

5. ANEXOS A LA MEMORIA

5.1 INFORMACIÓN GEOTECNICA

5.2 PLAN DE CONTROL Y CALIDAD

5.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.4 EFICIENCIA ENERGETICA

5.5 MEMORIA DE CALCULO

5.6 PROYECTO DE INSTALACIONES

5.1 INFORMACIÓN GEOTECNICA

ESTUDIO GEOTÉCNICO

REFERENCIA: 17/8278-01

CLIENTE: AJUNTAMENT DE LLUBÍ

OBRA: LLUBÍ. C/ ROCA LLISA, 10

NOVIEMBRE DE 2017

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 3 |
| 2. GEOLOGÍA DE LA ZONA | 4 |
| 2.1. Rasgos geomorfológicos..... | 4 |
| 2.2. Estratigrafía | 4 |
| 2.3. Nivel freático | 4 |
| 3. TRABAJOS REALIZADOS | 5 |
| 3.1. Sondeos mecánicos..... | 5 |
| 3.2. Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH | 6 |
| 3.3. Ensayos “in situ” | 7 |
| 3.4. Ensayos de laboratorio | 7 |
| 4. GEOTECNIA | 10 |
| 4.1. Materiales perforados | 10 |
| 4.2. Naturaleza y estado de los materiales | 10 |
| 4.3. Características mecánicas de los materiales..... | 12 |
| 4.4. Expansividad | 13 |
| 4.5. Agresividad química del suelo | 14 |
| 4.6. Coeficiente de permeabilidad | 14 |
| 4.7. Acción sísmica | 15 |
| 5. EXCAVABILIDAD | 16 |
| 6. BASES DE DISEÑO | 16 |
| 7. CARGAS ADMISIBLES | 17 |
| 8. CÁLCULO DE ASIENTOS Y COEFICIENTE DE BALASTO | 18 |
| 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 19 |

ANEXOS:

Anexo 1.- Registro de los sondeos y de los ensayo de penetración DPSH

Anexo 2.- Figuras

Anexo 3.- Reportaje fotográfico

Anexo 4.- Resultados de los ensayos de laboratorio

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

A la atención del Excmo. AJUNTAMENT DE LLUBÍ se ha realizado un estudio geotécnico con el objeto de investigar las características y naturaleza de los materiales que conforman el subsuelo del solar nº 10 de la calle Roca Llisa, Llubí (Mallorca, Illes Balears) en el punto aproximado de coordenadas UTM: 500,7 km (E); 4.394,6 km (N) y coordenadas geográficas (3°0'30''E; 39°42'5''N), según el sistema de referencia ETRS-89 proyección UTM HUSO31N.

El solar objeto de estudio está destinado a la construcción de un edificio de una sola planta donde se ubicará la “escoleta” municipal. La superficie de ocupación y total construida es de 450 m² aproximadamente. Construcción tipo C-1 según el CTE (Código Técnico de la Edificación). La superficie de ocupación presenta relieve uniforme y pendiente topográfica subhorizontal. La cota topográfica absoluta es de unos 59 metros por encima del nivel del mar.

Los objetivos de este estudio son determinar la naturaleza y características geotécnicas de los diferentes materiales que conforman el subsuelo, así como las distintas profundidades de cimentación, cargas admisibles y asientos previsibles.

2. GEOLOGÍA DE LA ZONA

2.1. Rasgos geomorfológicos

La isla de Mallorca está conformada, desde el punto de vista geológico y morfológico, por tres unidades; la Serra de Tramuntana, el Llano Central y las Serres de Llevant.

Dentro de la unidad del Llano Central se distinguen cuatro dominios: Llano de Palma, Llano de Inca-Sa Pobla, Llano de Campos-Manacor y Serres Centrals. El solar estudiado se sitúa en el núcleo urbano de Llubí del Llano de Inca-Sa Pobla.

2.2. Estratigrafía

El sustrato del solar en estudio está constituido por una alternancia de capas de arcillas verdes y capas de calizas. Estos materiales se interpretan de edad Mioceno medio equivalentes a la unidad sedimentaria Calizas de sa Verdera.

Superficialmente existe un suelo edáfico (tierra vegetal con gravas y vegetación).

2.3. Nivel freático

No se ha detectado nivel de agua en los sondeos, ni en los ensayos de penetración dinámica DPSH a fecha de su realización (29 de septiembre y 2 de octubre de 2017).

3. TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos de reconocimiento realizados comprenden las siguientes actuaciones:

- Recopilación de datos bibliográficos de la geología de la zona.
- Consulta de mapas geológicos y topográficos de la zona.
- Sondeos mecánicos.
- Ensayos de penetración dinámica DPSH.
- Ensayos “in situ”; ensayos de penetración dinámica SPT y toma de muestra inalterada (MI).
- Ensayos de laboratorio.

3.1. Sondeos mecánicos

La campaña ha consistido en la realización de **2 sondeos** a rotación, con extracción de testigo continuo, llamados **S-1** y **S-2**.

La situación de los sondeos se esquematiza en la figura 1 (Anexo 2). La profundidad del sondeo S-1 ha sido de 6,0 m y la profundidad del sondeo S-2 ha sido de 7,0 m, totalizándose 13,0 metros lineales de perforación.

Para la realización de la columna litológica (Registro de los sondeos y de los ensayos de penetración DPSH, Anexo 1) se ha tomado como cota cero la cota de la boca de los sondeos.

La sonda empleada ha sido la ROLATEC-RL 150 C, batería doble y sencilla de diámetro 101 y 86 milímetros con corona de widia, cuando ha sido necesario se ha revestido el sondeo con diámetro 98 mm.

En el Anexo 1.- Registro de los sondeos y de los ensayos de penetración DPSH, se detallan los métodos de perforación, las cotas donde se han aplicado y se describen los diferentes materiales sondeados.

Las figuras 2, 3 y 4 (Anexo 2) muestran tres correlaciones entre los sondeos S-1, S-2 y los ensayos penetrométricos P-1 y P-2, de dirección S-N, WSW-ENE y SE-NW respectivamente. Para su realización se ha tomado como cota cero la cota de la calle Roca Llisa quedando la boca de los sondeos S-1 y S-2 y de los ensayos penetrométricos P-1 y P-2 a cota -1,0 m respecto a la cota de la calle. Estas secciones estratigráficas son tres posibles interpretaciones de correlación de los materiales que conforman el sustrato del solar objeto de estudio.

En el Anexo 3.- Reportaje fotográfico pueden observarse los testigos y muestras extraídos del sondeo S-1 (fotografía 1), los testigos y muestras extraídos del sondeo S-2 (fotografía 2), un detalle de la realización del sondeo S-1 (fotografía 3), un detalle de la realización del sondeo S-2 (fotografía 4), un detalle de la realización del ensayo penetrométrico P-1 (fotografía 5), un detalle de la realización del ensayo penetrométrico P-2 (fotografía 6), una vista del solar en estudio desde la calle Roca Llisa (fotografía 7) y una vista del interior del solar en estudio (fotografía 8).

3.2. Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH

Se han realizado dos ensayos de “Penetración Dinámica Superpesada DPSH”, UNE-EN ISO 22476-2/08, llamados P-1 y P-2 (ver figura 1 Anexo 2). Este ensayo se basa en la medida de la resistencia que ofrece el suelo al avance del penetrómetro, una puntaza cónica. Esta medida se lleva a cabo registrando los golpes necesarios para hacer avanzar el penetrómetro cada 20 cm, de tal manera que obtenemos unos valores llamados N_{20} , es decir, el número de golpes, en cada serie de 20 cm de avance.

Los golpes los realiza una masa de 63,5 kg cayendo libremente desde una altura de 76 cm. El ensayo finaliza cuando en una serie se han hecho 100 golpes y no se ha conseguido avanzar 20 cm.

En los ensayos realizados a día 29 de septiembre y 2 de octubre de 2017, se ha llegado a una profundidad de 3,50 m en el ensayo P-1 y a una profundidad de 1,23 m en el ensayo P-2, profundidades a las que se ha encontrado una capa resistente.

El resultado de los penetrómetros se expone en el Anexo 1.- Registro de los sondeos y de los ensayos DPSH.

3.3. Ensayos “in situ”

A medida que se profundizaba en los sondeos se realizaron cuatro ensayos de penetración dinámica SPT (Ensayo Normal de Penetración) según la NORMA UNE-EN ISO 22476-3/06 y un ensayo de toma de muestra inalterada (MI) según la NORMA ASTM-D 3550/84.

En las hojas de Registro de los sondeos y de los ensayos de penetración DPSH (Anexo 1) se indica el nivel en el que se ha realizado este ensayo, así como los valores de golpeo.

De forma resumida, la realización del ensayo SPT consiste en clavar 60 centímetros en el terreno un cono normalizado, contando el número de golpes necesario para penetrar tramos de 15 cm. Se realiza mediante una masa de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm.

Los valores de golpeo de los dos tramos centrales de 15 cm sumados llevan al parámetro N_{spt} , correlacionándose en el caso del ensayo MI, $N_{spt} = 2/3 N_{MI}$. Cuando el terreno es muy resistente se para la prueba cuando se aplican 50 golpes para un tramo de 15 cm (RECHAZO, R) anotándose la penetración realizada.

3.4. Ensayos de laboratorio

En una muestra SPT tomada en el sondeo S-1 de 1,80 a 2,40 metros de profundidad y en una muestra inalterada (MI) tomada en el sondeo S-2 de 3,00 a 3,45 m de profundidad, se han efectuado los siguientes ensayos de laboratorio:

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO

3.4.1. Descripción de la muestra: Basada en el tamaño de las partículas, textura, color, etc.

3.4.2. Análisis granulométrico; según la NORMA UNE 103101/95.

Es una distribución del tamaño de las partículas de suelo. Se realiza por tamizado y se presenta con una curva que en abscisas (en escala logarítmica) señala la obertura de tamices y en ordenadas el porcentaje en peso de partículas de diámetro inferior al correspondiente tamiz.

La granulometría se realizó utilizando dieciocho tamices de la serie UNE. En la tabla siguiente se indica la designación y obertura de cada tamiz en milímetros:

| ABERTURA TAMICES UNE (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|------|----|-----|---|---|-----|------|------|-----|------|------|
| 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12,5 | 10 | 6,3 | 5 | 2 | 1,6 | 1,25 | 0,63 | 0,4 | 0,16 | 0,08 |

Se ha utilizado la siguiente clasificación de suelos según el tamaño de sus partículas:

| DEFINICIÓN | TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS |
|------------|--------------------------|
| BOLOS | > 63 mm |
| GRAVAS | Entre 2,00 mm y 63 mm |
| ARENAS | Entre 0,08 mm y 2,00 mm |
| FINOS | < 0,08 mm |

3.4.3. Límites de Atterberg (líquido y plástico)

Marcan una separación en los estados sólido, plástico y líquido de un suelo. NORMA UNE 103103/94 y UNE 103104/93.

3.4.4. Determinación de la densidad de una muestra de suelo mediante el método geométrico, según la norma UNE 103602/96.

ENSAYOS DE HINCHAMIENTO

3.4.5. Ensayo de presión máxima de hinchamiento según la norma UNE 103602/95.

ENSAYOS VARIOS

3.4.6. Determinación cualitativa de sulfatos según la NORMA UNE 103202/85.

La clasificación utilizada para la descripción de los suelos es la del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Los resultados de los ensayos se incluyen en el Anexo 4.- Resultados de los Ensayos de Laboratorio.

4. GEOTECNIA

4.1. Materiales perforados

A partir de los trabajos realizados se han diferenciado **tres unidades litológico-geotécnicas**. Grupo de terreno T-1 según el CTE. Los materiales que constituyen estas unidades son:

| UNIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-----------|--|
| T | Tierra vegetal con algo de gravas. Tensión admisible 0,0 kg/cm ² . |
| ML | Limos beige y marrones con arenas y gravas. Comportamiento de suelo granular de compacidad DENSA y expansividad BAJA. |
| GC | Alternancia de capas centimétricas de calizas, margas verdes y calcarenitas. Comportamiento de suelo granular de compacidad DENSA a MUY DENSA y expansividad BAJA. |

4.2. Naturaleza y estado de los materiales

A partir de los distintos ensayos realizados se obtiene y se deduce:

4.2.1. Granulometría

A partir de los ensayos realizados obtenemos los siguientes valores en tanto por ciento de gravas, arenas y finos:

| UNIDAD | MUESTRA | % GRAVAS | % ARENAS | % FINOS |
|--------|-----------------------|----------|----------|---------|
| ML | S-1 (1,80-2,40 m) SPT | 24,0 | 21,9 | 54,1 |
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | 64,2 | 9,6 | 26,1 |

4.2.2. Humedad natural, densidades, límites de Atterberg y tipo de suelo

A continuación se indican la humedad natural (ω) en %, la densidad seca (ρ_d), la densidad aparente (ρ_{ap}) y la densidad saturada (ρ_s) expresada en g/cm³; los límites líquido y plástico (LL y LP), el índice de plasticidad (IP), la clasificación según el gráfico de plasticidad de Casagrande (CAS) para la fracción fina de las muestras y el tipo de suelo según el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

| UNIDAD | MUESTRA | DENSIDADES | | | ω | PLASTICIDAD | | | CAS | SUCS |
|--------|-----------------------|------------|-------------|----------|----------|-------------|------|------|-----|------|
| | | ρ_d | ρ_{ap} | ρ_s | | LL | LP | IP | | |
| ML | S-1 (1,80-2,40 m) SPT | - | - | - | 1,6 | 25,1 | 14,3 | 10,8 | CL | CL |
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | 1,51 | 1,79 | 1,88 | 12,3 | 32,1 | 18,0 | 14,1 | CL | GC |

4.2.3. Índice de fluidez

| UNIDAD | MUESTRA | ÍNDICE DE FLUIDEZ | GRADO DE FLUIDEZ ¹ |
|--------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|
| ML | S-1 (1,80-2,40 m) SPT | -1,2 | SÓLIDO |
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | -0,4 | SÓLIDO |

4.2.4. Índice de desecación

| UNIDAD | MUESTRA | ÍNDICE DESECCACIÓN |
|--------|-----------------------|--------------------|
| ML | S-1 (1,80-2,40 m) SPT | 0,1 |
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | 0,7 |

4.2.5. Compacidad del terreno

Los valores obtenidos de compacidad son los siguientes:

| UNIDAD | ENSAYO | Nspt | COMPACIDAD |
|--------|------------------------|-------|------------|
| ML | S-1 (1,80-2,40 m) SPT | 80 | MUY DENSA |
| ML | S-2 (1,80-2,40 m) SPT | 49 | DENSA |
| ML | P-1 (1,40-2,80 m) DPSH | 41 | DENSA |
| GC | S-1 (4,00-4,23 m) SPT | R (8) | MUY DENSA |
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | 55 | MUY DENSA |
| GC | S-2 (6,00-6,60 m) SPT | 35 | DENSA |
| GC | P-1 (2,80-3,50 m) DPSH | 71 | MUY DENSA |
| GC | P-2 (0,60-1,23 m) DPSH | 50 | MUY DENSA |

¹ Grado de fluidez: SÓLIDO- PLÁSTICO-LÍQUIDO

Compacidad de los materiales determinada a partir del siguiente cuadro:

| N_{spt} | COMPACIDAD DEL TERRENO |
|-----------|------------------------|
| < 4 | MUY FLOJA |
| 4 a 10 | FLOJA |
| 11 a 30 | MEDIA |
| 31 a 50 | DENSA |
| > 50 | MUY DENSA |

4.3. Características mecánicas de los materiales

A partir de los ensayos realizados obtenemos:

4.3.1. Densidad aparente (ρ_{ap}), cohesión efectiva (c') y ángulo de rozamiento interno efectivo (ϕ')

A continuación se indican los valores de densidad aparente (ρ_{ap}), cohesión efectiva (c') y ángulo de rozamiento interno efectivo (ϕ'), según los parámetros obtenidos para las distintas unidades descritas:

| UNIDAD | ρ_{ap} (g/cm ³) | c' (kg/cm ²) | ϕ' (°) |
|--------|----------------------------------|----------------------------|-------------|
| T | 1,5 | 0,0 | 25 |
| ML | 1,8 | 0,05 | 39 |
| GC | 1,8 | 0,05 | 40 |

4.3.2. Número de golpes según el ensayo de penetración dinámica (SPT), el ensayo de toma de muestra inalterada (MI) y a partir del N_{20} obtenido en los ensayos penetrométricos DPSH: (N_{spt})

| UNIDAD | ENSAYO | N_{spt}^2 |
|--------|------------------------|-------------|
| T | P-1 (0,00-1,40 m) DPSH | 18 |
| T | P-2 (0,00-0,60 m) DPSH | 18 |

² $N_{spt} = 3/2 N_{20} = 2/3 N_{MI}$

| UNIDAD | ENSAYO | Nspt |
|--------|------------------------|--------------------|
| ML | S-1 (1,80-2,40 m) SPT | 80 |
| ML | S-2 (1,80-2,40 m) SPT | 49 |
| ML | P-1 (1,40-2,80 m) DPSH | 41 |
| GC | S-1 (4,00-4,23 m) SPT | R (8) ³ |
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | 55 |
| GC | S-2 (6,00-6,60 m) SPT | 35 |
| GC | P-1 (2,80-3,50 m) DPSH | 71 |
| GC | P-2 (0,60-1,23 m) DPSH | 50 |

4.4. Expansividad

Para la determinación de la presión máxima de hinchamiento de los materiales que constituyen el subsuelo del solar en estudio, se han realizado los siguientes ensayos:

| UNIDAD | MUESTRA | Presión máxima de hinchamiento (kg/cm ²) |
|--------|----------------------|--|
| GC | S-2 (3,00-3,45 m) MI | 0,0316 |

Para la determinación del grado de expansividad de los diferentes materiales que constituyen el subsuelo del área estudiada se han utilizado los siguientes criterios:

| EXPANSIVIDAD | BAJA | MEDIA | ALTA | MUY ALTA |
|---|-------|---------|---------|----------|
| % < 0,080 mm | < 30 | 30-60 | 60-95 | > 95 |
| Límite Líquido | < 30 | 30-40 | 40-60 | > 60 |
| Índice de Plasticidad | < 18 | 18-25 | 25-40 | >35 |
| Cambio Potencial de Volumen | < 2 | 2-4 | 4-6 | > 6 |
| Presión de Hinchamiento (kg/cm ²) | < 0,3 | 0,3-1,2 | 1,2-3,0 | > 3 |
| Hinchamiento Libre (%) | < 1 | 1-5 | 3-10 | > 10 |
| Compresión Simple (kg/cm ²) | < 1 | 1-3 | 3-6 | > 6 |

Grado de expansividad:

| UNIDAD | EXPANSIVIDAD |
|--------|--------------|
| ML | BAJA |
| GC | BAJA |

³ RECHAZO, entró 8 cm

4.5. Agresividad química del suelo

En el ensayo realizado en la muestra SPT tomada en el sondeo S-1 de 1,80 a 2,40 metros de profundidad y correspondiente a la unidad ML (limos beige y marrones con arenas y gravas), para la determinación cualitativa del contenido en sulfatos del suelo, se ha obtenido un resultado de **ausencia** de sulfatos, lo que no representa riesgo químico por sulfatos sobre los elementos de cimentación debido al terreno.

El resultado de dicho ensayo se presenta en el Anexo 4.- Resultados de los ensayos de laboratorio.

4.6. Coeficiente de permeabilidad

A continuación se dan los coeficientes de permeabilidad del terreno (k_s) para cada una de las unidades geotécnicas diferenciadas:

| UNIDAD | k_s (cm/s) |
|--------|---------------------|
| T | $\leq 10^{-5}$ |
| ML | $\leq 10^{-5}$ |
| GC | $10^{-2} - 10^{-5}$ |

Los coeficientes de permeabilidad del terreno hacen referencia a los valores de la tabla 2.1 del Documento Básico-Salubridad, del Código Técnico de la Edificación de marzo de 2006:

| Coeficiente de permeabilidad del terreno | | |
|--|--------------------------------|-------------------------|
| $k_s \geq 10^{-2}$ cm/s | $10^{-5} < k_s < 10^{-2}$ cm/s | $k_s \leq 10^{-5}$ cm/s |

Los valores del coeficiente de permeabilidad se han determinado a partir de la tabla D.28 del Documento Básico SE-C Seguridad Estructural Cimientos, Código Técnico de la Edificación de marzo de 2006:

| TIPO DE SUELO | k_s (cm/s) |
|---|---------------------|
| Grava limpia | > 10 |
| Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia | $10 - 10^{-3}$ |
| Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas | $10^{-3} - 10^{-7}$ |
| Arcilla | $< 10^{-7}$ |

4.7. Acción sísmica

En el presente apartado se caracteriza el terreno y se dan los coeficientes a emplear para realizar, en caso necesario, el dimensionado bajo el efecto sísmico.

Según el mapa de peligrosidad sísmica de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02, la **aceleración sísmica básica (a_b)** en la isla de Mallorca es de **0,04 g**, siendo **g** la aceleración de la gravedad.

A continuación se indica el tipo de terreno y el coeficiente del terreno (C) correspondiente, para cada unidad geotécnica diferenciada en el presente estudio geotécnico, según la norma sismorresistente NCSE-02:

| UNIDAD | TIPO DE TERRENO | C |
|--------|-----------------|-----|
| ML | II | 1,3 |
| GC | II | 1,3 |

La norma de construcción sismorresistente NSCE-02, clasifica los terrenos en los cuatro tipos siguientes (también se indica el coeficiente del terreno (C) correspondiente a cada tipo):

| TIPO I | TIPO II | TIPO III | TIPO IV |
|---|---|---|--|
| C = 1,0 | C = 1,3 | C = 1,6 | C = 2,0 |
| Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso | Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros | Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme | Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando |

5. EXCAVABILIDAD

La excavación de los materiales que constituyen las unidades T (tierra) y ML (limos con arenas y gravas) puede realizarse con maquinaria convencional de potencia media mediante la CUCHARA.

Los materiales que constituyen la unidad GC (alternancia de capas de calizas, margas y areniscas) puede realizarse con dificultad (“rascan”) con la CUCHARA, pudiendo llegar a ser necesario el uso del MARTILLO HIDRÁULICO (“puntero”) para las capas de roca de mayor espesor.

6. BASES DE DISEÑO

Cualquier cimentación para estar correctamente diseñada debe cumplir las condiciones siguientes:

- Transmitir al terreno las cargas de la estructura garantizando una seguridad suficiente frente a rotura y hundimiento, y unas deformaciones o asentamientos tolerables. En la práctica habitual se suele adoptar un coeficiente de seguridad $F = 3$.
- Debe poseer suficiente resistencia como elemento estructural.
- No debe estar afectada por agentes externos, naturales (agresividad de las aguas o del terreno, modificaciones del nivel freático, cambios de volumen del terreno, etc.) o artificiales (excavaciones próximas, etc.).
- Las cimentaciones se deberán dimensionar y construir de manera que no se produzcan daños en estructuras o edificaciones próximas.

7. CARGAS ADMISIBLES

Las cargas verticales admisibles (q_{adm}) calculadas para las distintas unidades diferenciadas son:

| UNIDAD | q_{adm} en kg/cm ² |
|--------|---------------------------------|
| T | 0,0 |
| ML | > 2,5 |
| GC | > 3,0 |

El cálculo de la tensión admisible de las unidades ML (limos con arenas y gravas) y GC (alternancia de capas centimétricas de calizas, margas y areniscas) se ha realizado a partir del Documento Básico SE-C del Código Técnico de la Edificación (marzo de 2006) según la siguiente expresión:

$$q_{adm} = K_{sp} \times q_u$$

$$K_{sp} = (3 + (s/B)) / (10 \times (1 + 300(a/s)))^{1/2}$$

Siendo:

q_{adm} = carga admisible, factor de seguridad de 3 a la carga de hundimiento

q_u = resistencia a la compresión simple de la roca sana

s = espaciamiento de las discontinuidades

B = ancho de la cimentación

a = apertura de las discontinuidades

8. CÁLCULO DE ASIENTOS Y COEFICIENTE DE BALASTO

Los incrementos de tensiones que se producen en el terreno al aplicar las cargas de cimentación llevan aparejados necesariamente unos movimientos, cuya magnitud depende de la deformabilidad del suelo. Estos movimientos suelen tener como componente principal la vertical y se denominan asientos. En el cálculo de la cimentación se establece una limitación de asientos de forma que no se produzcan daños en las estructuras y cerramientos, y que no se altere la funcionalidad de la construcción.

Los asientos dependen del incremento de las tensiones en el terreno, de la naturaleza del terreno y del tipo de cimentación. El cálculo de asientos se ha realizado mediante el método elástico.

Para una cimentación superficial por zapatas cuadradas de ancho: $B = 2,0$ m, cota de cimentación recomendada en el presente informe y tensión de trabajo máxima: $q_t = 5,0$ kgcm², se obtienen los siguientes **asientos máximos**:

| SONDEO | ASIENTO MÁXIMO (mm) |
|--------|---------------------|
| S-1 | 3,4 |
| S-2 | 3,3 |

A continuación se indica el **coeficiente de balasto** para placas de $(0,30 \times 0,30)$ m² (**K₃₀**), calculado a partir de las expresiones del CTE:

$$K_{30} = 17,4 \text{ kg/cm}^3$$

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los datos y resultados expuestos anteriormente, se detallan a continuación las siguientes recomendaciones para el edificio a construir:

- NO SE DEBE CIMENTAR en la unidad T (tierra vegetal) debido a la posibilidad de asentamientos originados por el incremento de tensión en un suelo con materia orgánica, por su descomposición, consolidación y colapso.
- SE RECOMIENDA CIMENTAR sobre los materiales que constituyen las unidades ML (limos con arenas y gravas) y GC (alternancia de capas centimétricas de calizas, margas y areniscas) situadas por debajo de la unidad T (tierra).
- Las COTAS DE CIMENTACIÓN recomendadas son; en el sondeo S-1 a partir de 1,50 m, en el sondeo S-2 a partir de 1,80 m, en el ensayo penetrométrico P-1 a partir de 1,40 m y en el ensayo penetrométrico P-2 a partir de 0,60 m de profundidad. Estas profundidades están medidas a partir de la boca de los sondeos y de los ensayos penetrométricos a fecha de realización de los mismos (29 de septiembre y 2 de octubre de 2017).
- La cota de cimentación recomendada está condicionada a la total excavación de la unidad T (tierra).
- El tipo de cimentación recomendado es una **cimentación superficial directa**. La tensión de trabajo recomendada es IGUAL o INFERIOR a **2,50 kg/cm²**.
- Para una cimentación superficial por zapatas de dimensiones: (BxL) = (1,0x1,0) m², cota de cimentación recomendada en el presente informe y tensión de trabajo: $q_t = 2,50 \text{ kg/cm}^2$, se obtienen **asientos máximos inferiores a 0,50 cm** (admisibles según la norma NBE-AE-88 para edificios con estructura de hormigón armado).

- Se obtiene una **distorsión angular máxima de 1/1179** (inferior a 1/500: límite de seguridad para muros de carga y tabiques de estructuras reticuladas según el Documento Básico SE-C Cimentaciones del Código Técnico de la Edificación de marzo de 2006).
- El coeficiente de balasto para placas de (0,30x0,30) m² (K₃₀), calculado a partir de las expresiones del CTE, es: **K₃₀ = 17,4 kg/cm³**.
- A partir de los ensayos realizados, **no se espera** ningún tipo de **expansividad (retracciones o hinchamientos)** en los materiales de potencial apoyo de la cimentación.
- **No** se ha detectado **nivel freático** a fecha de realización de los trabajos de campo (29 de septiembre y 2 de octubre de 2017), ni se espera presencia de nivel freático alguno que pueda llegar a afectar a los elementos de la cimentación.
- A partir del resultado de determinación cualitativa de sulfatos según la norma UNE 103202/95, **no se espera ningún tipo de agresividad química** a los elementos de la cimentación debida al terreno.

Estamos a vuestra disposición para la aclaración o consulta de cualquier cuestión relacionada con el contenido de este informe.

Noviembre de 2017,

REDACCIÓN DE INFORME

Mateu Oliver Munar

Geólogo, colegiado 3174








**Instituto de Gestión
Técnica de Calidad, s.l.u.**

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

Anexo 1.- Registro de los sondeos y de los ensayos de penetración dinámica DPSH

| TIPO DE SONDEO RW=ROTACIÓN WIDIA DIÁMETRO en mm | | SITUACIÓN: Llubí. C/ Roca Llisa, 10 | | SONDEO-1 Hoja 1 de 1 | | | | | | |
|--|----------------|-------------------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------------|--------|--------------|--------------|--|
| DIÁMETRO Y TIPO DE PERFORACIÓN | NIVEL FREÁTICO | PROFUNDIDAD (m) | CORTE LITOLÓGICO | UNIDAD | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | % RECUPERACIÓN DEL TESTIGO | R.Q.D. | TIPO ENSAYOS | PROF. (m) | Nº DE GOLPES/15 cm R(10)=Rechazo, entró 10 cm |
| | | | | | | 0 50 100 | 50 100 | | | 15 30 45 60 |
| RW-101 | | 1,50 |  | T | Tierra vegetal con algunas gravas. | | | | | |
| | | 2,80 |  | ML | Limos con arenas y gravas. | | | SPT | 1,80 2,40 | 20 40 40 55 |
| RW-86 | | 6,00 |  | GC | Alternancia de capas centimétricas de calizas y capas de margas. Comportamiento de suelo granular. | | | SPT | 4,00 4,23 | 19 R(8) |
| | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | |

RCPGC 9-2-6/R.0/Mar'01

| | | | |
|----------------------|--------------------------|------------------|---|
| CÓDIGO: | 17/8278-01 | Nº ENSAYO | - |
| OBRA: | LLUBÍ. C/ ROCA LLISA, 10 | | |
| PETICIONARIO: | AJUNTAMENT DE LLUBI | | |

| | | | |
|----------------------------|---|--|--|
| DESCRIPCIÓN ENSAYO: | Realización de la prueba de penetración dinámica superpesada . Con esta prueba se determina la resistencia del terreno a la penetración de un cono cuando es golpeado según el procedimiento establecido en norma UNE-EN ISO 22476-2:05. | | |
| CÓDIGO: | GEC-33 | | |
| | R.3/Jun'04 | | |

| | |
|-------------------------|-----------|
| FECHA ENSAYO: | 29-sep-17 |
| HORA ENSAYO: | 12:38 |
| DURACIÓN ENSAYO: | 20 min |

MUESTRA: ENTREGADA POR CLIENTE.
 RECOGIDA POR LABORATORIO.

Nº PENETRÓMETRO:

Prueba de penetración dinámica DPSH:

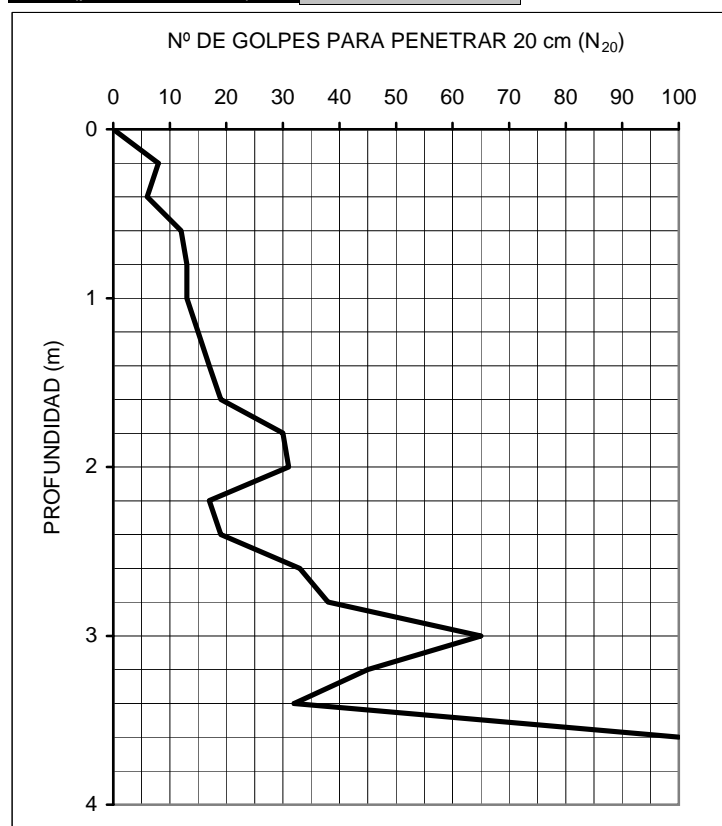
| | | |
|------------------|----------------------|--------|
| VARILLAJE | Diámetro | 33 mm |
| | Longitud | 100 cm |
| | Masa/longitud | 8 kg/m |

| | | |
|-------------|-------------|--------------------|
| CONO | Tipo | PERDIDA |
| | Área | 20 cm ² |

| | | |
|-------------|------------------------|---------|
| MAZA | Masa | 63,5 kg |
| | Altura de caída | 760 mm |

| GOLPEOS | | | | | PROFUNDIDAD (m) |
|---------|----|-----|----|----|-----------------|
| 8 | 6 | 12 | 13 | 13 | 1,0 |
| 15 | 17 | 19 | 30 | 31 | 2,0 |
| 17 | 19 | 33 | 38 | 65 | 3,0 |
| 45 | 32 | 100 | | | 4,0 |
| | | | | | 5,0 |
| | | | | | 6,0 |
| | | | | | 7,0 |
| | | | | | 8,0 |
| | | | | | 9,0 |
| | | | | | 10,0 |
| | | | | | 11,0 |
| | | | | | 12,0 |
| | | | | | 13,0 |
| | | | | | 14,0 |
| | | | | | 15,0 |
| | | | | | 16,0 |
| | | | | | 17,0 |
| | | | | | 18,0 |
| | | | | | 19,0 |
| | | | | | 20,0 |
| | | | | | 21,0 |
| | | | | | 22,0 |
| | | | | | 23,0 |
| | | | | | 24,0 |
| | | | | | 25,0 |
| | | | | | 26,0 |
| | | | | | 27,0 |
| | | | | | 28,0 |
| | | | | | 29,0 |
| | | | | | 30,0 |

| | |
|------------------------------|------|
| NIVEL FREÁTICO (m) | - |
| R (entró en cm): | 10 |
| R (profundidad en m): | 3,50 |



Inca, 31 de octubre de 2017.

RCPGC 9-2-6/R.0/Mar'01

| | | | |
|----------------------|--------------------------|------------------|---|
| CÓDIGO: | 17/8278-01 | Nº ENSAYO | - |
| OBRA: | LLUBÍ. C/ ROCA LLISA, 10 | | |
| PETICIONARIO: | AJUNTAMENT DE LLUBI | | |

| | | | |
|----------------------------|---|--|--|
| DESCRIPCIÓN ENSAYO: | Realización de la prueba de penetración dinámica superpesada . Con esta prueba se determina la resistencia del terreno a la penetración de un cono cuando es golpeado según el procedimiento establecido en norma UNE-EN ISO 22476-2:05. | | |
| CÓDIGO: | GEC-33 | | |
| | R.3/Jun'04 | | |

| | |
|-------------------------|-----------|
| FECHA ENSAYO: | 02-oct-17 |
| HORA ENSAYO: | 8:26 |
| DURACIÓN ENSAYO: | 9 min |

MUESTRA: ENTREGADA POR CLIENTE.
 RECOGIDA POR LABORATORIO.

Nº PENETRÓMETRO:

Prueba de penetración dinámica DPSH:

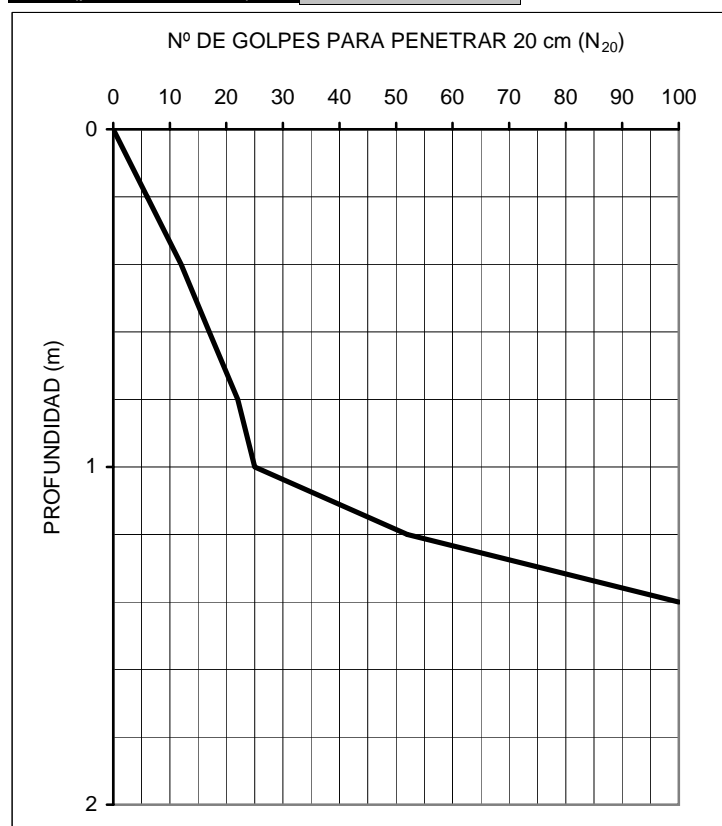
| | | |
|------------------|----------------------|--------|
| VARILLAJE | Diámetro | 33 mm |
| | Longitud | 100 cm |
| | Masa/longitud | 8 kg/m |

| | | |
|-------------|-------------|--------------------|
| CONO | Tipo | PERDIDA |
| | Área | 20 cm ² |

| | | |
|-------------|------------------------|---------|
| MAZA | Masa | 63,5 kg |
| | Altura de caída | 760 mm |

| GOLPEOS | | | | | PROFUNDIDAD (m) |
|---------|-----|----|----|----|-----------------|
| 6 | 12 | 17 | 22 | 25 | 1,0 |
| 52 | 100 | | | | 2,0 |
| | | | | | 3,0 |
| | | | | | 4,0 |
| | | | | | 5,0 |
| | | | | | 6,0 |
| | | | | | 7,0 |
| | | | | | 8,0 |
| | | | | | 9,0 |
| | | | | | 10,0 |
| | | | | | 11,0 |
| | | | | | 12,0 |
| | | | | | 13,0 |
| | | | | | 14,0 |
| | | | | | 15,0 |
| | | | | | 16,0 |
| | | | | | 17,0 |
| | | | | | 18,0 |
| | | | | | 19,0 |
| | | | | | 20,0 |
| | | | | | 21,0 |
| | | | | | 22,0 |
| | | | | | 23,0 |
| | | | | | 24,0 |
| | | | | | 25,0 |
| | | | | | 26,0 |
| | | | | | 27,0 |
| | | | | | 28,0 |
| | | | | | 29,0 |
| | | | | | 30,0 |

| | |
|------------------------------|------|
| NIVEL FREÁTICO (m) | - |
| R (entró en cm): | 3 |
| R (profundidad en m): | 1,23 |



Inca, 31 de octubre de 2017.



Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

Anexo 2.- Figuras

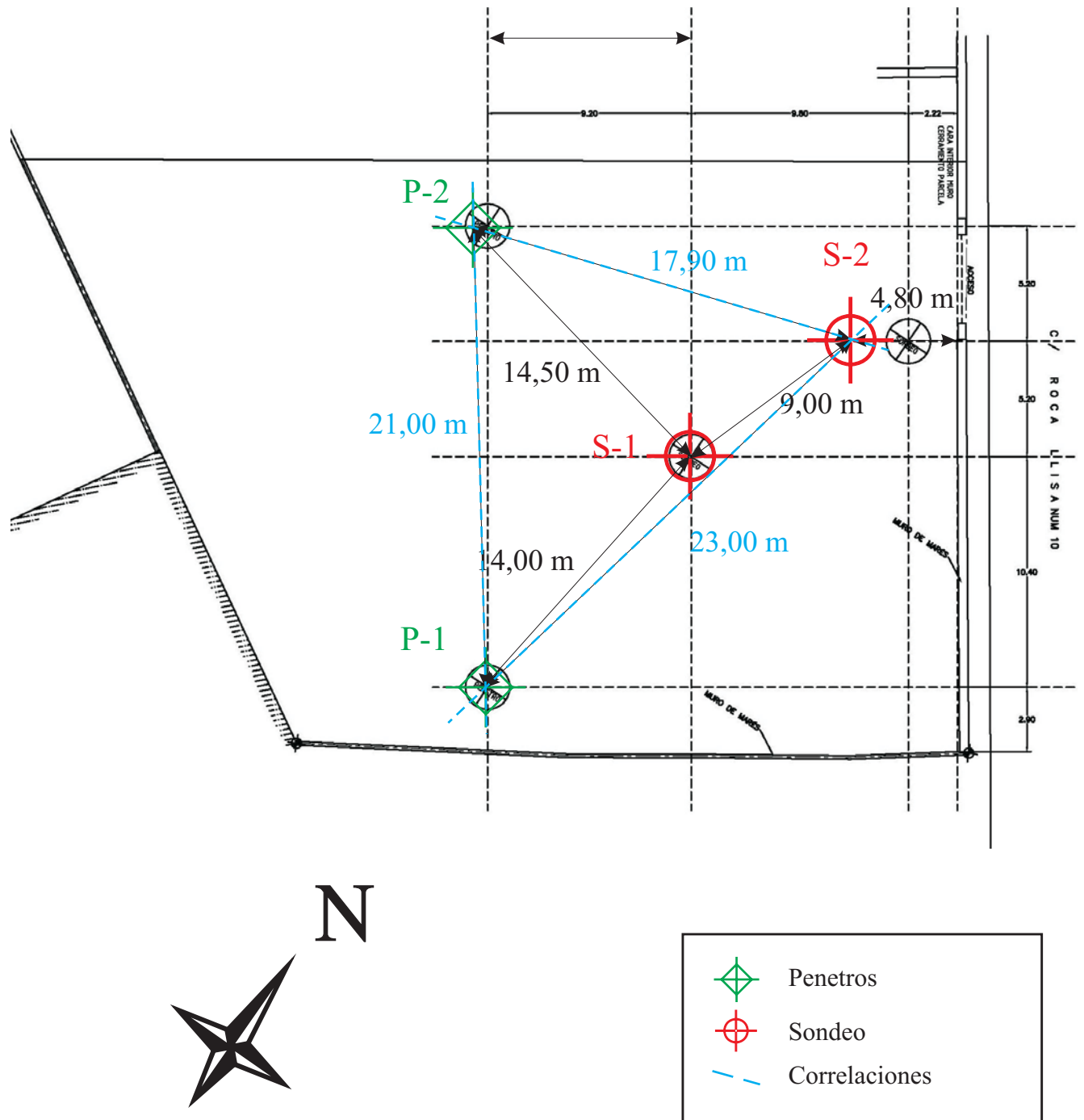


FIGURA 1.- Croquis del solar en estudio y situación de los sondes y de los ensayos penetrométricos realizados.

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02//GTL- Ensayos de laboratorio de geotecnia-Ref.02017GTL04//GTC: Area de sondes, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico.-Ref.02018GTC04//VSF-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales Ref.02027VSF06: Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1,452 de Sociedades, hoja PM-26.098, inscripción 1ª. NIF: B-07 830623.

S-N

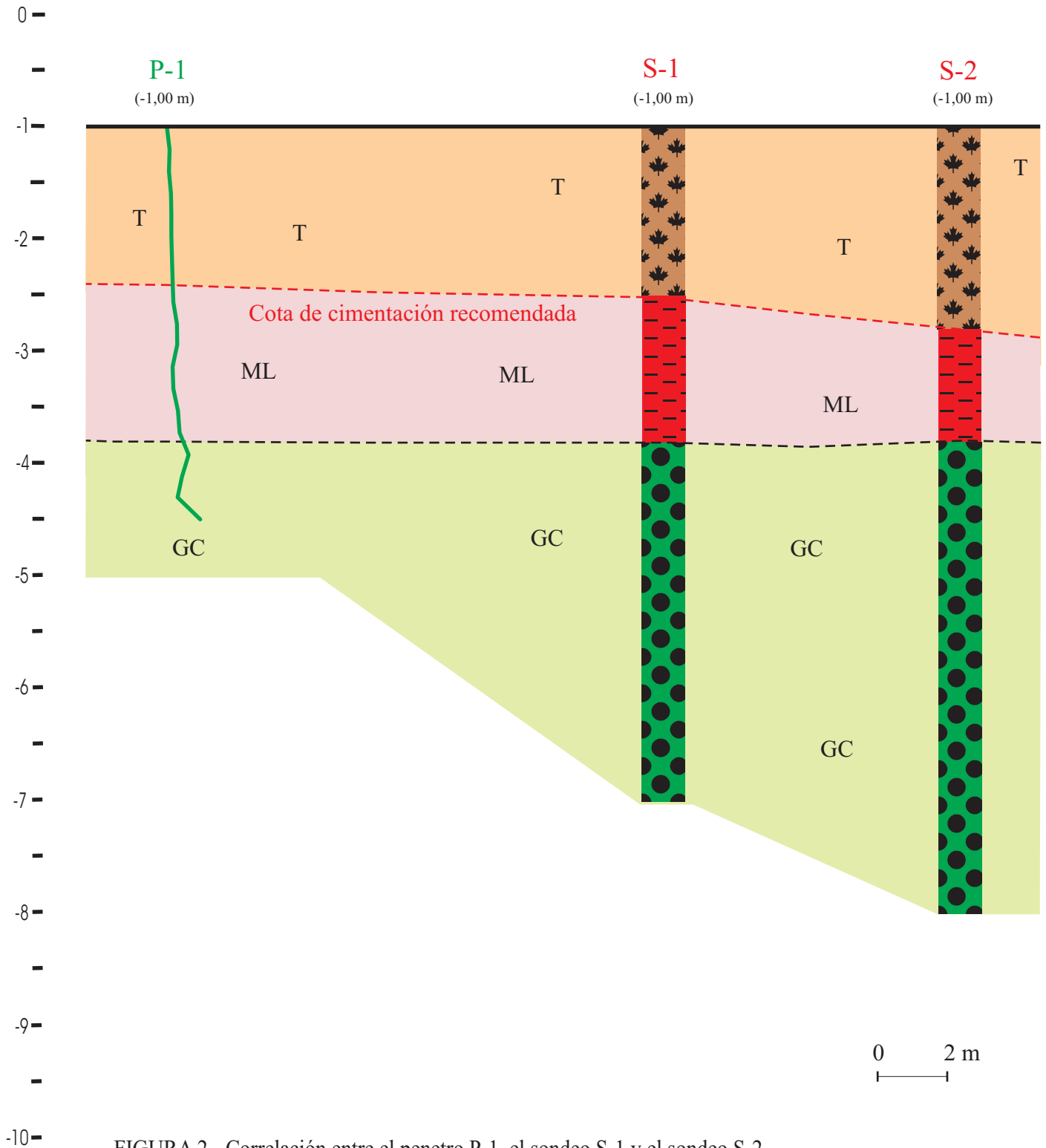


FIGURA 2.- Correlación entre el penetro P-1, el sondeo S-1 y el sondeo S-2 .

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02/ GTL: Ensayos de laboratorio de geotecnia-Ref.02017GTL04/ GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico.-Ref.02018GTC04/ VSF: Control de firmes flexibles y bituminosos en viales-Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª.- NIF: B-07 830623.

WSW-ENE

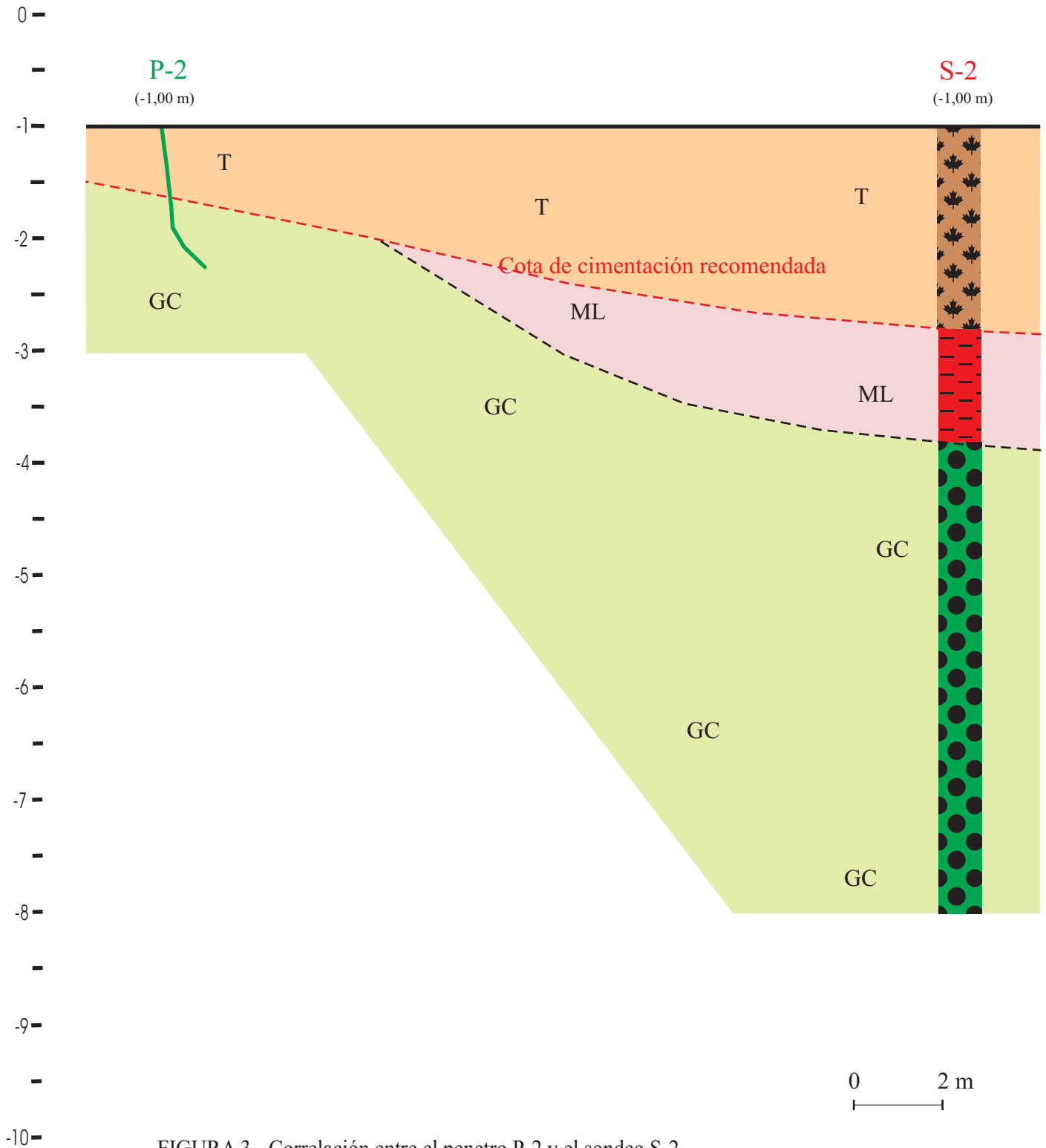


FIGURA 3.- Correlación entre el penetro P-2 y el sondeo S-2.

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02/ GTL: Ensayos de laboratorio de geotecnia-Ref.02017GTL04/ GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico.-Ref.02018GTC04/ VSF: Control de firmes flexibles y bituminosos en viales-Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PM-26.098. Inscripción 1ª. NIF: B-07 830623.

SE-NW

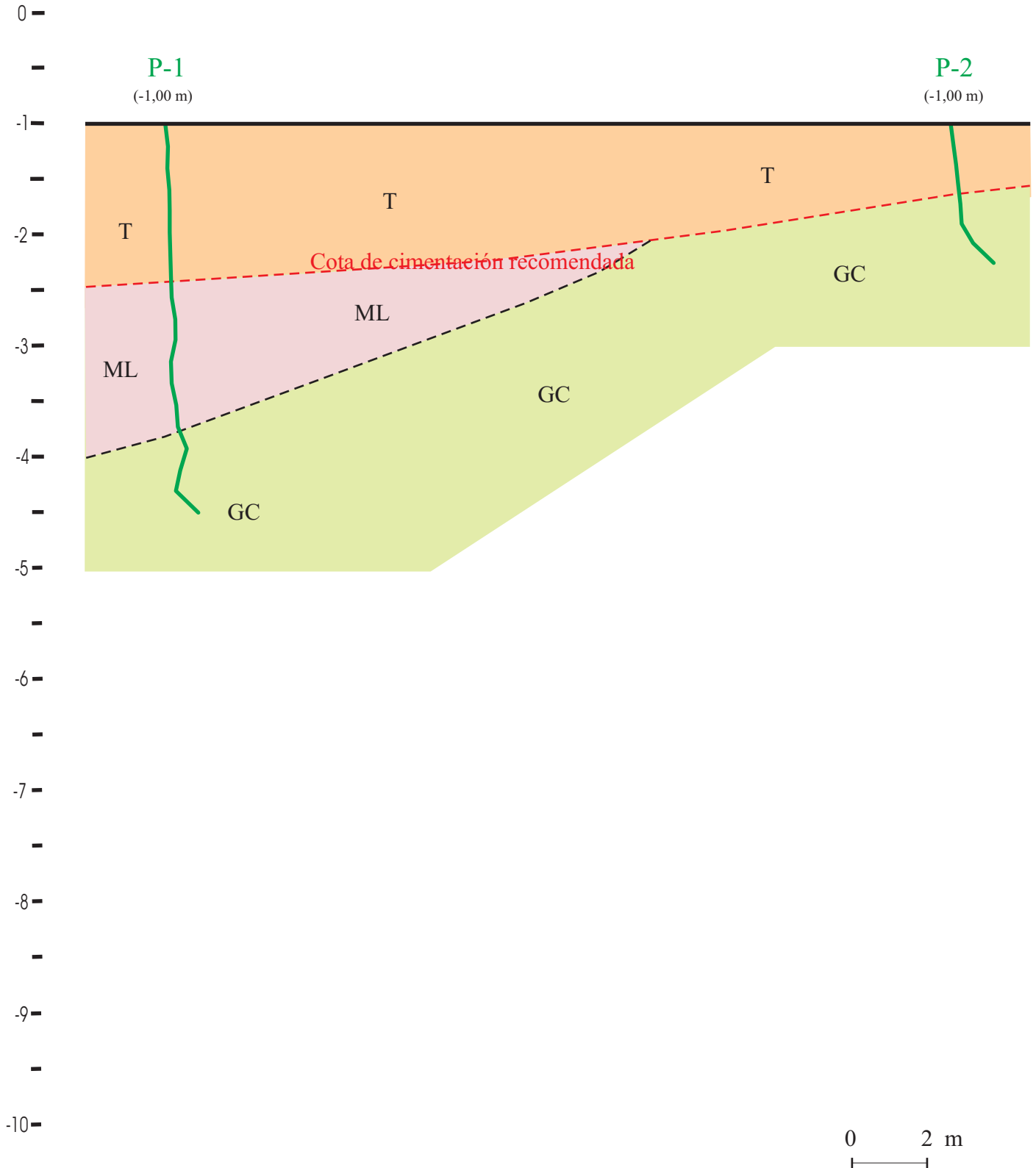


FIGURA 4.- Correlación entre los penetros P-1 y P-2.

ACREDITACIONES: EHA: Hormigón, sus componentes y armaduras de acero-Ref.02015EHA02/ GTL- Ensayos de laboratorio de geotecnia-Ref.02017GTL04/ GTC: Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para el reconocimiento geotécnico.-Ref.02018GTC04/ VSF-Control de firmes flexibles y bituminosos en viales-Ref.02027VSF06. Inscrita en el Registro Mercantil de Mallorca al folio 118, tomo 1.452 de Sociedades, hoja PW-26.098. Inscripción 1ª. NIF: B-07 830623.



Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

Anexo 3.- Reportaje fotográfico



Foto 1: Cajas 1 y 2 correspondientes al sondeo S-1 (0,00-6,00 m).



Foto 2: Cajas 1, 2 y 3 correspondientes al sondeo S-2 (0,00-7,00 m).



Foto 3: Detalle de la realización del sondeo S-1.



Foto 4: Detalle de la realización del sondeo S-2.



Foto 5: Detalle de la realización del ensayo penetrométrico P-1.



Foto 6: Detalle de la realización del ensayo penetrométrico P-2.



Foto 7: Vista del solar en estudio desde la calle Roca Llisa.



Foto 8: Vista del interior del solar en estudio.



Instituto de Gestión Técnica de Calidad, s.l.u.

C/ Músico Torrandell, 72- 07300 INCA
Telf.: 971 507 045
E-mail: igetec@igetec.com – www.igetec.com

Empresa Registrada
Sistema de gestión de calidad
certificado por AENOR
ER-1137/1999
Sistema de Gestión ambiental
según UNE-EN ISO 14001

Anexo 4.- Resultados de los ensayos de laboratorio

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

| | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| CÓDIGO CLIENTE-OBRA: | 17/8278-01 | NUM. ENSAYO: | 89959-89960 |
| CLIENTE: | AJUNTAMENT DE LLUBI | | |
| MATERIAL A ENSAYAR: | SUELO | | |
| PROCEDENCIA: | LLUBI. C/ ROCA LLISA, 10 | | |

AJUNTAMENT DE LLUBI

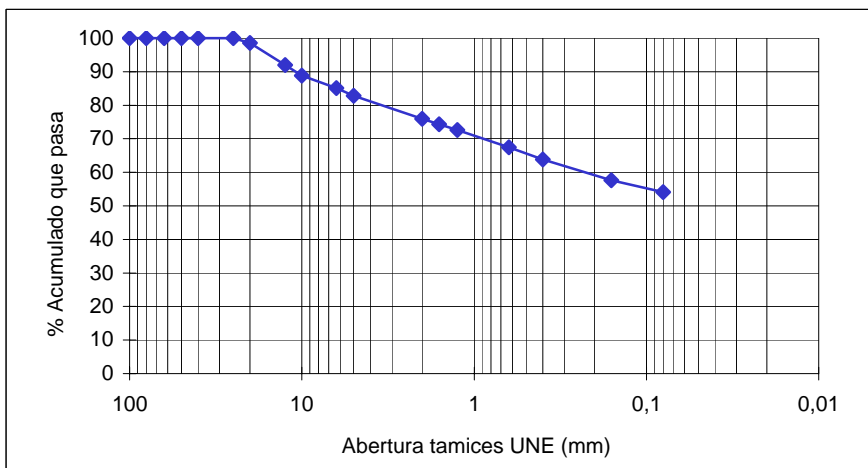
07430 LLUBI

| | |
|---------------------|--|
| DESCRIPCIÓN ENSAYO: | Determinación de los límites de Atterberg (UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93), humedad natural (UNE 103.300:93) y análisis granulométrico (UNE 103.101:95) en una muestra de suelo. |
| CÓDIGO: | GEL-05-06-10 R.1/Nov'11 |

| | |
|----------------------|-----------|
| FECHA RECEPCIÓN: | 04-oct-17 |
| FECHA INICIO ENSAYO: | 18-oct-17 |
| FECHA FINAL ENSAYO: | 19-oct-17 |

| | |
|----------|---|
| MUESTRA: | <input type="checkbox"/> ENTREGADA POR CLIENTE. |
| | <input checked="" type="checkbox"/> RECOGIDA POR LABORATORIO. |
| ALBARÁN: | - |

DESCRIPCIÓN MUESTRA: S-1; 1,80-2,40 m; SPT

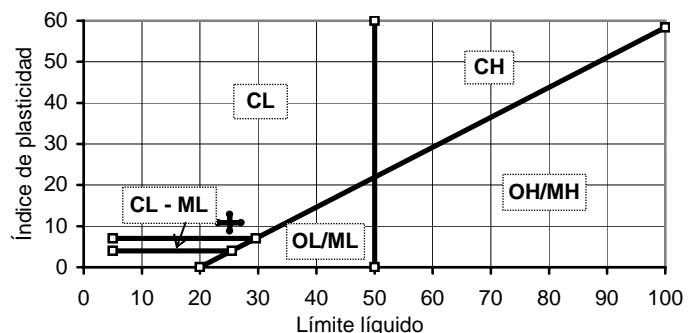


| Abertura tamices UNE (mm) | % Acumulado que pasa |
|---------------------------|----------------------|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 100,0 |
| 20 | 98,5 |
| 12,5 | 92,0 |
| 10 | 88,8 |
| 6,3 | 85,1 |
| 5 | 82,8 |
| 2 | 76,0 |
| 1,6 | 74,3 |
| 1,25 | 72,6 |
| 0,63 | 67,4 |
| 0,4 | 63,8 |
| 0,16 | 57,6 |
| 0,08 | 54,1 |

| CLASIFICACIÓN S.U.C.S. | |
|--------------------------------|------|
| Fración fina: menor de 0,08 mm | 54,1 |
| Fración arena: 0,08 a 2 mm | 21,9 |
| Fración grava: mayor de 2 mm | 24,0 |

| | |
|-----------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 25,1 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 14,3 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 10,8 |
| CLASIFICACIÓN DE CASAGRANDE | CL |
| % HUMEDAD NATURAL | 1,6 |
| ÍNDICE DE FLUIDEZ | -1,2 |
| ÍNDICE DE DESECACIÓN | 0,1 |

OBSERVACIONES: Arcillas con arenas y gravas.
Clasificación SUCS: CL.



Inca, 31 de octubre de 2017.

Director Técnico:
Cristina Mestre Vicens

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

| | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|-------|
| CÓDIGO CLIENTE-OBRA: | 17/8278-01 | NUM. ENSAYO: | 89961 |
| CLIENTE: | AJUNTAMENT DE LLUBI | | |
| MATERIAL A ENSAYAR: | SUELO | | |
| PROCEDENCIA: | LLUBÍ. C/ ROCA LLISA, 10 | | |

AJUNTAMENT DE LLUBI

07430 LLUBI

| | | | |
|---------------------|---|--|--|
| DESCRIPCIÓN ENSAYO: | Reconocimiento cualitativo de sulfatos solubles en una muestra de suelo , según UNE 103.202:95 ó su equivalente NLT-119:72. | | |
| CÓDIGO: | GEL-21 | | |
| | R.1/Ago'11 | | |

| | |
|----------------------|-----------|
| FECHA RECEPCIÓN: | 04-oct-17 |
| FECHA INICIO ENSAYO: | 18-oct-17 |
| FECHA FINAL ENSAYO: | 18-oct-17 |

| | |
|----------|---|
| MUESTRA: | <input type="checkbox"/> ENTREGADA POR CLIENTE. |
| | <input checked="" type="checkbox"/> RECOGIDA POR LABORATORIO. |
| ALBARÁN: | - |

DESCRIPCIÓN MUESTRA: S-1; 1,80-2,40 m; SPT

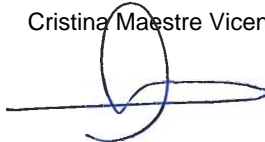
Reconocimiento de sulfatos:

Método para reconocer la existencia de sulfatos solubles, pasándolos a disolución con agua. Los sulfatos disueltos se precipitan con disolución de cloruro de bario.

| | |
|-----------------------|---|
| PRESENCIA DE SULFATOS | |
| AUSENCIA DE SULFATOS | ✓ |

Inca, 31 de octubre de 2017.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens



RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

| | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| CÓDIGO CLIENTE-OBRA: | 17/8278-01 | NUM. ENSAYO: | 89962-89963 |
| CLIENTE: | AJUNTAMENT DE LLUBI | | |
| MATERIAL A ENSAYAR: | SUELO | | |
| PROCEDENCIA: | LLUBI. C/ ROCA LLISA, 10 | | |

AJUNTAMENT DE LLUBI

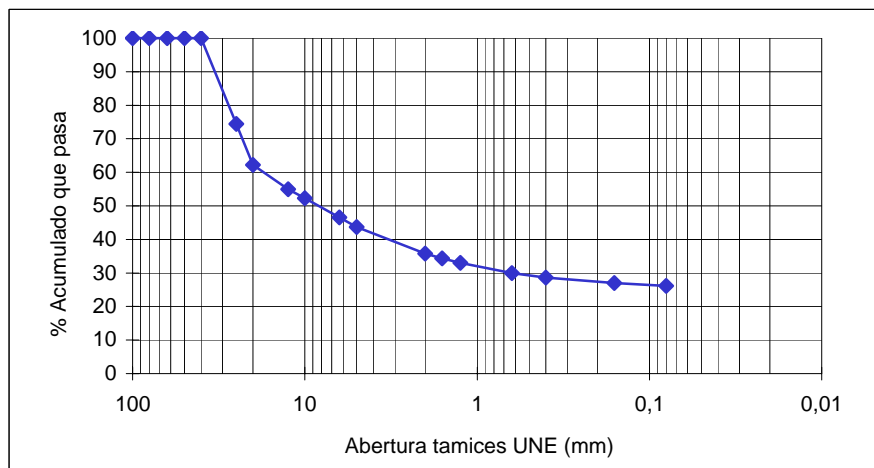
07430 LLUBI

| | |
|---------------------|--|
| DESCRIPCIÓN ENSAYO: | Determinación de los límites de Atterberg (UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93), humedad natural (UNE 103.300:93) y análisis granulométrico (UNE 103.101:95) en una muestra de suelo. |
| CÓDIGO: | GEL-05-06-10 R.1/Nov'11 |

| | |
|----------------------|-----------|
| FECHA RECEPCIÓN: | 04-oct-17 |
| FECHA INICIO ENSAYO: | 18-oct-17 |
| FECHA FINAL ENSAYO: | 19-oct-17 |

| | |
|----------|---|
| MUESTRA: | <input type="checkbox"/> ENTREGADA POR CLIENTE. |
| | <input checked="" type="checkbox"/> RECOGIDA POR LABORATORIO. |
| ALBARÁN: | - |

DESCRIPCIÓN MUESTRA: S-2; 3,00-3,45 m; MI

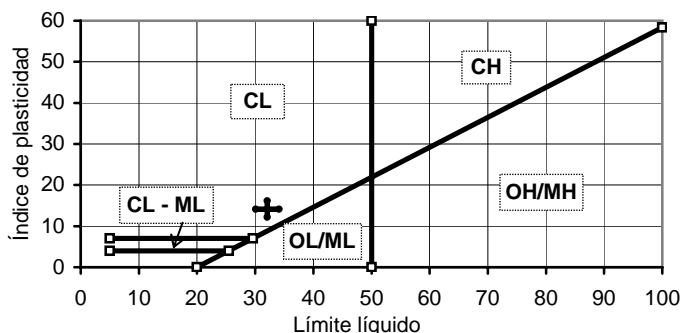


| Abertura tamices UNE (mm) | % Acumulado que pasa |
|---------------------------|----------------------|
| 100 | 100,0 |
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 40 | 100,0 |
| 25 | 74,4 |
| 20 | 62,2 |
| 12,5 | 55,0 |
| 10 | 52,3 |
| 6,3 | 46,6 |
| 5 | 43,7 |
| 2 | 35,8 |
| 1,6 | 34,4 |
| 1,25 | 33,1 |
| 0,63 | 30,0 |
| 0,4 | 28,6 |
| 0,16 | 27,0 |
| 0,08 | 26,1 |

| CLASIFICACIÓN S.U.C.S. | |
|--------------------------------|------|
| Fración fina: menor de 0,08 mm | 26,1 |
| Fración arena: 0,08 a 2 mm | 9,6 |
| Fración grava: mayor de 2 mm | 64,2 |

| | |
|-----------------------------|------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 32,1 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 18,0 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 14,1 |
| CLASIFICACIÓN DE CASAGRANDE | CL |
| % HUMEDAD NATURAL | 12,3 |
| ÍNDICE DE FLUIDEZ | -0,4 |
| ÍNDICE DE DESECACIÓN | 0,7 |

OBSERVACIONES: Gravas y arenas con bastantes arcillas. Clasificación SUCS: GC.



Inca, 31 de octubre de 2017.

Director Técnico:
Cristina Maestre Vicens

RCPGC 9-2-4/R.1/Mar'01

| | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|-------|
| CÓDIGO CLIENTE-OBRA: | 17/8278-01 | NUM. ENSAYO: | 89964 |
| CLIENTE: | AJUNTAMENT DE LLUBI | | |
| MATERIAL A ENSAYAR: | SUELO | | |
| PROCEDENCIA: | LLUBI. C/ ROCA LLISA, 10 | | |

AJUNTAMENT DE LLUBI

07430 LLUBI

| | | | |
|---------------------|---|--|--|
| DESCRIPCIÓN ENSAYO: | Determinación de la presión máxima de hinchamiento de una muestra de suelo en edómetro, según UNE 103.602:96. | | |
| CÓDIGO: | GEL-17 | | |
| | R.1/Ago'11 | | |

| | |
|----------------------|-----------|
| FECHA RECEPCIÓN: | 04-oct-17 |
| FECHA INICIO ENSAYO: | 16-oct-17 |
| FECHA FINAL ENSAYO: | 18-oct-17 |

| | |
|----------|---|
| MUESTRA: | <input type="checkbox"/> ENTREGADA POR CLIENTE. |
| | <input checked="" type="checkbox"/> RECOGIDA POR LABORATORIO. |
| ALBARÁN: | - |

DESCRIPCIÓN MUESTRA: S-2; 3,00-3,45 m; MI

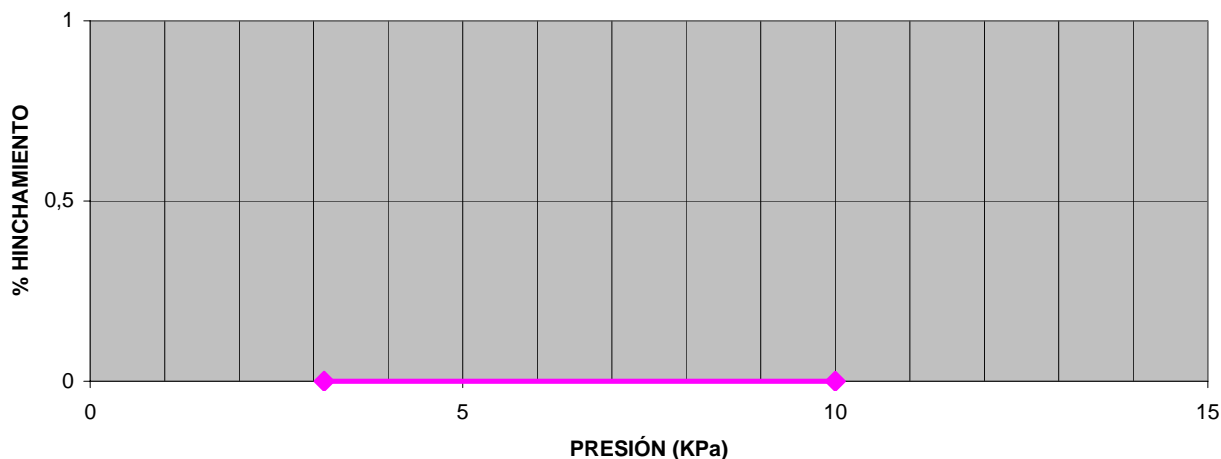
Presión máxima de hinchamiento:

Método para la determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en un edómetro. Se denomina presión de hinchamiento a la presión vertical necesaria para mantener sin cambio de volumen una probeta confinada lateralmente cuando se inunda de agua.

| | |
|----------------------------------|------|
| $w_{inicial}$ (%) | 19,1 |
| w_{final} (%) | 25,1 |
| ρ_{ap} (g/cm ³) | 1,79 |
| ρ_s (g/cm ³) | 1,88 |
| ρ_d (g/cm ³) | 1,51 |

| | |
|---|-----|
| PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO (KPa) | 3,1 |
|---|-----|

| | |
|--|---|
| HINCHAMIENTO LIBRE HASTA 10 KPa (%) | - |
|--|---|



Inca, 31 de octubre de 2017.

Director Técnico:
Cristina Mestre Vicens

