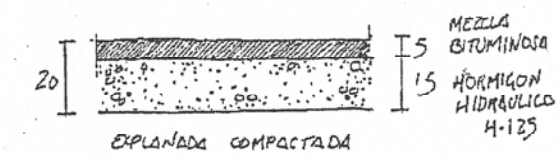
71

72



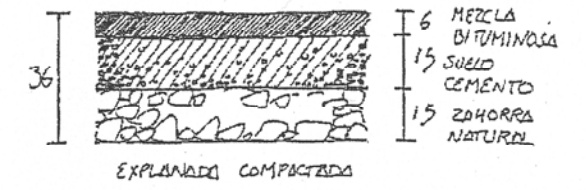
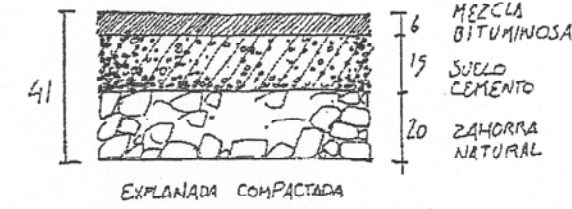
73

74



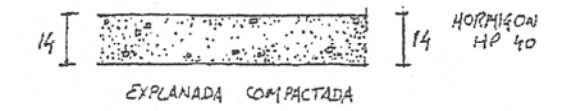
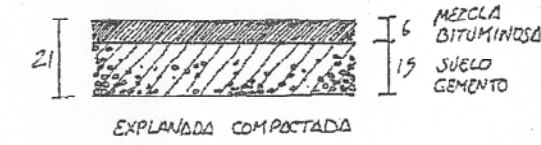
75

76



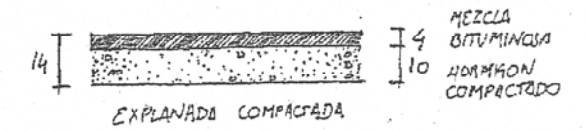
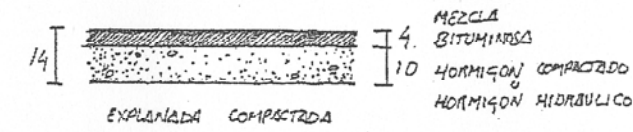
77

78



79

80



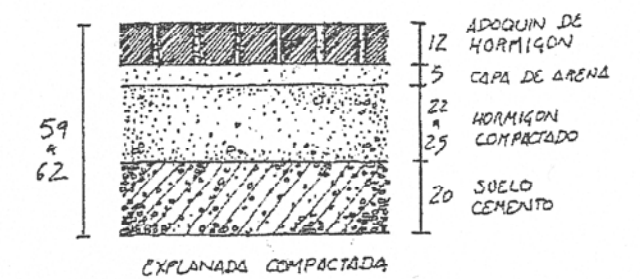
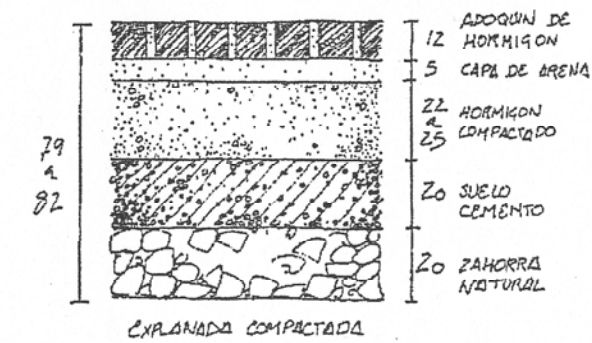
81

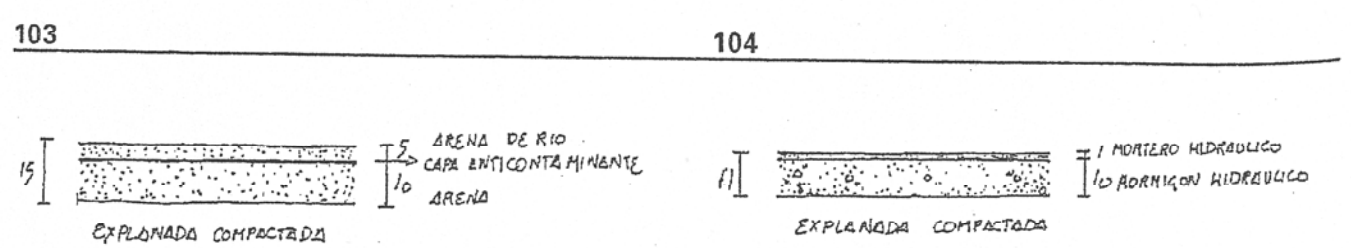
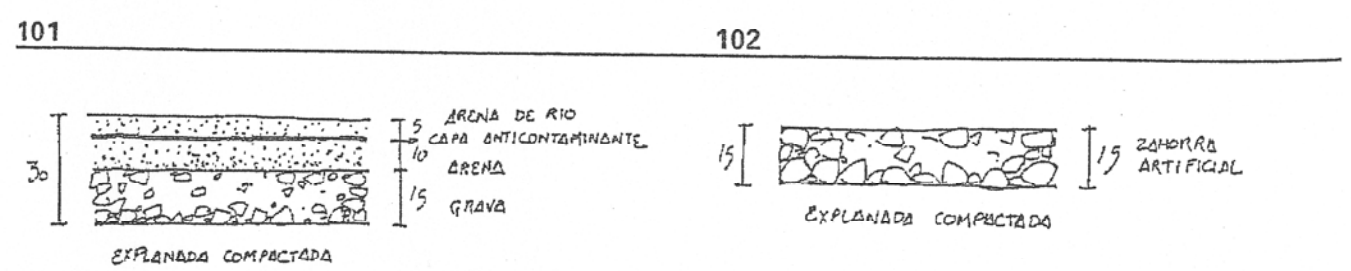
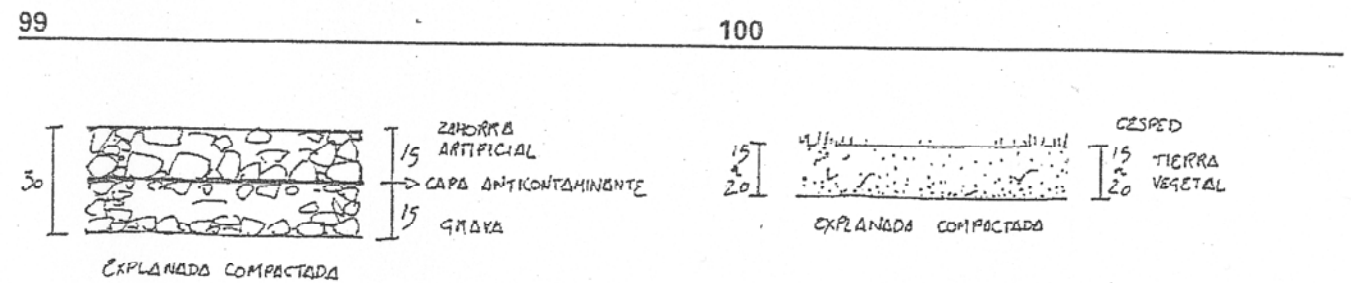
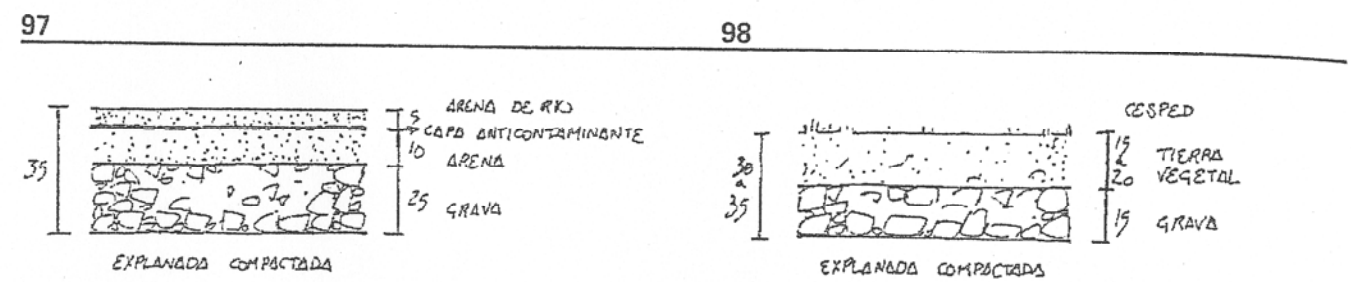
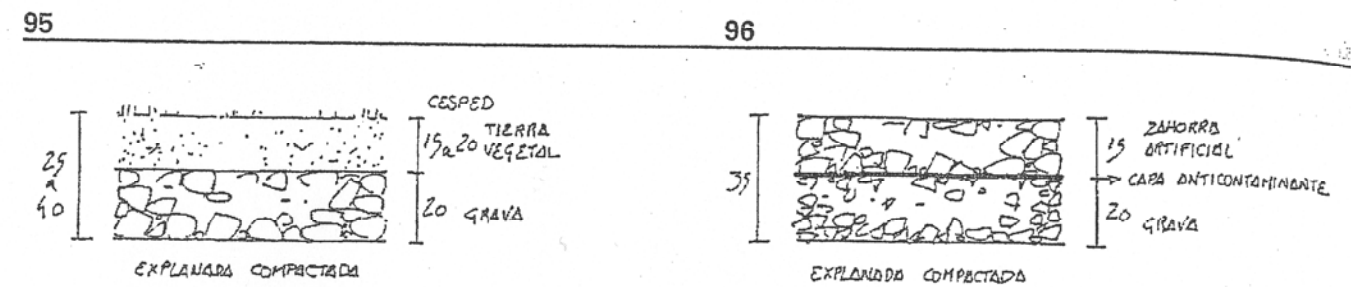
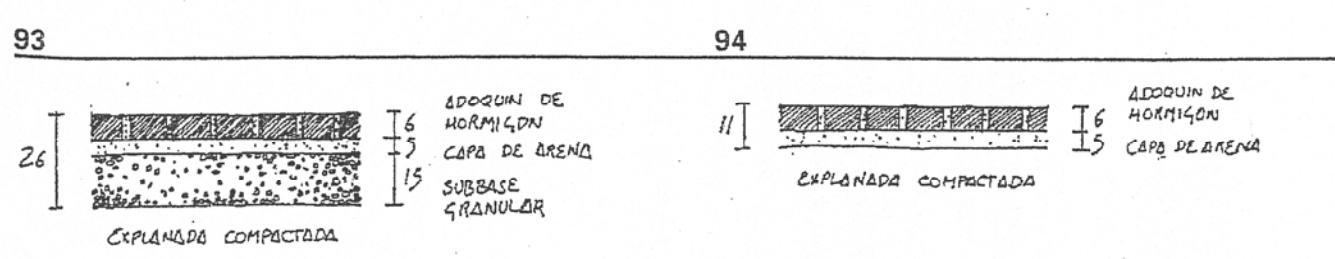
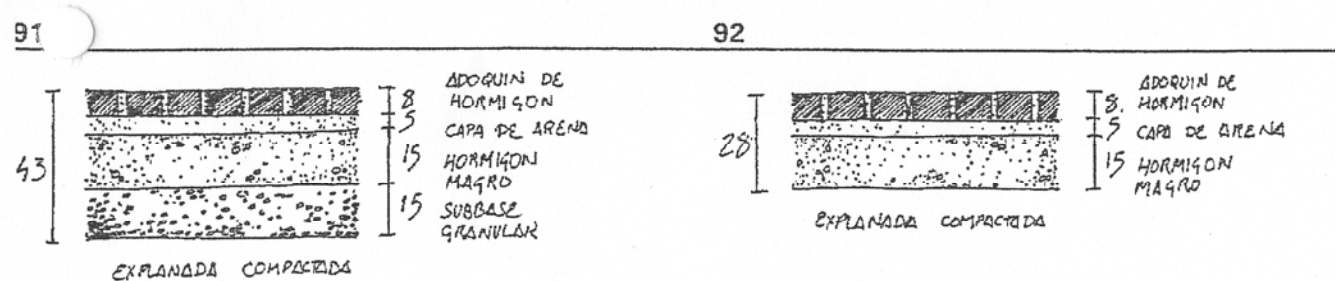
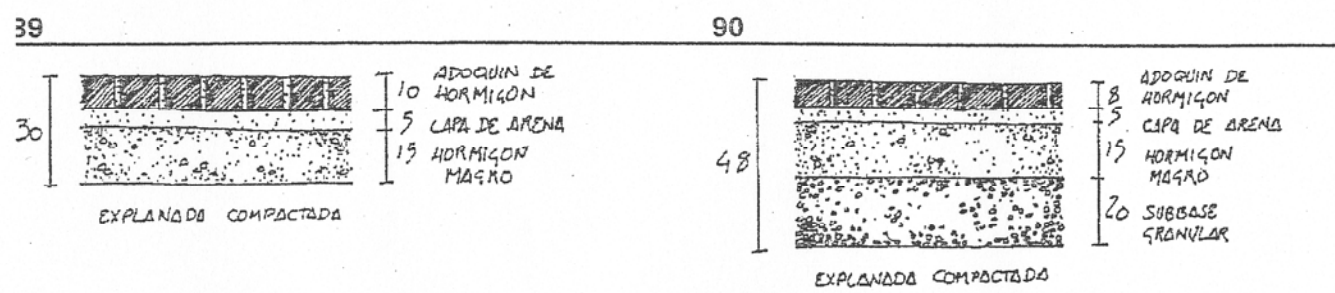
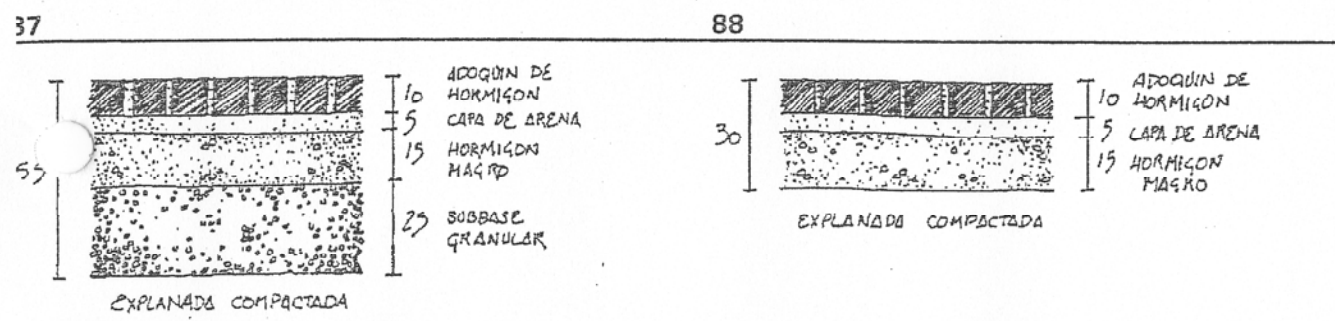
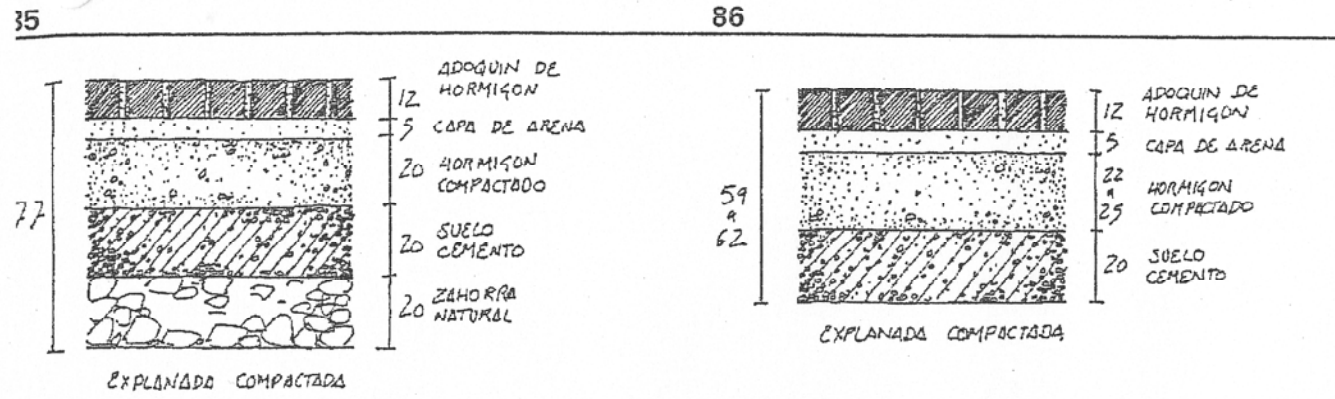
82



83

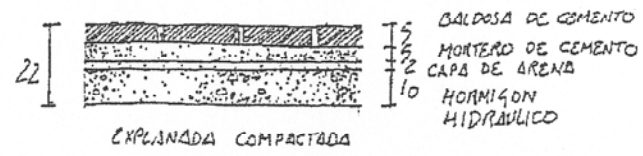
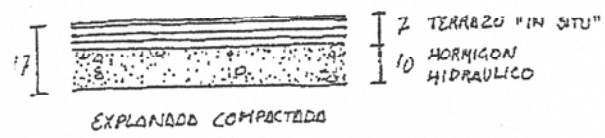
84





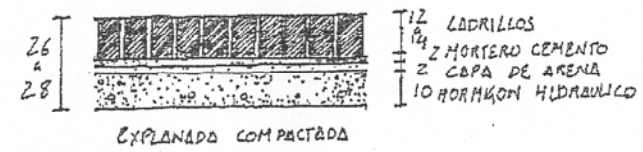
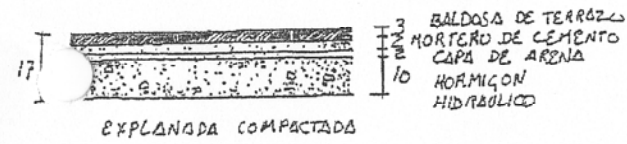
105

106



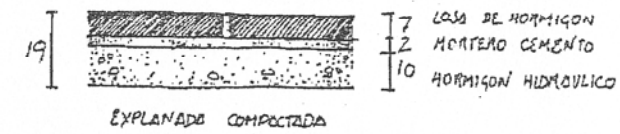
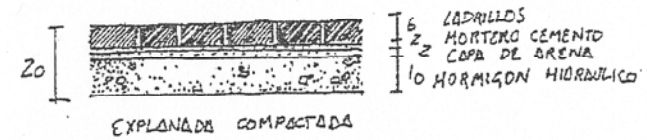
107

108



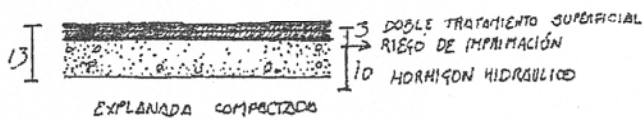
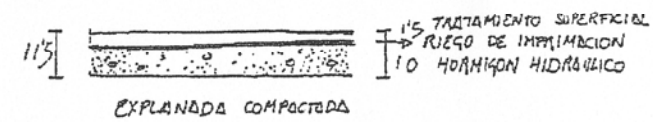
109

110



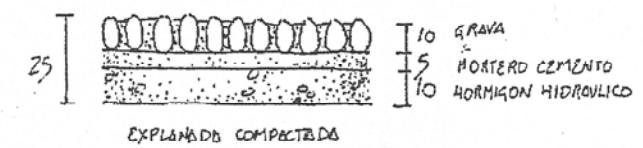
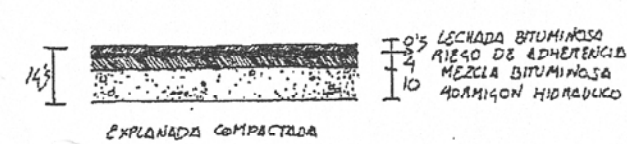
111

112



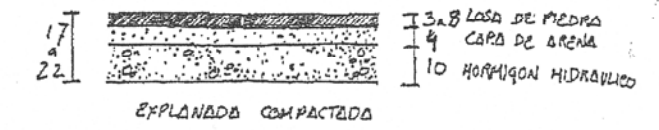
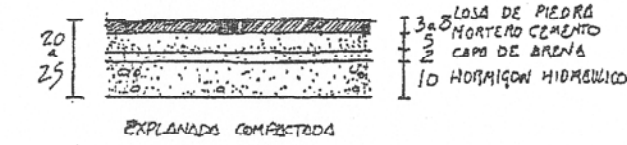
113

114



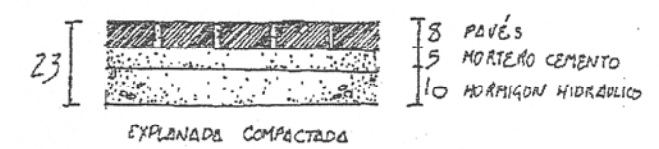
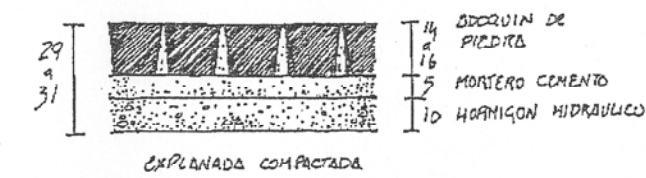
115

116



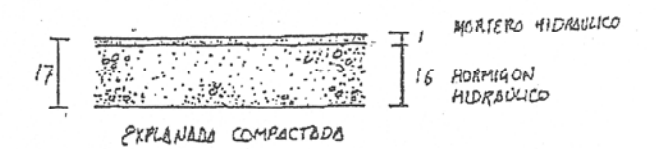
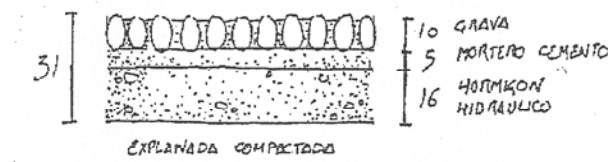
117

118



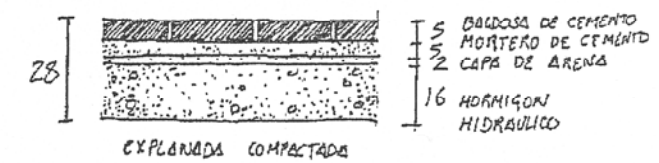
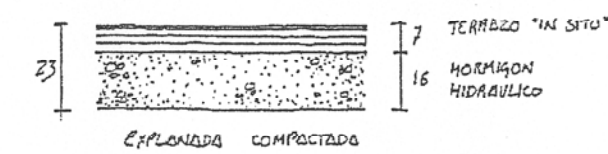
119

120



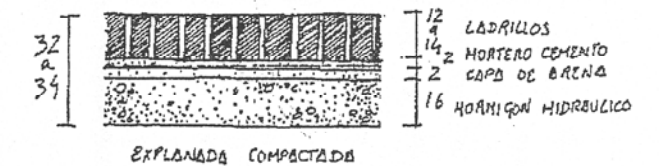
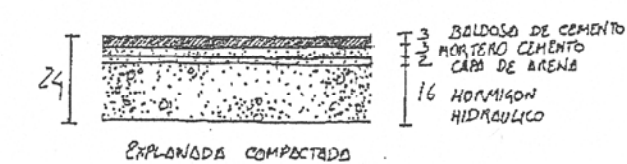
121

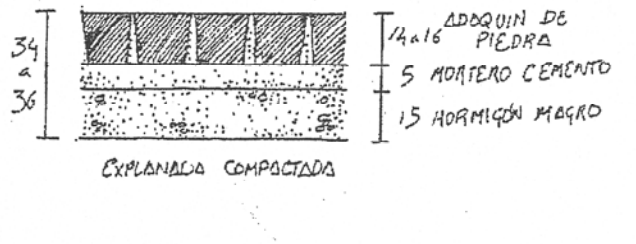
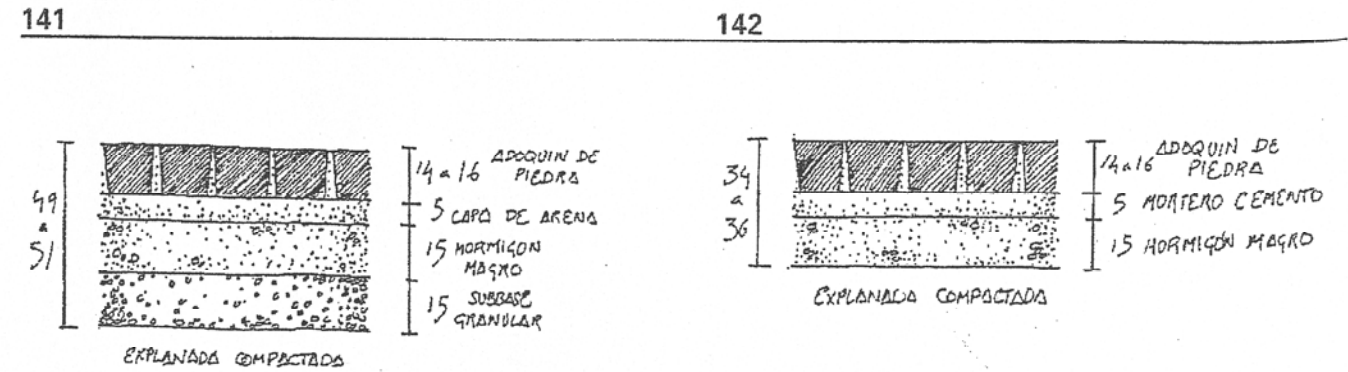
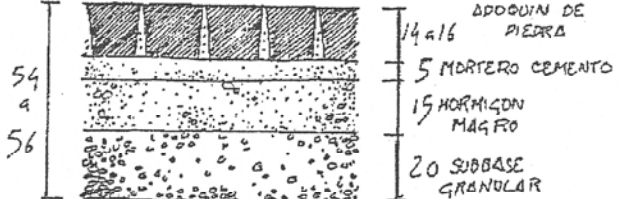
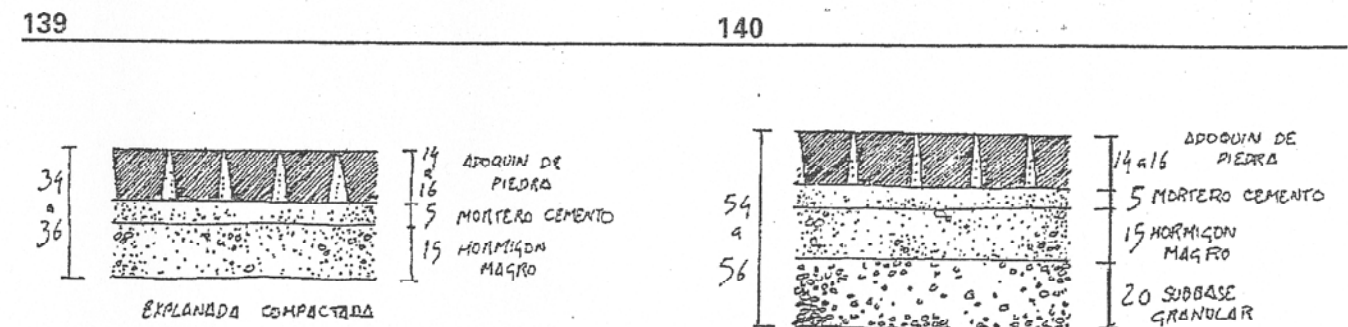
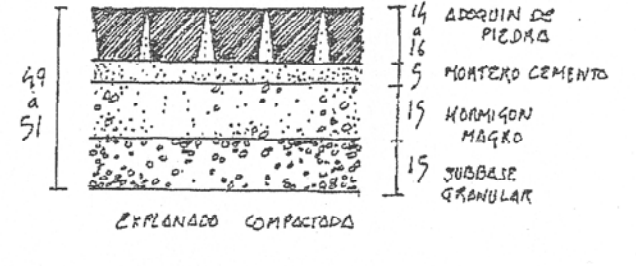
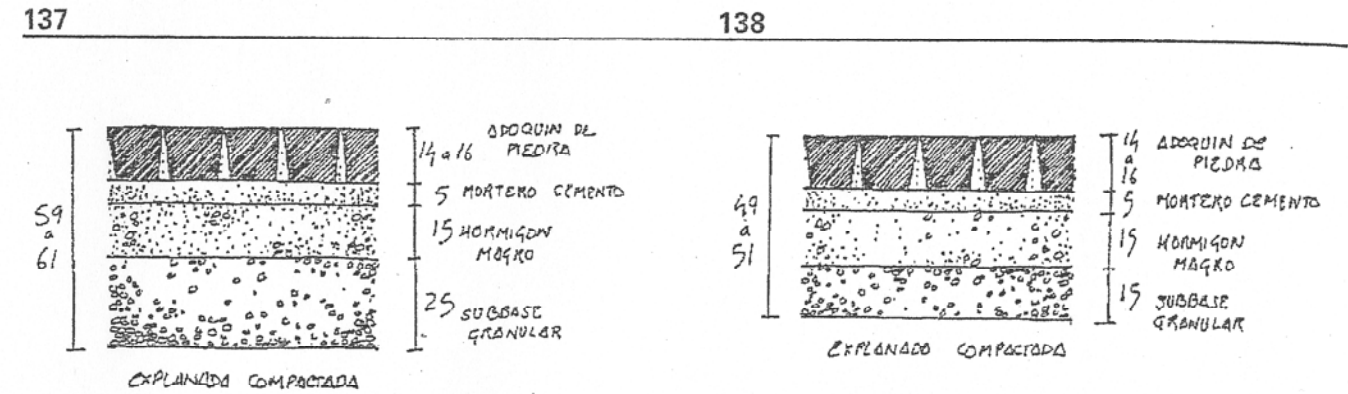
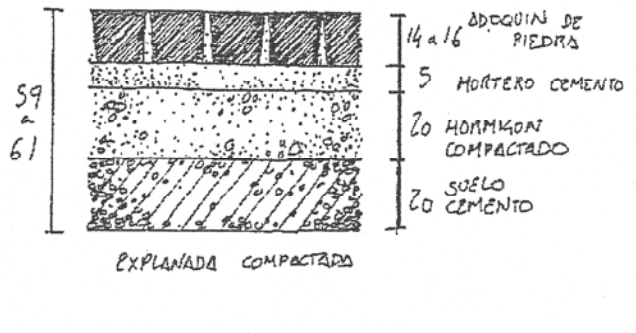
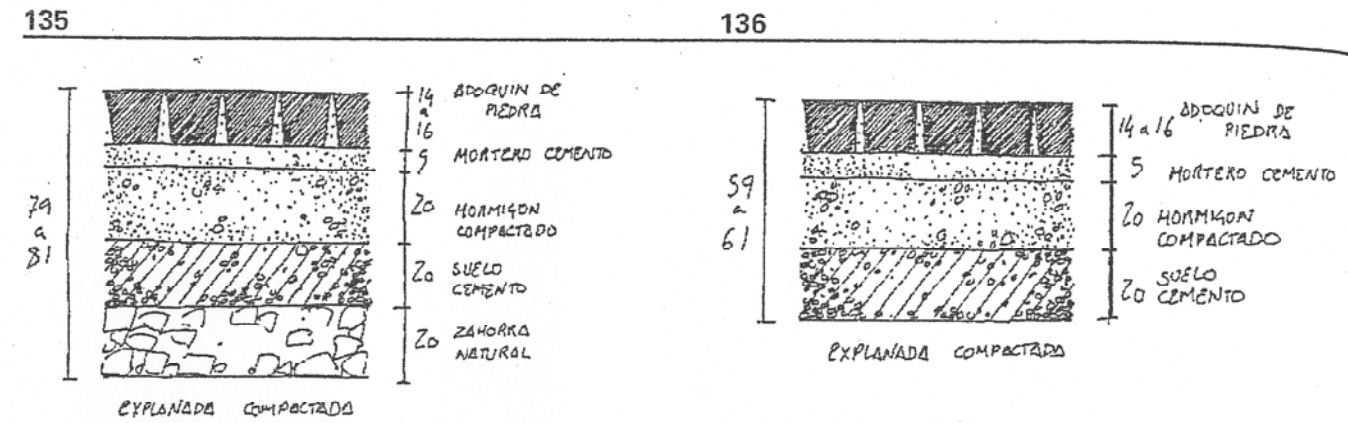
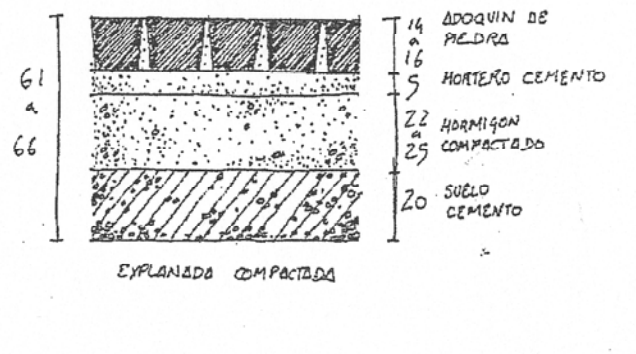
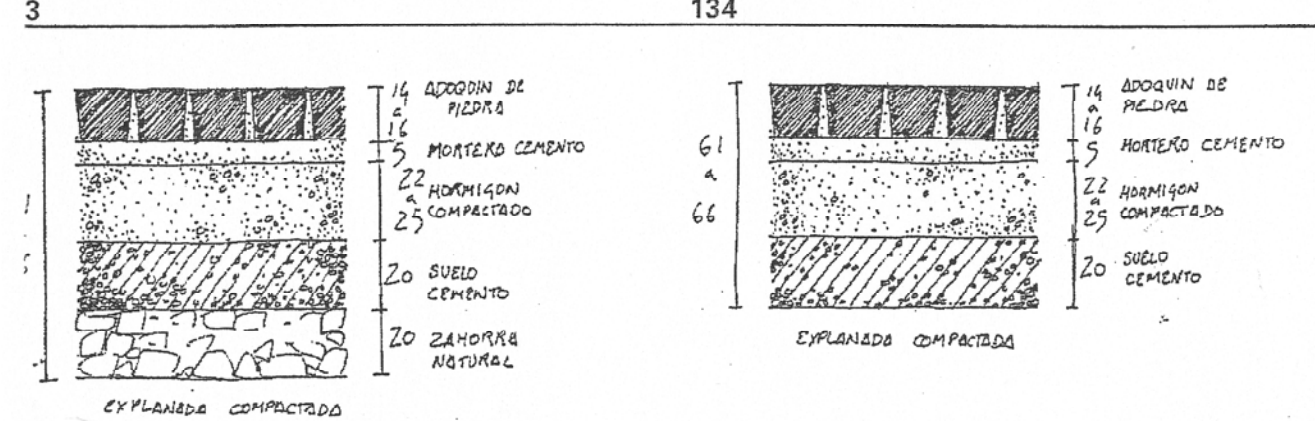
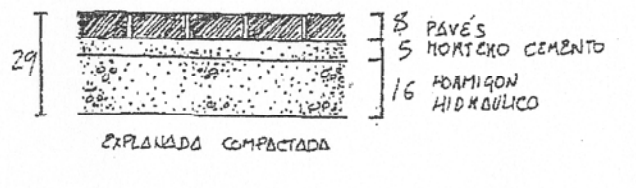
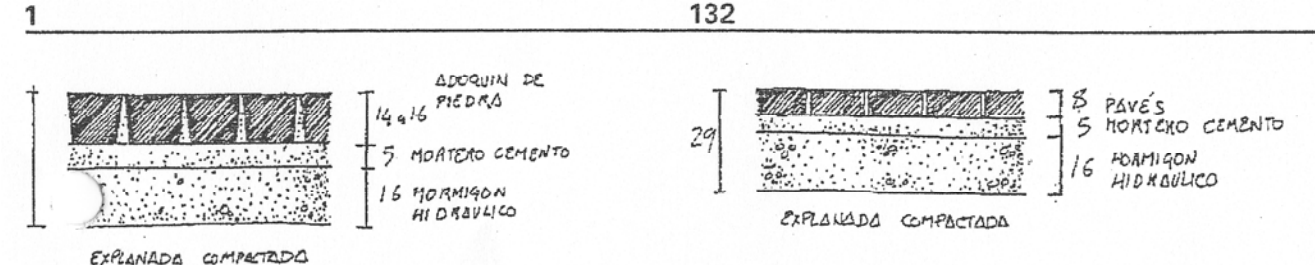
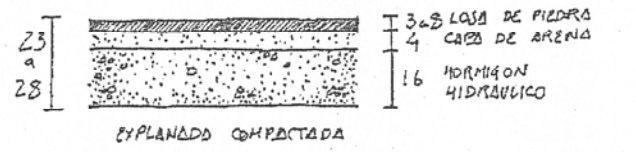
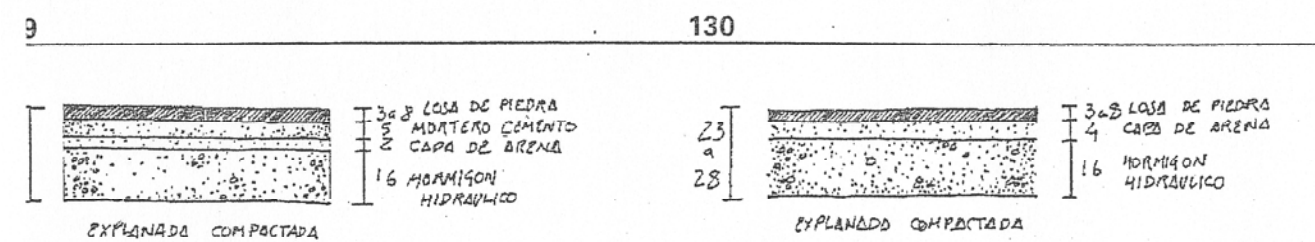
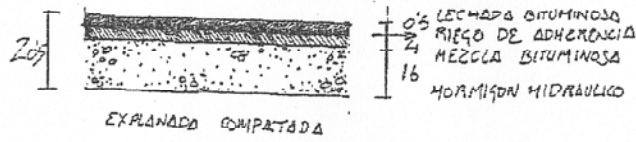
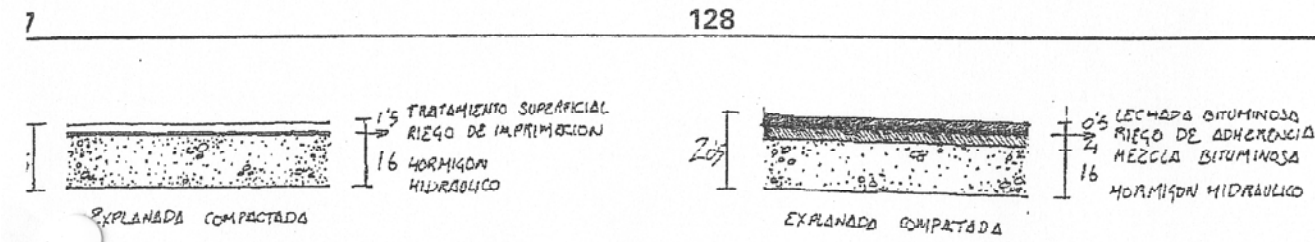
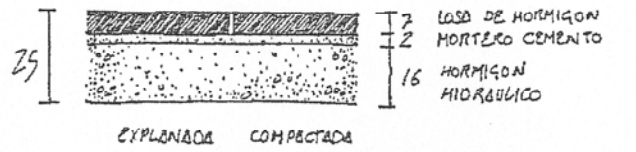
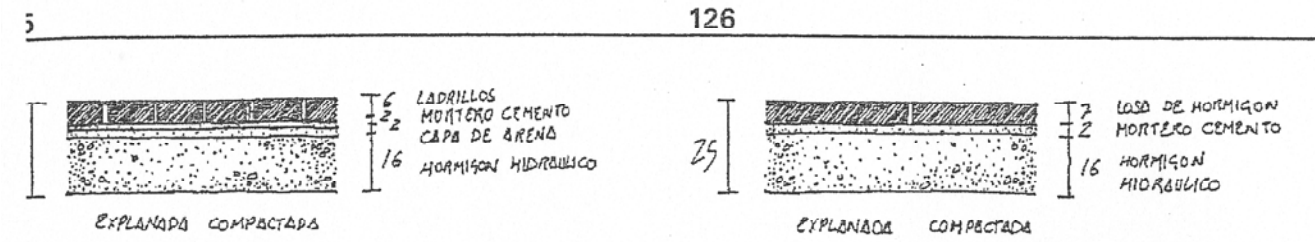
122



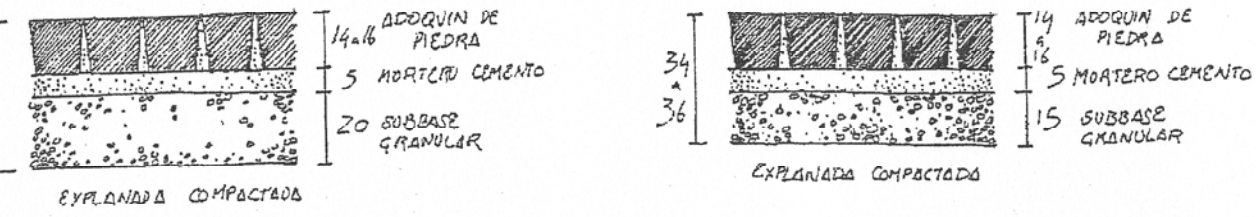
123

124

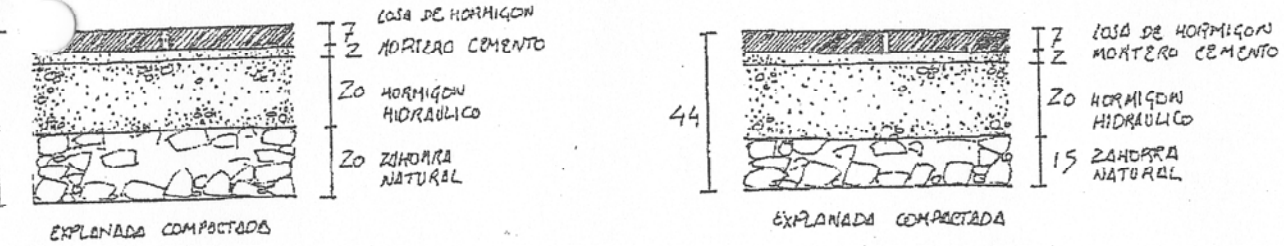




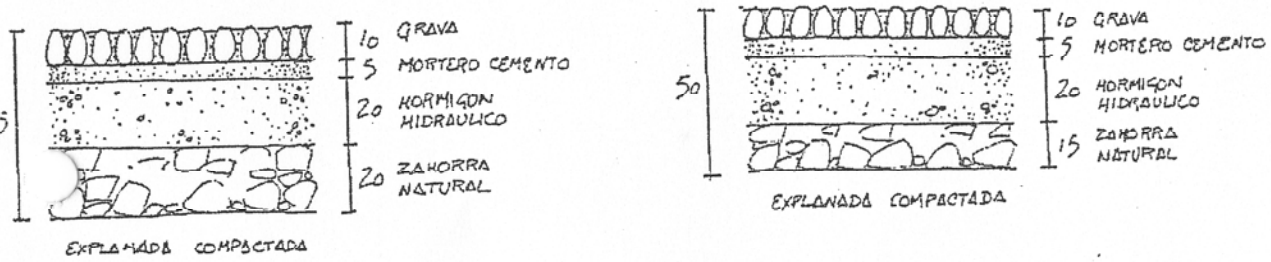
144



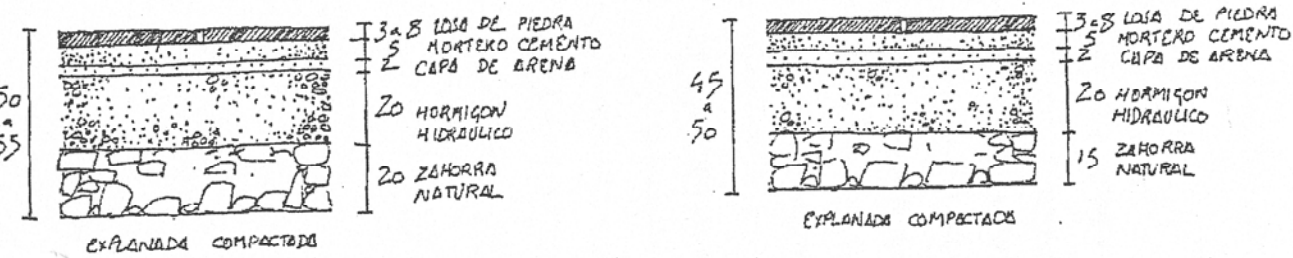
146



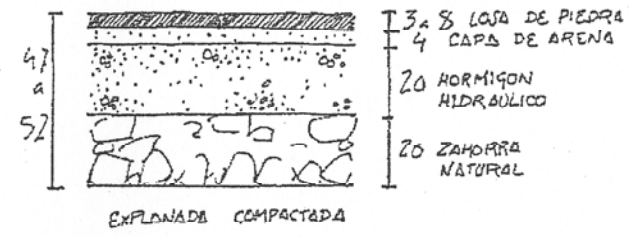
148



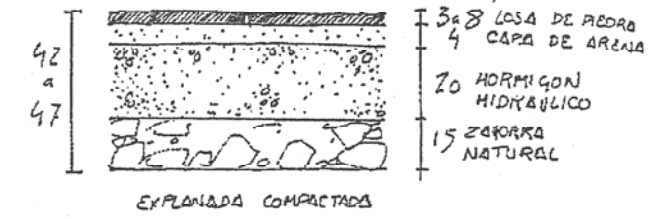
150



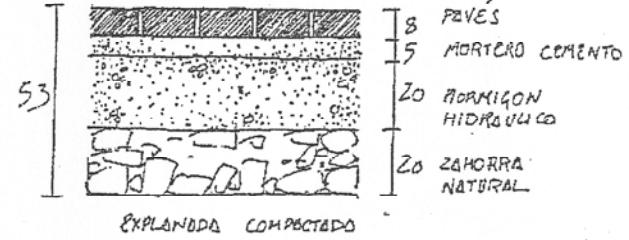
151



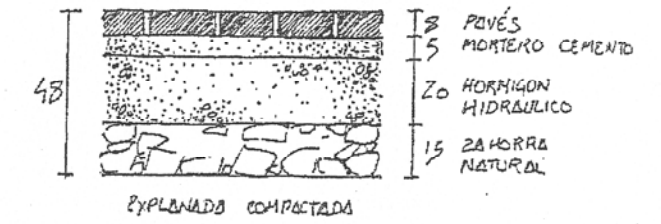
152



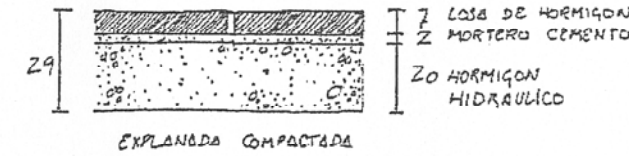
153



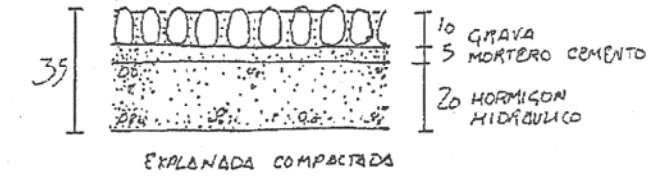
154



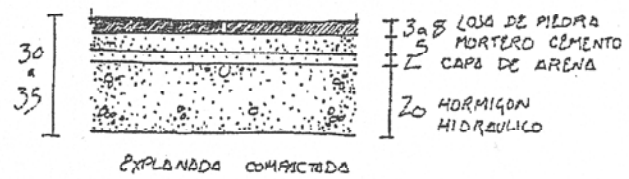
155



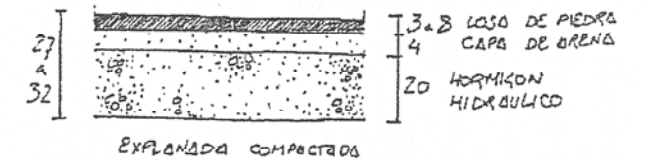
156



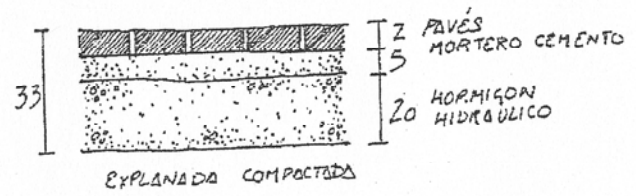
157



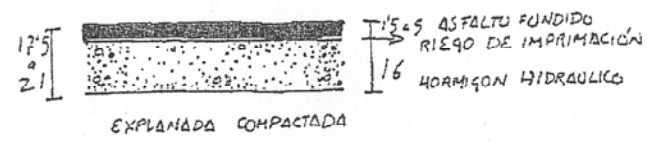
158



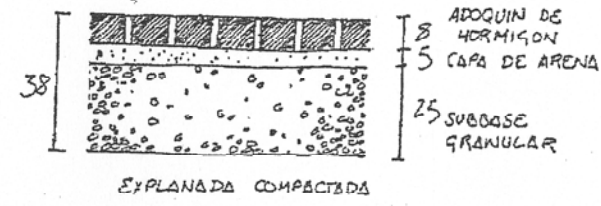
159



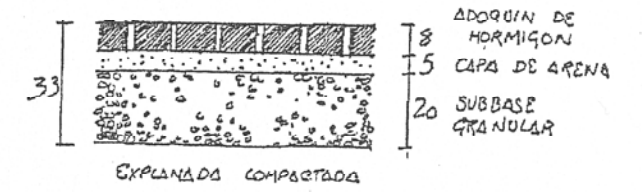
160



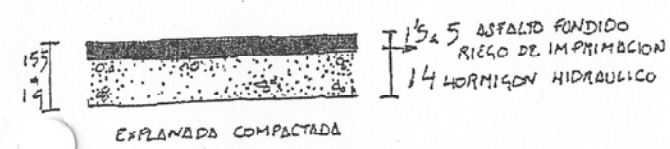
169



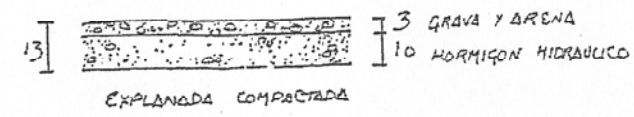
170



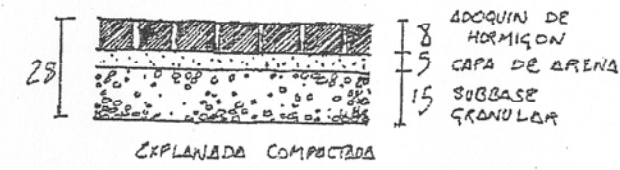
161



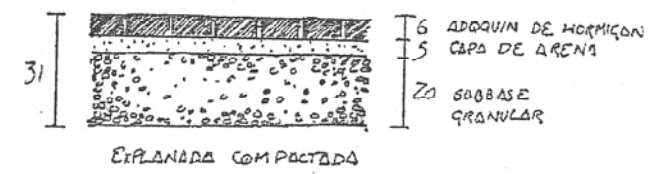
162



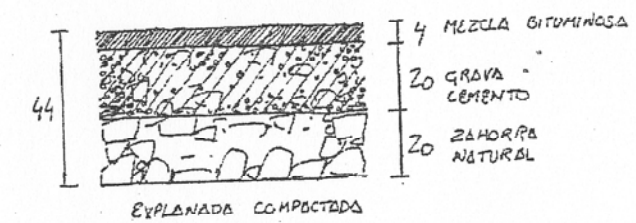
171



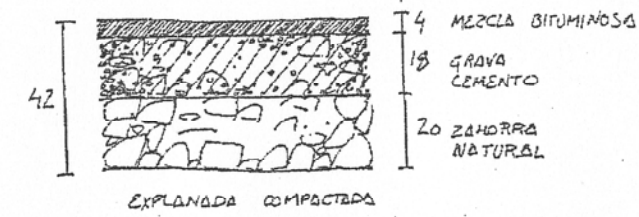
172



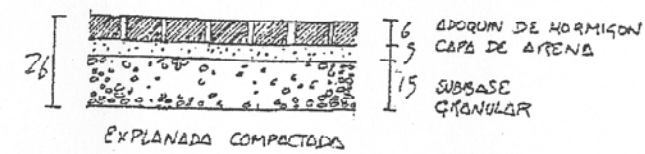
163



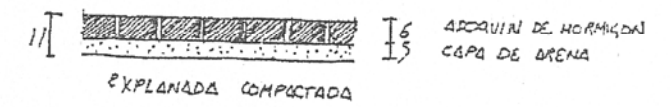
164



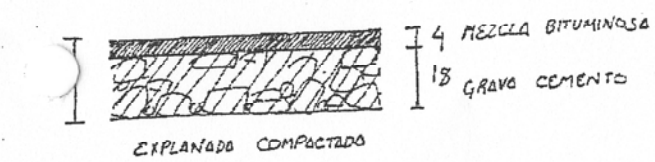
173



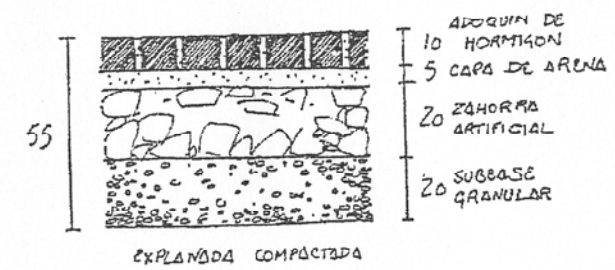
174



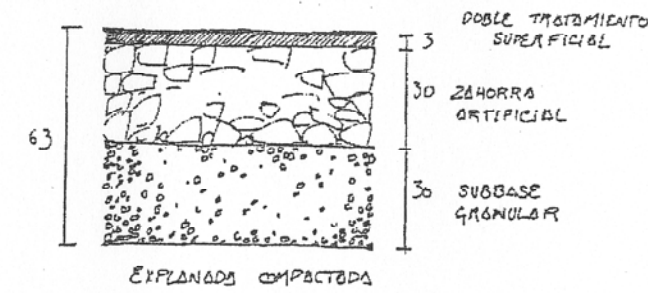
165



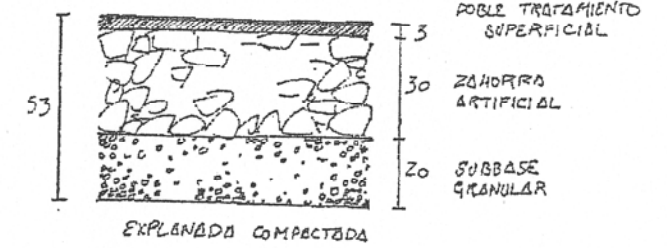
166



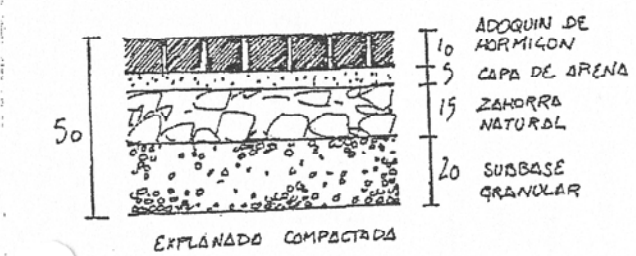
175



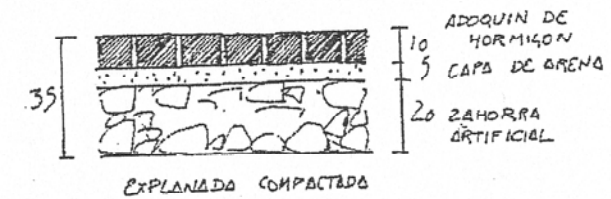
176



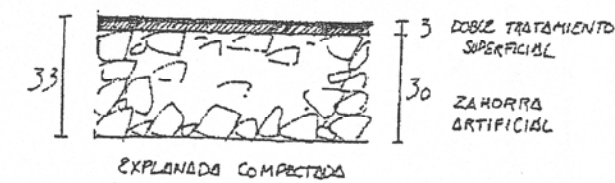
167



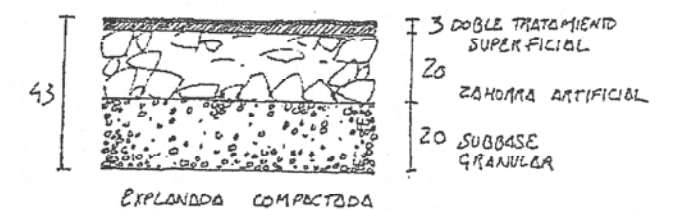
168



177

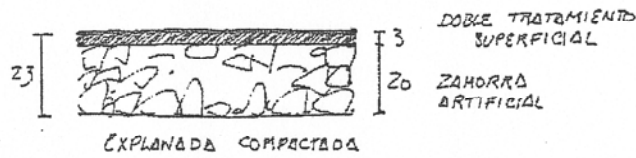
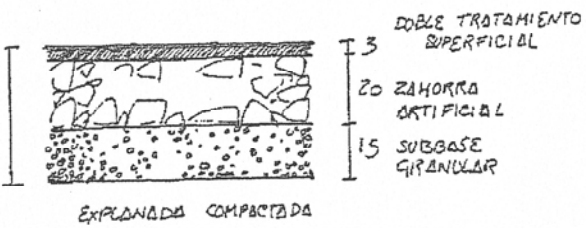


178



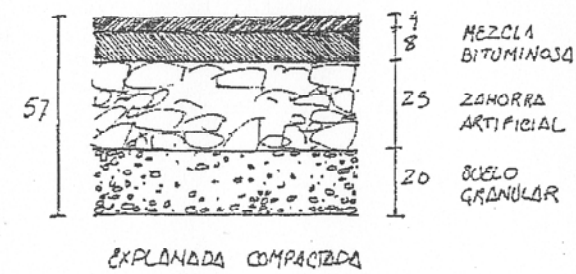
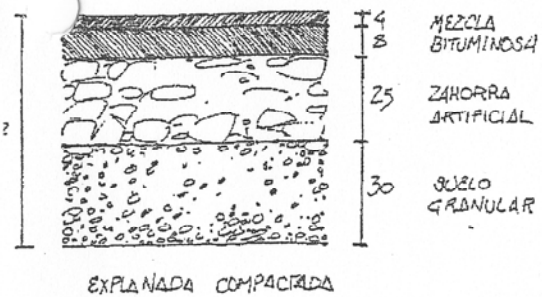
9

180



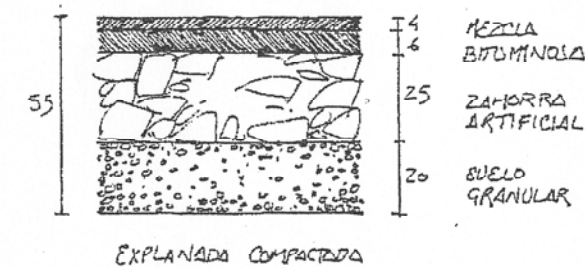
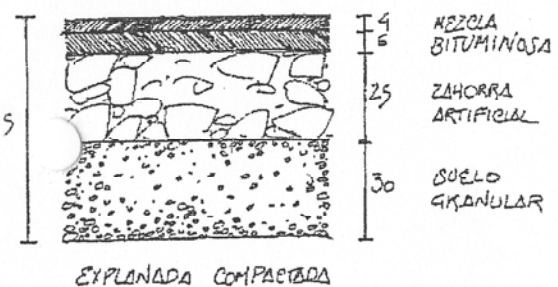
1

182



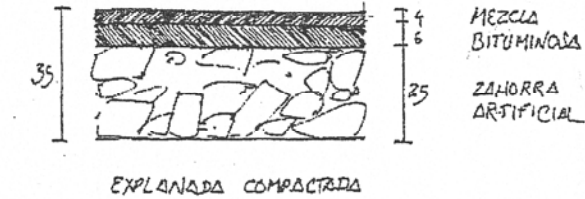
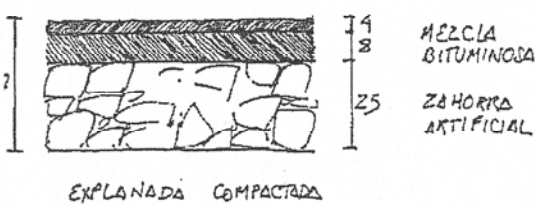
13

184



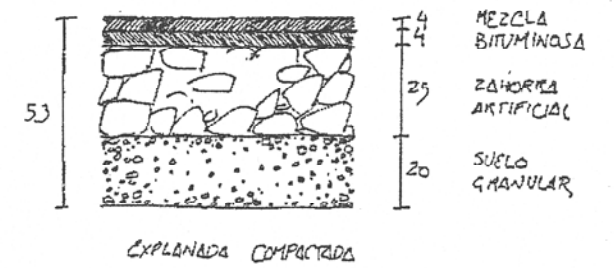
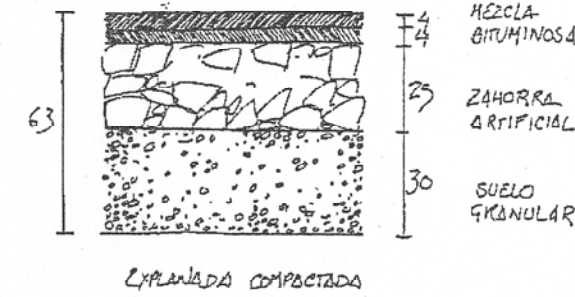
35

186



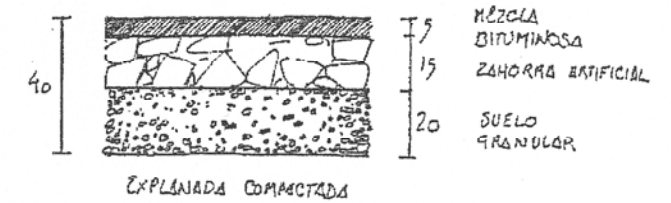
187

188



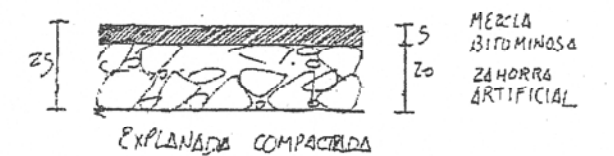
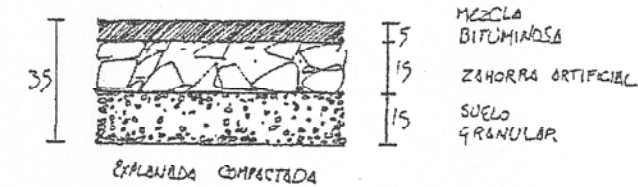
189

190



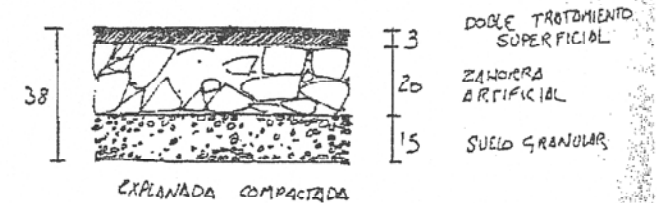
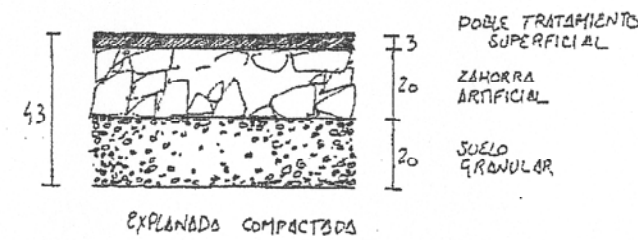
191

192

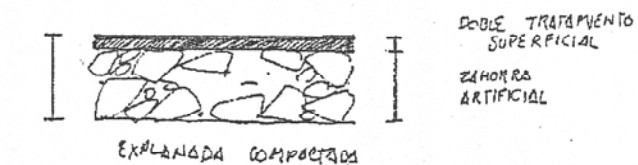


193

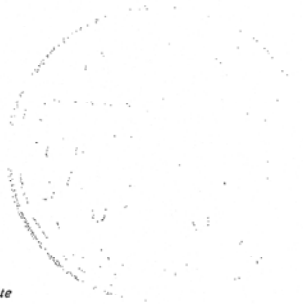
194



195



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA



*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

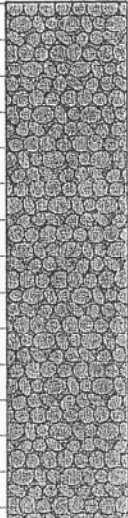
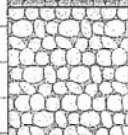


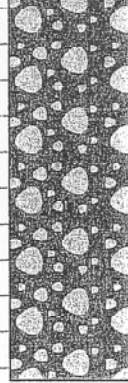
Profundidad en m.	Sección	Naturaleza del terreno	Perforación Clase mm.	PENETRACION											Nivel freático	Observaciones	
				Peso maza kg. Altura caída cm.		N.º golpes para avanzar cm.											Profundidad
				20	40	60	80	100	120	140	160	180					
20		Relleno de ladrillos		[Grid area for penetration data]											8'5		
26		Gravas con hormigón															
38		Arcillas fangosas con ladrillos. Relleno															
60		Arcillas fangosas con ladrillos. Rellenos															
64		Cal y canto. Rellenos															
71		Gravas con arcillas															
94		Arcillas pardo-grisáceas															
124		Arcillas gris-negrusco															
164		Gravas y arenas gruesas con bolos															



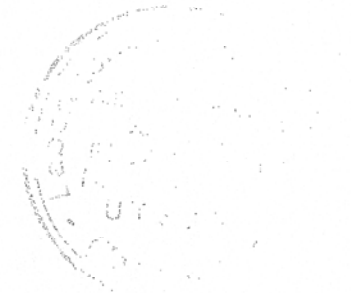
Empezó: _____

Terminó: _____

SONDEO N.º 11bis		Obra: U.7. ECHEGARAY- SAN PABLO Localización: Calzada del Paseo Echegaray a la altura del Puente Santiago Peticionario: AYTO. DE ZARAGOZA			Ref. : ZS-13254 Fecha: 26-07-2004	
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	RQD	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. N30 = N15 + N15
0.20		Asfalto.				
0.30		Relleno de gravas y gravillas con matriz arenosa de grano medio.				
0.55		Relleno de bolos, gravas y gravillas con matriz arenosa de grano medio de color marrón claro.				
1.80		Relleno de gravas y gravillas con algún bolo y matriz limo-arenosa de color marrón. Hacia la base aparecen algunos trozos de hormigón.				
3.70		Relleno limo-arenoso de color marrón con abundantes cantos de grava-gravilla, y algún bolo..				
4.80		Relleno limoso de color marrón oscuro con gravas y gravillas.				
5.00						

SONDEO Nº 13		Obra: U.7. ECHEGARAY- SAN PABLO Localización: Acera del Paseo Echegaray (próximo al muro)	Ref. : ZS-13254			
		Peticionario: AYO. DE ZARAGOZA	Fecha: 10-08-04			
Prof. (m)	Sección	Naturaleza del terreno	RQD	Nivel Freático	Muestras	S.P.T. N30 = N15 + N15
0.10		Relleno con gravas, gravillas, cascotes, ladrillos y limo color marrón.				
						2.40 10 = 5 + 5
						5.00 12 = 3 + 9
7.20		Bolos con matriz limosa de color marrón grisáceo.				7.60 Rechazo
9.20		Gravas y gravillas con matriz arenosa de grano fino-medio de color marrón ocre.				9.60 39 = 19 + 20
10.30		Arena de grano medio de color marrón con algún canto de grava				
10.60		Gravas y gravillas con matriz arenosa de grano medio de color marrón y algún bolo.		8.70 (100804)		12.00 38 = 22 + 16
						15.0 71 = 34 + 37
16.20						

FOTOGRAFÍAS



*Los resultados contenidos en el presente informe, sólo afectan al material sometido a ensayo.
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite*

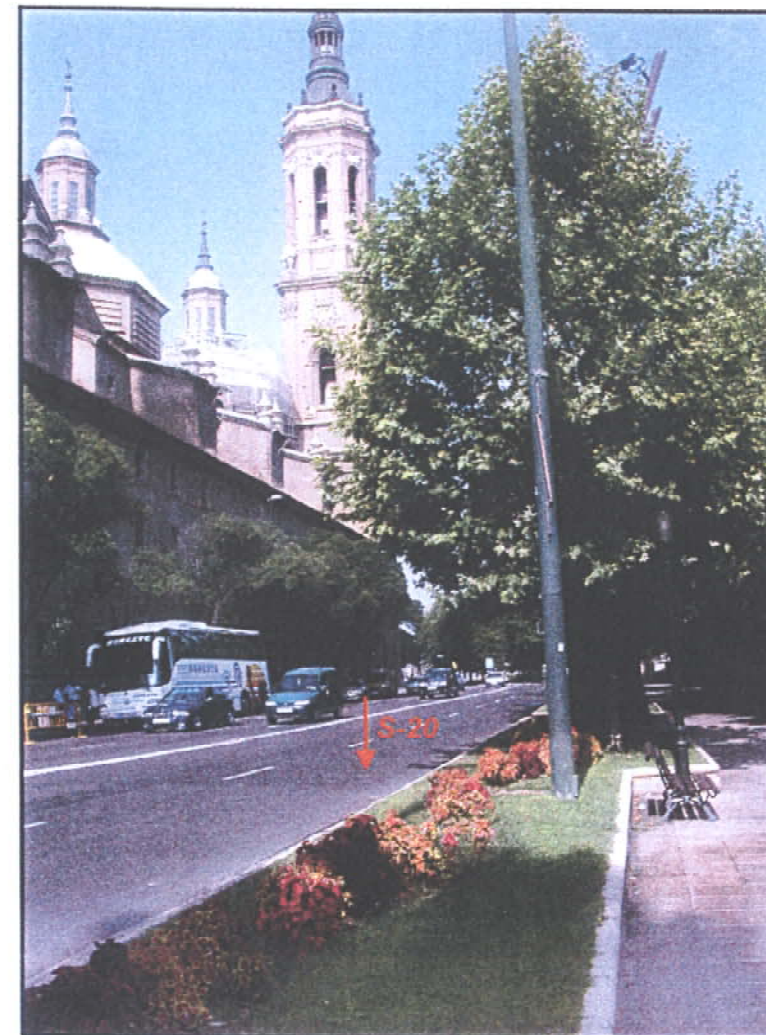
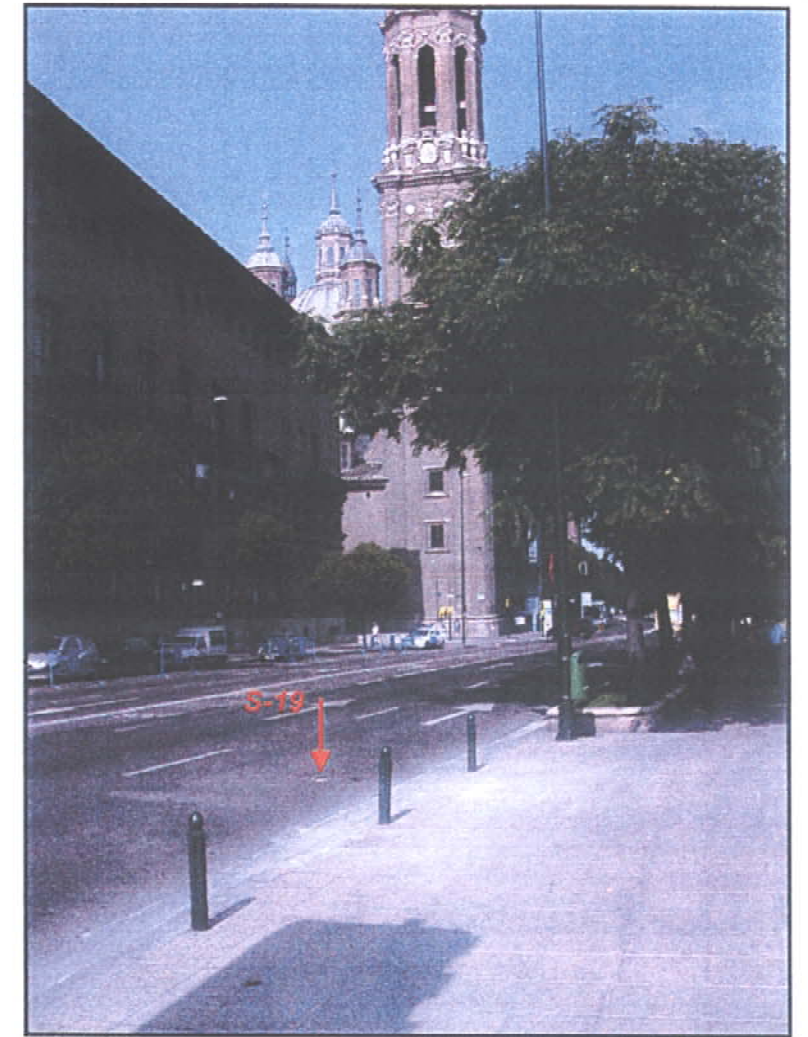


Emplazamiento del sondeo nº 17



Emplazamiento del sondeo nº18

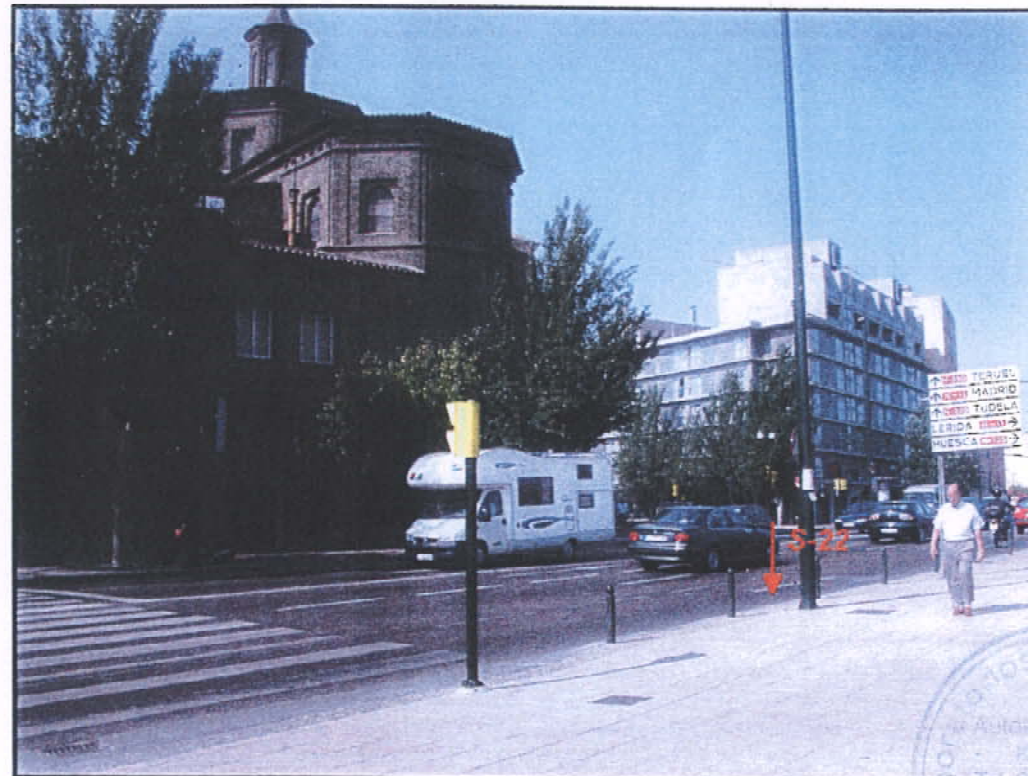
Emplazamiento del sondeo nº 19



Emplazamiento del sondeo nº 20



Emplazamiento del sondeo nº 21



Emplazamiento del sondeo nº 22



Sondeo Nº: S-17
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 0,0 a 3,0



Sondeo Nº: S-17
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 3,0 a 6,0



Sondeo Nº: S-18
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 0,0 a 3,0



Sondeo Nº: S-19
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 0,0 a 3,4



Sondeo Nº: S-19
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 3,4 a 6,1



Sondeo Nº: S-18
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 3,0 a 6,0



Sondeo Nº: S-19
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 9,1 a 11,0





Sondeo Nº: S-20
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 0,0 a 3,0



Sondeo Nº: S-21
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 0,0 a 3,0



Sondeo Nº: S-20
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 3,0 a 9,0



Sondeo Nº: S-22
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 0,0 a 3,0



Sondeo Nº: S-22
Obra: U9 ECHEGARAY - EL PILAR
Prof (metros): De 3,0 a 6,0