

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	1
2. ANTECEDENTES	2
3. OBJETO	5
4. ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL	7
5. SISMICIDAD. NORMA SISMORRESISTENTE NCSE-02	14
6. TRABAJOS REALIZADOS.	15
7. EXPOSICIÓN AMBIENTAL	22
8. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO.	26
9. PARÁMETROS ADOPTADOS	28
10. ANALISIS DE CIMENTACIÓN	29
11. EXCAVACIONES Y CONTENCIÓNES.....	37
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	42

ANEXOS

ANEXO I LOCALIZACIÓN DE PROSPECCIONES

ANEXO II: PERFILES GEOTÉCNICOS

ANEXO III: ENSAYOS DE PENETRACIÓN
DINÁMICA TIPO DPSH

ANEXO IV: REGISTRO DE SONDEO

ANEXO V: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO VI: CLAVES DE INTERPRETACIÓN.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL C.I.F.P. COROSO EN RIBEIRA (A CORUÑA)

FECHA: **ABRIL 2015**

CLIENTE: **XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE CULTURA,
EDUCACIÓN E ORDENACIÓN
UNIVERSITARIA.**

Ref.: P2CO203415 (019/15)

1. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO

TÍTULO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL C.I.F.P.
COROSO, RIBEIRA (A CORUÑA)

REFERENCIA P2CO203415 (019/15)

AUTORES: **Elaborado:** Javier Fernández Fernández

Título: Ingeniero Geólogo Colegiado Nº 6079
Ingeniería del Terreno

Aprobado: José María Fernández Alba

Título: Geólogo Colegiado Nº 5256
Jefe de Dpto.
Ingeniería del Terreno

FECHA: ABRIL 2015

DESTINATARIO: XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DE CULTURA,
EDUCACIÓN E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA.

OFICINA Applus Norcontrol, S.L.U.

EMISORA: Carretera N-VI, km. 582

15168 SADA (A Coruña)

Tfno. :981 014 500 Fax: 981 014 550

2. ANTECEDENTES

2.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio corresponde al Reconocimiento Geológico-Geotécnico realizado por **Applus Norcontrol S.L.U.** (en adelante APPLUS), por encargo de la **CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA DE LA XUNTA DE GALICIA** para la elaboración del Proyecto de ampliación del C.I.F.P. Coroso en Ribeira (A Coruña).

2.2. DEFINICIÓN Y LOCALIZACIÓN

La parcela en la que se ubicará el edificio está situada en el interior de las instalaciones del C.I.F.P. Coroso, en el extremo norte del mismo, en la zona ocupada por la pista polideportiva. El solar/parcela sobre el que se proyecta la edificación se presenta parcialmente libre de edificaciones, de modo que la futura edificación será colindante en parte con otra edificación existente.

La superficie ocupada por la edificación es de aproximadamente $S=650 \text{ m}^2$. Las características del subsuelo existente en la zona y la tipología de la construcción a realizar, nos llevan a caracterizar, según las indicaciones del Documento Básico SE-C, el tipo de construcción como C-1 y el tipo de terreno dentro del grupo T-1.

A continuación se incluye una foto del área de estudio.



Fotos aéreas de la zona de estudio con la ubicación aproximada de la construcción.

A continuación se incluye una foto panorámica de la parcela.



Fotografía del emplazamiento de la zona objeto de estudio.

2.3. DOCUMENTACIÓN PREVIA

Para la realización de este estudio geotécnico se dispone de la información referente a la disposición de la edificación en la parcela, así como de la tipología de construcción que se adoptará. Información facilitada por el petionario.

2.4. REFERENCIA COTAS DE INICIO DE LOS RECONOCIMIENTOS

Para la redacción de este informe se ha tomado como sistema de referencia, la cota 0.00 m de la pista polideportiva en la que se realizaron los ensayos. Referido a este punto se indica la posición relativa de inicio de todos los ensayos de reconocimiento.

3. OBJETO

El estudio se ha centrado principalmente en reconocer y evaluar desde el punto de vista geológico-geotécnico, los materiales que constituyen el subsuelo del solar.

Para ello se han estudiado y caracterizado los materiales presentes en el subsuelo del solar objeto de estudio, mediante evaluación de las litologías, con su estado físico y sus condiciones resistentes.

La investigación se ha basado en la realización de dos (2) ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH y un (1) sondeo mecánico a rotación con recuperación continua de testigo, toma de muestras inalteradas, la realización de tres (3) ensayos de penetración estándar (SPT), y ensayos de laboratorio.

Con el presente Estudio Geotécnico se tiene un conocimiento de las características geotécnicas de la parcela, habiéndose alcanzado los siguientes objetivos técnicos:

- ✓ Descripción del marco geológico general del entorno de la parcela investigada, desde el punto de vista estratigráfico y tectónico.
- ✓ Definición de las características geotécnicas detalladas del terreno en los puntos investigados: identificación, propiedades de estado y parámetros resistentes.
- ✓ Definición, para la construcción proyectada, de sus diferentes alternativas de cimentación, con sus profundidades, cargas admisibles, etc. estudiándose posibles asentamientos, así como su comportamiento a lo largo del tiempo, etc.
- ✓ Estimación de empujes y parámetros geotécnicos para el diseño de las cimentaciones y contenciones.
- ✓ Posición del nivel freático y recomendaciones para el drenaje tanto de las aguas superficiales como subterráneas que circulan por la parcela.
- ✓ Recomendaciones constructivas para el diseño de las excavaciones proyectadas, tales como: estabilidad a corto y largo plazo, elementos de drenaje, medios de excavación, contención, etc.

En la memoria final se presentan los datos obtenidos de la investigación de campo y laboratorio, así como el análisis e interpretación de resultados para, finalmente proporcionar

las recomendaciones a considerar de cara a la ejecución de las cimentaciones y excavaciones.

Con fecha 26 de marzo de 2015 y con la aprobación de la propiedad se procedió a ejecutar los trabajos de campo.

Los datos obtenidos a partir de los ensayos de campo, se corresponden con los puntos investigados, extrapolando los resultados al resto del área.

4. ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La parcela objeto del estudio se encuentra situada en el Noroeste de la Península Ibérica, en la provincia de A Coruña. Dentro del marco geológico general la zona de estudio se sitúa plenamente englobada dentro del Macizo Hespérico, en concreto en la zona denominada como Centroibérica, según Julivert et al. (1972) como se puede observar en la figura adjunta elaborada por APPLUS.

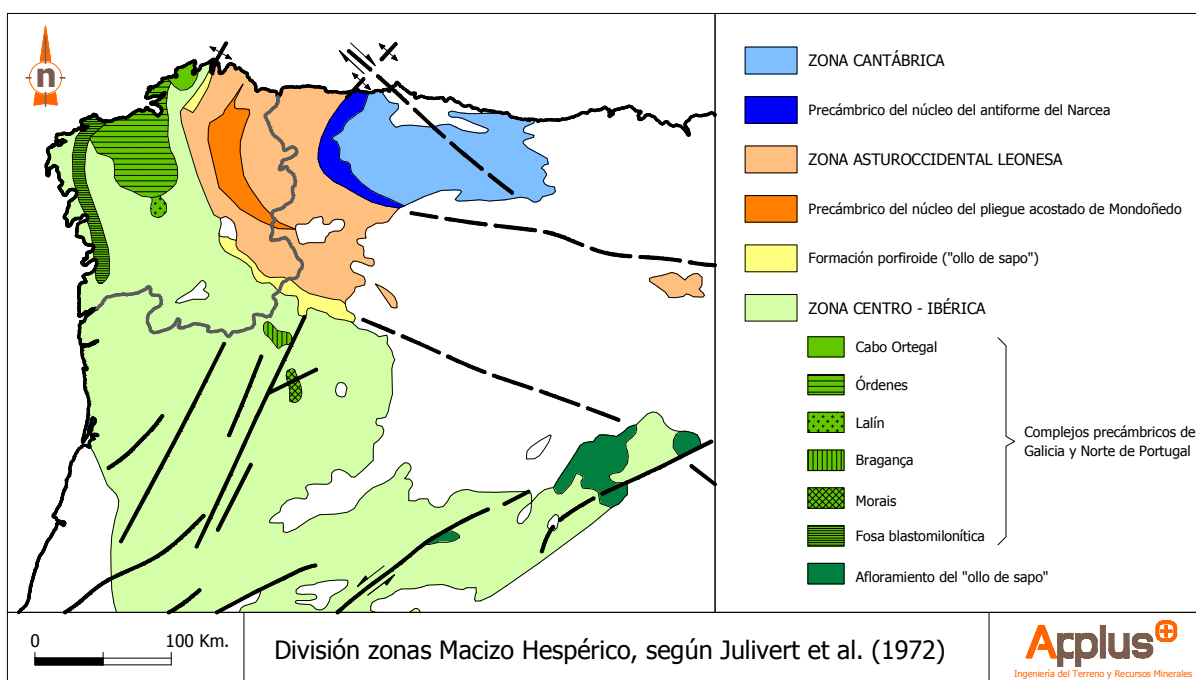


Figura: División zonas Macizo Hespérico, según Julivert et al. (1972)

Según el esquema paleogeográfico definido por P. Matte (1968), la zona de estudio se encuentra en la Zona IV: Galicia Media Tras Os Montes

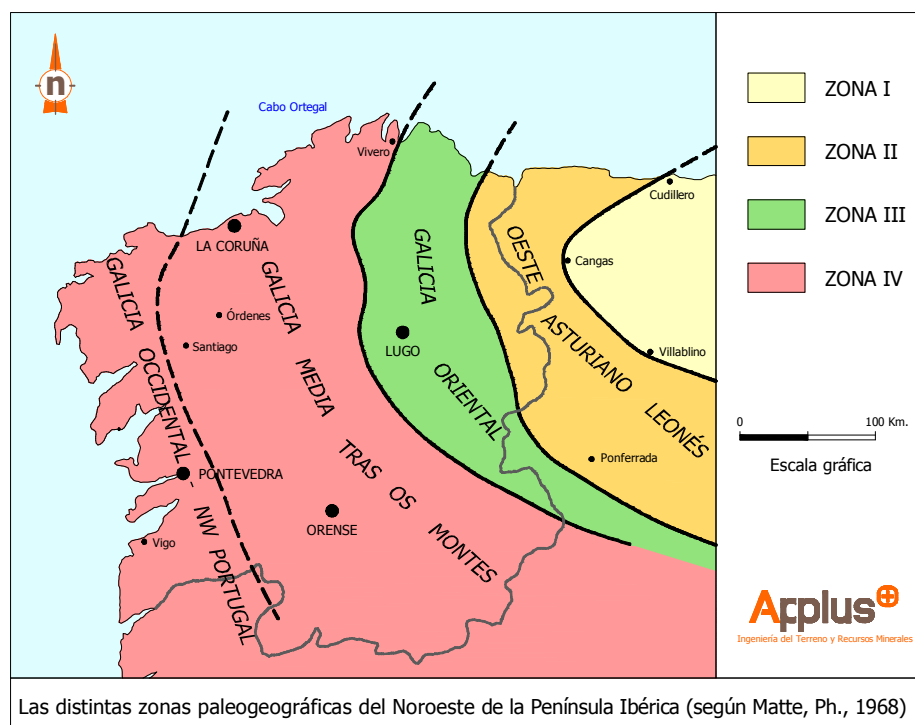


Figura: Zonas paleogeográficas de la Península Ibérica (MATTE, Ph, 1968)

El área de estudio que nos ocupa se encuentra cartografiada en la hoja Magna Nº 151 "Puebla de Caramiñal" del Plan Magna, a escala 1:50.000, tal y como se puede observar en la siguiente figura:

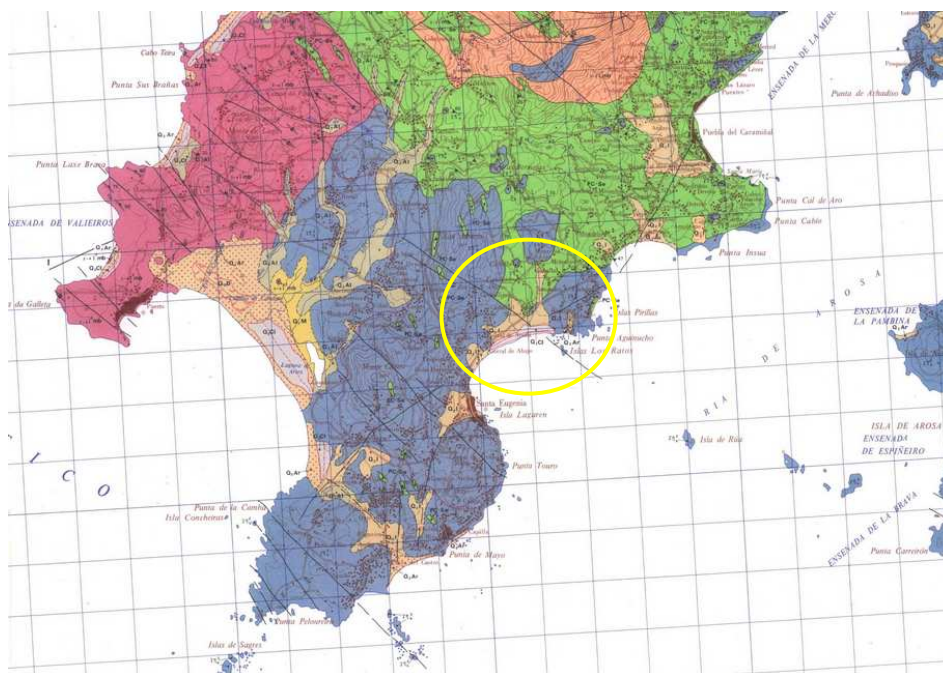
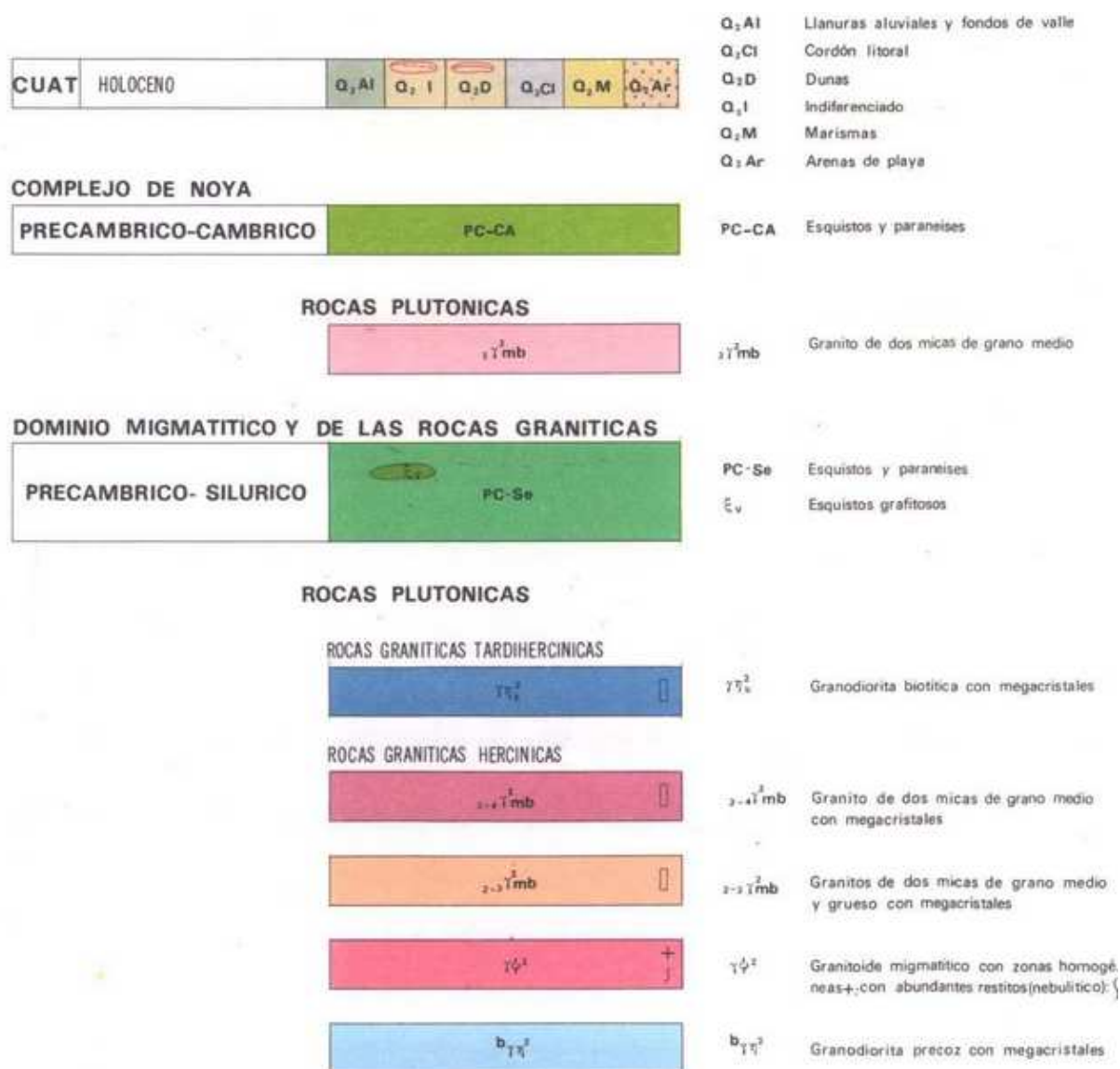


Figura: Zona a estudiar dentro de la hoja Magna Nº 151 "Puebla de Caramiñal".



Figura: Detalle de la zona a estudiar dentro de la hoja Magna Nº 151 "Puebla de Caramiñal".



Columna litológica de los materiales presentes en el área de estudio (Hoja Magna 151)

Geológicamente está caracterizada por el contacto entre los materiales de edad precámbrica, compuestos fundamentalmente por esquistos y paragneises y los materiales ígneos intrusivos denominados Granodiorita biotítica con megacrístales. Aparecen a su vez materiales sedimentarios de origen costero, constituidos por arenas.

4.2. GEOLOGÍA DE LA PARCELA

La parcela presenta un espesor de relleno antrópico variable por debajo de la pista, con existencia de arenas de playa, y por debajo, la alteración de la granodiorita con un grado de alteración IV de modo que se recuperan tanto zonas de "jabre" como fragmentos de roca con una dureza relativa importante (G.A. IV).

4.3. HIDROGEOLOGÍA

Desde el punto de vista hidrogeológico, los materiales detectados en el subsuelo de la parcela, pueden dar lugar a acuíferos cuya importancia será directamente proporcional al espesor del horizonte de meteorización (granito con grado de alteración V-IV), aunque habitualmente presentarán funcionamientos de carácter estacional.

En lo que a depósitos cuaternarios (aluviales, coluviales y eluviales) se refiere, es más que probable la existencia de niveles acuíferos asociados a terrazas dado el carácter poroso y granular de dichos depósitos.

En cuanto a la roca sana, se puede localizar acuíferos de mayor o menor entidad en aquellas zonas afectadas por una mayor fracturación, es decir a través de las discontinuidades de la roca (porosidad secundaria).

4.3.1. NIVEL FREÁTICO

La cota del nivel freático se considera un aspecto muy importante, ya que influye en gran medida en las posibles actuaciones en fase de obra, como puede ser a nivel de excavación, contenciones, sistemas de drenajes y bombeo, impermeabilizaciones, subpresiones, empujes hidrostáticos en los muros, etc.

Cabe mencionar que el nivel freático no es algo estático, sino que está influenciado por gran cantidad de factores y oscila en función de los mismos, entre los que destacan las precipitaciones, escorrentía, sistemas acuíferos conectados, vías preferentes de agua, etc.

La observación del nivel freático realizada durante la ejecución del presente estudio geotécnico, tiene un carácter puntual en el tiempo, no sustituyendo en ningún caso las comprobaciones que deben ser realizadas por el arquitecto o quien este designe en épocas

del año con pluviometrías o circunstancias climatológicas distintas, además de las pertinentes comprobaciones que deben ser realizadas durante la fase de excavación de obra.

A continuación se establece un cuadro resumen de los niveles medidos, referenciados desde la cota de comienzo de los ensayos.

ENSAYOS	COTA INICIO ENSAYO	PROFUNDIDAD ALCANZADA, (m)	FECHA / HORA	POSICIÓN NIVEL DE AGUA, (m)
Sondeo S-1	0,00	9,30	26/03/2015	-3,10

A efectos de influencia del nivel freático, se recomienda considerar en los cálculos como situación más desfavorable, la posición del nivel freático más elevada. Se estima conveniente, a efectos de mejorar la seguridad, suponer que el agua detectada se trata de niveles que saturan permanentemente el suelo, reduciendo sus parámetros geomecánicos.

Dada la presencia del nivel freático debe de comprobarse la condición de equilibrio entre la subpresión hidrostática y el peso propio de la edificación. El cálculo y diseño de la cimentación debe contemplar dicha subpresión.

Se recomienda valorar la presencia de agua durante las labores de excavación, para comprobar las recomendaciones aquí mostradas.

4.3.2. PERMEABILIDAD

Se ha estimado un valor teórico de permeabilidad para los niveles con grado de alteración IV o menor, de $10^{-5} - 10^{-7}$ m/s, según el cuadro 3.3 Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa incluidos en el libro "Ingeniería Geológica" de González Vallejo; editorial Pearson Education, publicado en Madrid de 2002.

4.4. GEOMORFOLOGÍA

La zona se encuentra próxima al mar, por lo que la morfología es muy llana, existiendo un ligero cambio de altura entre la playa y la zona interior de ubicación del centro debido a la acumulación de arena propia de estas zonas con desarrollo de dunas, en este caso de escasa importancia.

La geomorfología general es de transición de forma relativamente brusca de relieves relativamente importantes a la zona costera. No se aprecia el desarrollo de una zona de llanura costera de importancia.

5. SISMICIDAD. NORMA SISMORRESISTENTE NCSE-02

5.1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

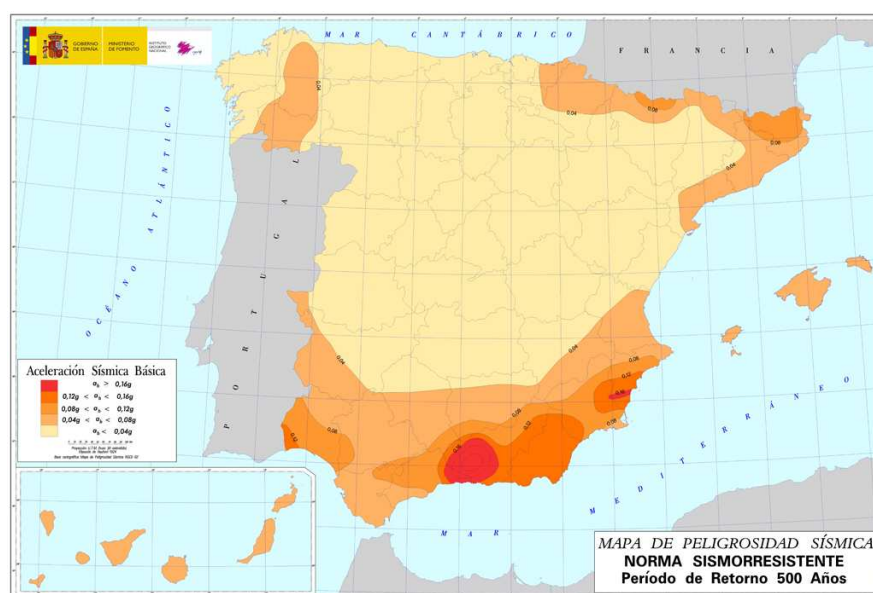
Atendiendo al Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre de 2002, la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general de edificación es de obligada aplicación.

Dicha norma tiene por objeto proporcionar las pautas a seguir para la consideración de la acción sísmica en las estructuras de edificación.

Esta norma es de aplicación al Proyecto, Construcción y Conservación de edificaciones de nueva planta; en casos de reforma o rehabilitación.

5.2. ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA Y DE CÁLCULO

A partir del mapa de peligrosidad sísmica del territorio nacional, se determina un valor de la aceleración básica a_b , expresada en relación al valor de la gravedad, g , que se corresponde con un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno:



Como se puede ver en la figura anterior y siguiendo las indicaciones de la NCSR-02, la edificación se califica como de importancia moderada la aceleración sísmica básica (a_b) es igual 0,04 g, por lo que no se considera necesario al cálculo de la a_c según la norma.

6. TRABAJOS REALIZADOS.

Applus es un empresa acreditada entre otras áreas, en el área de sondeos, toma muestras y ensayos "in Situ" para reconocimientos geotécnicos (GTC), con número de acreditación 15011 GTC 05 B.

Con el fin de caracterizar los materiales del subsuelo del solar para determinar su aptitud como cimiento, así como excavabilidad, se programó una campaña de reconocimiento geotécnico que engloba las siguientes fases:

- ✓ Reconocimiento superficial del solar.
- ✓ Realización de dos (2) ensayos de penetración dinámica continua tipo (DPSH).
- ✓ Realización de un (1) sondeo a rotación.
- ✓ Ensayos de laboratorio.

Para referenciar los ensayos de prospección realizados en el solar se han tomado las cotas absolutas del terreno natural.

Los ensayos de reconocimiento se han distribuido en la parcela de estudio, según se muestra en el plano adjunto en el Anejo.-Localización de Prospecciones.

6.1. RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DEL SOLAR.

Como fase previa a los trabajos, se realizó el reconocimiento superficial del solar con la finalidad de estudiar las características morfológicas, en planta, de la parcela.

La zona de ubicación de la futura construcción se encontraba urbanizada y ocupada por una pista polideportiva que se dispone unos metros por encima del nivel del terreno natural, existiendo un relleno por debajo de ella.

La zona de trabajo se encontraba totalmente accesible y libre para la entrada de las máquinas.

6.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA TIPO DPSH.

Con el fin de realizar la comprobación en profundidad de la compacidad "in situ" del subsuelo, se realizaron dos (2) ensayos de penetración dinámica continua con un equipo superpesado (DPSH).

Este ensayo se realiza con el equipo Rolatec ML-60A (Código S-EM-007/C), hincando ininterrumpidamente una puntaza cilíndrico-cónica cuya base tiene una superficie de 20 cm² y un ángulo en la punta de 90°, mediante varillaje macizo de acero de 32 mm de diámetro.

La hincada se realiza con una maza de 63,5 kg de peso que cae libremente desde una altura de 76 cm sobre un yunque que transmite la energía hasta la punta mediante el varillaje.

Se mide el número de golpes necesarios para hincar el cono 20 centímetros en el subsuelo, llevando la prueba hasta que se obtiene el rechazo, que se alcanza cuando $N_{20} > 100$ golpes o cuando se alcanzan valores superiores a $N_{20} > 75$ en tres tandas consecutivas. Estos valores se representan en una gráfica que refleja en abscisas el número de golpes y en ordenadas la profundidad a la que se obtiene dicho valor de golpeo (incluidas en el Anexo correspondiente del presente informe, bajo el nombre Registro de Ensayos de Penetración Dinámica Continua).

Los resultados obtenidos en cada ensayo, se agrupan por rangos y se valora la media de los valores N_{20} .

En la siguiente tabla se resume la penetración realizada en el solar, así como la profundidad a la cual se produjo el rechazo; también se representa la cota de inicio del ensayo y la profundidad del rechazo en relación a las cotas de referencia del estudio.

NÚMERO DE ENSAYO	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m.)	COTA DE INICIO RESPECTO COTA DE REFERENCIA (m)	PROFUNDIDAD ALCANZADA RESPECTO COTA DE REFERENCIA (m)
PDC-1	12,60	0,00	12,60
PDC-2	15,00	0,00	15,00

En los anejos se incluye la localización de los ensayos y las gráficas de penetración dinámica continua respectivamente.

A continuación se muestran imágenes de la máquina emplazada en cada punto:



Equipo en PDC-1



Equipo en PDC-2

La compacidad o consistencia del subsuelo puede estimarse como primera aproximación en función del número de golpes N_{20} según los rangos indicados seguidamente (se incluye equivalencia con el ensayo SPT):

- ✓ Terrenos predominantemente granulares:

COMPACIDAD	Muy Suelto	Suelto	Medio	Denso	Muy Denso
BORROS (N20)	< 4	5 - 8	9 - 25	25 - 40	> 40
SPT (N30)	< 4	4 - 10	10 - 30	30 - 50	> 50

- ✓ Terrenos predominantemente cohesivos:

CONSISTENCIA	Muy blando	Blando	Medio	Firme	Muy firme	Dura
SPT (N30)	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30

6.3. SONDEOS A ROTACIÓN CON RECUPERACIÓN CONTINUA DE TESTIGO

Se realizó un (1) sondeo mecánico trabajando a rotación con recuperación continua de testigos e inyección de agua. El sondeo se perforó con diámetros entre 101-86 mm, utilizando corona de widia y diamante.

La maquinaria utilizada ha sido SONDA ROLATEC RL-48 sobre orugas (Código: 1313).

En el sondeo se ha alternado la realización de ensayos SPT y toma de muestra inalterada. Cada maniobra se ha marcado con una tablilla e introducido en cajas de PVC, para su correcta conservación.

Los ensayos SPT se efectuaron con cuchara normalizada o "puntaza" maciza cónica de 60° de abertura siguiendo la metodología habitualmente utilizada que consta en los manuales especializados.

En el sondeo se realiza el estudio de la columna litológica, identificando los materiales, espesores, caracterización y valoración de la condición física, grado de meteorización, grado de fracturación y condición de ripabilidad. Así mismo, se analizan las muestras representativas de los materiales de cara a identificar su condición geomecánica.

A continuación se establece un cuadro resumen del sondeo realizado, así como ensayos SPT, muestras inalteradas y longitudes alcanzadas.

SONDEO N°	COTA DE INICIO	LONGITUD DEL SONDEO, m	MI / TP PROF. m	ENSAYO SPT PROF. M GOLPEO	N _{SPT}
S-1	0,00	9,30	SPT-1 (4,20-4,80) SPT-2 (7,00-7,60) M.I.-1 (8,50-9,00) SPT-3 (9,00-9,30)	8/8/7/9 22/28/48/50 28/50	15 50R 50R

Los materiales reconocidos durante la testificación de los sondeos realizados se encuentran representados en la tabla siguiente:

SONDEO	COTA INICIO	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
S-1	0,00	0,00 – 2,70	2,70 – 5,60	5,60 – 9,00

La compacidad o consistencia del subsuelo puede estimarse como primera aproximación en función del número de golpes N_{SPT} según los rangos indicados seguidamente:

- ✓ Terrenos predominantemente no cohesivos:

COMPACIDAD	Muy Suelto	Suelto	Medio	Denso	Muy Denso
SPT (N_{30})	≤ 4	4 – 10	10 – 30	30 – 50	≥ 50

- ✓ Terrenos predominantemente cohesivos:

CONSISTENCIA	Muy blando	Blando	Medio	Firme	Muy firme	Dura
SPT (N_{30})	≤ 2	2 – 4	4 – 8	8 – 15	15 – 30	≥ 30

A continuación se muestran unas fotografías de la maquina de sondeos emplazada en el punto de perforación.



Emplazamiento sondeo S-1

6.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Applus es una empresa acreditada entre otras áreas, en el de ensayos de laboratorio (GTL), con número de acreditación 15011 GTC 05 B.

6.4.1. ENSAYOS EN SUELOS

A partir de muestras representativas del terreno se efectuaron en el laboratorio los siguientes ensayos descritos en tabla adjunta.

ENSAYOS DE LABORATORIO. MUESTRAS DE SUELOS		
TIPO DE ENSAYO	SEGÚN NORMA	Nº DE ENSAYOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	UNE-103101	2
LÍMITES DE ATTERBERG	UNE-103103 y 103104	2
DENSIDAD APARENTE	UNE-103301	1
HUMEDAD NATURAL	UNE-103300	1
AGRESIVIDAD SUELOS	EHE-08	1
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (Tipo CD)	UNE-103401	1
ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS	UNE-103400	1

En el anejo- Ensayos de Laboratorio, se adjuntan los diversos informes de laboratorio con los resultados.

MUESTRA	COTAS, m	H %	LÍMITES ATTERBERG		GRANULOMETRÍA % Pasa				γ_{ap} t/m ³	Agresividad EHE		Corte Directo CD		Clasif USCS
			LL	IP	5	2	0.4	0.08		Sulf (mg/kg)	Baum. Gully (ml/kg)	ϕ' (°)	c' Kp/c m ²	
SPT nº 1	4,20–4,80	-	N.P.	N.P.	88	83	34	9,7	-	-	-	-	-	SW SM
SPT Nº 2	7,00–7,60	9,60	N.P.	N.P.	62	42	27	16,4	2,17	45	13	-	-	SM
M.I. Nº 1	8,50–9,30	17,30	-	-	-	-	-	-	2,11	-	-	19	0,11	-

N.P.: No Presenta

MUESTRA	COTAS, m	γ_{ap} (t/m ³)	H (%)	Q_{cr} (MPa)
M.I Nº 1	8,50 – 9,30	17,30	2,11	0,11

PENDIENTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Los materiales ensayados corresponden según la clasificación S.U.C.S. a:

- Nivel II: Arenas bien graduadas con limo (SW SM).
- Nivel III: Arena limosa con grava (SM).

6.4.2. ENSAYOS DE AGUA

Se realizan los ensayos de agresividad del agua con el objeto de determinar la agresividad de las aguas frente al hormigón, de acuerdo a la instrucción EHE.

Los parámetros analizados son los siguientes:

pH
Magnesio
Amonio
Sulfatos
Dióxido de carbono
Residuo seco

AGUA	PARAMETROS	SONDEO S-1
	<i>pH</i>	7,54
	<i>Ión magnesio (mg Mg²⁺ /l)</i>	12,60
	<i>Ión amonio (mg NH₄⁺ /l)</i>	<0,05
	<i>Ion sulfato (mg SO₄²⁻ /l)</i>	23,00
	<i>CO₂ agresivo (mg CO₂ /l)</i>	1,12
	<i>Resíduo seco (mg/l)</i>	447,00

7. EXPOSICIÓN AMBIENTAL

Según la EHE-08, antes de comenzar el proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente que defina la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación, por lo que viene definido por la combinación de:

- ✓ Clase general de exposición frente a la corrosión de armaduras
- ✓ Clase específica de exposición relativas a otros procesos de degradación

Clases generales de exposición ambiental en relación con la corrosión de armaduras

Todo elemento estructural está sometido a una única clase o subclase general de exposición.

TABLA 8.2.2 EHE

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	subclase	Designación	Tipo de proceso		
NO AGRESIVA		I	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> - Interiores de edificios no sometidos a condensaciones - Elementos de hormigón en masa 	<ul style="list-style-type: none"> - Interiores de edificios protegidos de la intemperie
NORMAL	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> - Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones. - Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. - Elementos enterrados o sumergidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Sótanos no ventilados - Cimentaciones - Tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - Elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	Humedad media	IIb		<ul style="list-style-type: none"> - Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcciones exteriores protegidas de la lluvia - Tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm
MARINA	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas por encima del nivel de pleamar 	<ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones en las proximidades de la costa - Puentes en las proximidades de la costa - zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - Instalaciones portuarias
	Sumergida	IIIb		<ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente por debajo del nivel mínimo de bajamar 	<ul style="list-style-type: none"> - zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	En zonas de mareas	IIIc		<ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de las mareas 	<ul style="list-style-type: none"> - zonas situadas en el recorrido de marea de diques de pantalanés y otras obras de defensa litoral. - zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de mareas
	Con cloruros de origen diferente del medio marino	IV	Corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Piscinas - pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve - estaciones de tratamiento de aguas

Clase específica de exposición ambiental relativa a otros procesos de degradación

TABLA 8.2.3a EHE.

CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	subclase	Designación	Tipo de proceso		
QUÍMICA AGRESIVA	Débil	Qa	Ataque químico	- Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar alteración del hormigón con velocidad lenta	- Instalaciones industriales con sustancias débilmente agresivas - Construcciones en proximidades de áreas industriales con agresividad débil
	Media	Qb		- Elementos en contacto con agua de mar - Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar alteración del hormigón con velocidad media	- bolos, bloques y otros elementos para diques - estructuras marinas, en general - instalaciones industriales con sustancias de agresividad media - construcciones en proximidades de áreas industriales con agresividad media - Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media
	Fuerte	Qc		- Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida.	- Instalaciones industriales con sustancias de agresividad alta - Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad alta
CONHELADAS	Sin sales fundentes	H	Ataque hielo – deshielo	- Elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de – 5°C.	- construcciones en zonas de alta montaña - estaciones invernales
	Con sales fundentes	F	Ataque por sales fundentes	- Elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C.	- tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña
EROSIÓN		E	Abrasión cavitación	- Elementos sometidos a desgaste superficial - Elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua	- pilas de puente en cauces muy torrenciales - elementos de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes - pavimentos de hormigón - tuberías de alta presión

TABLA 8.2.3b EHE

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	Valor del pH	6.5 – 5.5	5.5 – 4.5	< 4.5
	CO ₂ agresivo (mg CO ₂ /l)	15 – 40	40 - 100	> 100
	Ión amonio (mg NH ₄ ⁺ /l)	15 – 30	30 - 60	> 60
	Ión magnesio (mg Mg ²⁺ /l)	300 – 1000	1000 - 3000	> 3000
	Ión sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200 – 600	600 - 3000	> 3000
	Resíduo seco (mg/l)	75 – 150	50 - 75	< 50
SUELO	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/Kg)	> 200	(*)	(*)
	Ión sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /Kg de suelo seco)	2000 – 3000	3000 - 12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

En base a esto se estima:

Tipo de ambiente para los elementos situados en contacto con el terreno natural:
(CIMENTACIÓN).

IIIb

Según las muestras analizadas, la clase de exposición del ambiente es IIIb (elementos sumergidos, afectados por agua de influencia marina.

Las acciones agresivas del ambiente sobre el hormigón y sus armaduras son inseparables. Actúan simultánea y/o sucesivamente, en una relación reversible de causa a efecto.

En la EHE se establecen tipo de cemento, hormigón, recomendaciones constructivas, etc.

8. DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO.

Con los resultados de los ensayos de campo obtenidos, se pueden diferenciar los siguientes niveles geotécnicos, cuya posición y potencia varía de unos puntos a otros, y que en algunos sectores puede no existir alguno de los niveles mencionados:

Nivel I: Relleno Antrópico. Está constituido por limos y limos arenosos de color marrón oscuro, con fragmentos de diversos materiales.

Su potencia máxima es de 2,60 m. en el sondeo S-2.

Los espesores detectados en los sondeos o intuidos en el ensayo de penetración dinámica son:

SONDEO / PDC	COTA COMIENZO ENSAYO (respecto a T.N, o topografía)	COTA INICIO NIVEL(m)	COTA FIN NIVEL (m)	POTENCIA, m
S-1	0,00	0,00	2,70	2,70
PDC-1	0,00	0,00	2,80	2,80
PDC-2	0,00	0,00	2,40	2,40

Los ensayos de SPT se han realizado en todos los sondeos por debajo de estos materiales. No se ha ensayado ninguna muestra de estos materiales, ya que las muestras inalteradas se han recogido por debajo de los mismos debido a que este nivel no se considera adecuado para realizar ningún tipo de cimentación.

Nivel II: Arenas. Se trata de un material propio de la dinámica costera, formado por arena y limos de colores generalmente grises. Presentan una compacidad en general baja y aspecto suelto. El espesor detectado es muy variable

Los espesores detectados en los sondeos o intuidos en el ensayo de penetración dinámica son:

SONDEO / PDC	COTA COMIENZO ENSAYO (respecto a T.N, o topografía)	COTA INICIO NIVEL(m)	COTA FIN NIVEL (m)	POTENCIA, m
S-1	0,00	2,70	5,60	2,90
PDC-1	0,00	2,80	7,00	4,20
PDC-2	0,00	2,40	8,00	5,60

Se ha ensayado una muestra alterada procedente de un ensayo SPT, correspondiente con este nivel, obteniendo los siguientes resultados:

MUESTRA	COTAS, m	LÍMITES ATTERBERG		GRANULOMETRÍA % Pasa				Clasif USCS
		LL	IP	5	2	0.4	0.08	
SPT Nº 1	4,20-4,80	N.P.	N.P.	88	83	34	9,7	SW SM

De los ensayos SPT/DPSH realizados en estos niveles, se deducen compacidades sueltas-medias.

Nivel III: Granodiorita con Grado de Alteración IV. Es un producto de la alteración del sustrato rocoso infrayacente. Está constituido por limos arenosos con cristales de cuarzo, limos o limos arcillosos, todos ellos con colores pardos y grises. En muchos casos se puede observar la textura original de la roca y laminaciones de minerales oscuros.

Los espesores detectados en los sondeos o intuitos en el ensayo de penetración dinámica son:

SONDEO / PDC	COTA COMIENZO ENSAYO (respecto a T.N, o topografía)	COTA A PARTIR DE LA QUE SE DETECTA EL NIVEL DE FORMA CONTINUA(m)
S-1	0,00	5,60
PDC-1	0,00	7,00
PDC-2	0,00	8,00

Se ha ensayado una muestra inalterada correspondiente con este nivel, obteniendo los siguientes resultados:

MUESTRA	COTAS, m	H %	LÍMITES ATTERBERG		GRANULOMETRÍA % Pasa				γ_{ap} t/m ³	Agresividad EHE		Clasif USCS
			LL	IP	5	2	0.4	0.08		Sulf (mg/kg)	Baum. Gully (ml/kg)	
SPT Nº 2	7,00 – 7,60	9,60	N.P.	N.P.	62	42	27	16,4	2,17	45	13	SM

MUESTRA	COTAS, m	H (%)	γ_{ap} (t/m ³)	R.C.S	Corte Directo CD	
				(MPa)	ϕ' (°)	c' Kp/cm ²
M.I. Nº 1	8,50 – 9,30	17,30	2,11	0,11	19	0,11

De los ensayos SPT/DPSH realizados en estos niveles, se deducen compacidades medias-densas que pasan a muy densas a partir de una profundidad de 12,50 m.

9. PARÁMETROS ADOPTADOS

A la hora de elegir los parámetros empleados en los cálculos, se consideran los tipos de suelos detectados, los valores de los ensayos de penetración dinámica, los resultados obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio, así como las estimaciones teóricas para los niveles no aptos para la cimentación.

PARÁMETROS SUELOS	VALOR CONSIDERADO Resistencia/Empujes		
	Nivel I (Relleno)	Nivel II (Arena)	Nivel III (Granodiorita G.A. IV)
$\phi'(^{\circ})$	23°	25°	25°
$c', Kp/cm^2$	0,00	0,00	0,11
$\gamma_{ap} t/m^3$	1,65	1,70	2,11

10. ANALISIS DE CIMENTACIÓN

A la hora de realizar el estudio de la cimentación del edificio se ha considerado, como cota 0,00 de explanada, la correspondiente a la cota de inicio de los ensayos realizados.

Dadas las características geotécnicas existentes en la parcela de estudio, y en el ámbito de actuación del presente análisis, se ha considerado una tipología de cimentación en función de la carga de trabajo requerida por la estructura proyectada. Debido a la existencia de terrenos con una compacidad suelta/muy suelta hasta profundidades de 8,00 m. (en el caso del ensayo PDC-2), la tipología de cimentación más adecuada en la de cimentación profunda mediante pilotes empotrados en suelos/roca.

10.1. CIMENTACIONES PROFUNDAS

Dentro de las opciones posibles para la ejecución de una cimentación profunda se consideran la ejecución de pilotes, que transmitan las cargas a los niveles de elevado ángulo de rozamiento interno.

Para la determinación de la cimentación profunda mediante pilotes se han seguido las indicaciones recogidas en el Código Técnico de la Edificación (DB-SE-C).

En el caso que nos ocupa, en función del terreno existente en la parcela, se recomienda una cimentación profunda mediante pilotes "flotantes", para los que se recomendará una profundidad estimada de empotramiento mínimo de pilotes de 1,5 por D_p (diámetro del Pilote), para conseguir las cargas que se indican en el apartado correspondiente.

10.1.1. PILOTES EMPOTRADOS EN SUELOS

En este caso, la transmisión de las cargas se realizará de toda la longitud del pilote, aprovechando la resistencia ofrecida por los distintos niveles geotécnicos que atravesará el pilote en profundidad.

En todos los casos y supuestos, los valores aquí mencionados deben limitarse por el tope estructural del pilote y están calculados para un único pilote, por lo que deberán ser minorados en función del número de pilotes que se consideren

10.1.1.1. MÉTODO BASADO EN EL ENSAYO SPT

Esta solución consistiría en la ejecución de pilotes que transmitan las cargas a los niveles inferiores de elevado ángulo de rozamiento interno.

Se recomienda considerar pilotes empotrados en el nivel geotécnico III, a partir de 8,50 m. de profundidad, que corresponde a materiales de alteración del sustrato rocoso con Grado de alteración (ISRM) IV de compacidad densa a muy densa. ($N_{20} > 30$).

Teniendo en cuenta dicha profundidad de empotramiento, se necesitará una longitud total mínima de pilotaje de aproximadamente 10,00 m. (Este valor es orientativo y tendrá que ser ajustado por el calculista en función al diámetro final del pilote considerado.)

El cálculo se ha realizado considerando un suelo de alteración del sustrato rocoso con Grado de alteración (ISRM) IV, a partir de la siguiente formulación:

$$R_{cd} = \frac{R_{ck}}{\gamma_R} \qquad R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

Siendo:

- ▶ R_{cd} la resistencia del terreno
- ▶ R_{ck} la carga de hundimiento
- ▶ γ_R factor de seguridad (=3)
- ▶ R_{pk} parte de la resistencia que se supone soportada por la punta
- ▶ R_{fk} parte de la resistencia que se supone soportada por el contacto pilote-terreno en el fuste.

El método de evaluación de la seguridad frente a hundimiento de pilotes basado en el SPT (según el CTE- DB - SE-C) es válido para pilotes perforados y para pilotes hincados en suelos granulares, que no tengan gran proporción de gravas gruesas cantos o bolos que puedan desvirtuar el ensayo. En cualquier caso no se utilizarán para estos cálculos *índices N_{30} superiores a 50*.

10.1.1.2. CONSIDERACIONES SOBRE LA RESISTENCIA POR PUNTA

Siguiendo las recomendaciones del CTE, para estimar las componentes de la resistencia por punta, se supondrá que son proporcionales al área de contacto, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R_{pk} = q_p \cdot A_p$$

Siendo

- A_p el área de la punta
- q_p la resistencia unitaria por punta. Dicho valor para pilotes perforados y para pilotes hincados en suelos granulares se podrá calcular mediante la siguiente expresión:

$$q_p = f_N \cdot N$$

Donde:

- ✓ $f_N = 0,4$ para pilotes hincados
- ✓ $f_N = 0,2$ para pilotes hormigonados in situ.
- ✓ N = valor medio de N_{SPT} . Media de la zona activa superior y pasiva inferior como se muestra en la siguiente figura. ($N_{SPT} < 50$)

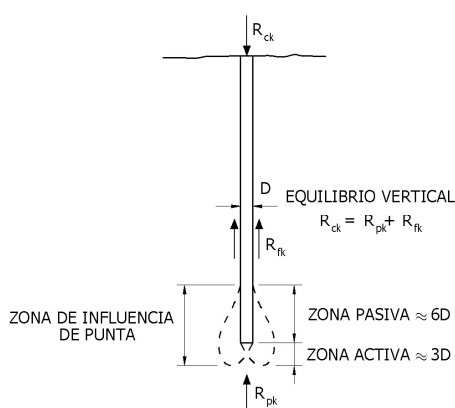


Figura: Zonas a considerar en el cálculo de resistencia por punta de pilotes

En casos de terreno heterogéneo, se supondrá que la carga de hundimiento por la punta está controlada por un terreno con las características medias de la zona comprendida entre tres diámetros bajo la punta (zona activa inferior) y seis diámetros sobre la punta (zona pasiva superior), aproximadamente.

La resistencia unitaria por punta se puede evaluar con la expresión:

$$q_p = f_N \cdot N \quad (\text{MPa})$$

En función de lo anterior se obtienen, a la profundidad de empotramiento considerada y para un valor de $N_{\text{SPT}} = 30$ golpes (corregido en función de la existencia de agua), los siguientes resultados:

- ▶ **$q_p = 30 \cdot 0,2 = 6 \text{ MPa}$** (pilotes hormigonados "in situ")
- ▶ **$q_p = 30 \cdot 0,4 = 12 \text{ MPa}$** (pilotes hincados)

10.1.1.3. CONSIDERACIONES SOBRE LA RESISTENCIA POR FUSTE

Cuando las características geotécnicas y resistentes del terreno existente, varíe con la profundidad, para el cálculo de la resistencia total por fuste se debe realizar una integración de dicha resistencia a lo largo del pilote. En los casos en que la resistencia total por fuste sea constante por tramos y también lo sea la longitud del contorno del pilote en cualquier sección horizontal, dicha resistencia por fuste se considerará como un sumatorio de las resistencias de cada tramo, a lo largo de toda la longitud del pilote, esto es:

$$R_{fk} = \sum \tau_f A_f$$

Siendo:

- A_f el área de contacto entre el fuste del pilote y el terreno en cada tramo
- τ_f la resistencia unitaria por fuste en cada tramo. Este valor en un determinado nivel del terreno, para un pilote hincado, (según el CTE-DB-SE-C) se podrá considerar igual a:

$$\tau_f = 2,5 N_{\text{SPT}} (\text{kPa})$$

En este caso, N_{SPT} es el valor medio del ensayo SPT al nivel considerado.

En función de lo anterior y teniendo en cuenta dichos resultados de golpeo medio (SPT y/o Penetrómetros Dinámicos corregidos en función de la presencia de agua), obtenemos los siguientes valores de resistencia unitaria en fuste para los diferentes tramos investigados:

Profundidad	N ₃₀	Resistencia unitaria en fuste (Kpa)
0,00-2,80 (Relleno)	10	25
2,80-7,00 (Arenas)	7	17,5
7,00 – 12,60 (Granodiorita G.A. IV)	26	65

En todos los casos y supuestos, los valores aquí mencionados deben limitarse por el tope estructural del pilote y están calculados para un único pilote, por lo que deberán ser minorados en función del número de pilotes que se consideren

10.1.2. MOVIMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN: ASIENTOS

Para el cálculo de asientos se sustituirá el grupo de pilotes por una losa equivalente y se calculará como las formas habituales del cálculo de asientos en cimentaciones superficiales.

Para realizar este cálculo es necesario conocer las cargas a aplicar, número de pilotes, dimensiones, etc.

El objeto de recomendar llevar los pilotes a niveles muy densos con N_{SPT} 40-50 a una profundidad media de 10,00 m., es minimizar los asientos que se pudieran derivar.

En los pilotes empotrados en roca los asientos serán despreciables.

10.1.3. ROZAMIENTO NEGATIVO

El rozamiento negativo se produce cuando el asiento del terreno circundante al pilote es mayor que el asiento del pilote, por lo que éste último soporta, además de la carga que le transmite la estructura, parte del peso del terreno. Como consecuencia, aumenta la carga total de compresión que el pilote tiene que soportar.

Puesto que los materiales identificados durante la realización del presente estudio son rellenos antrópicos y arenas además de poder existir variaciones en el nivel freático debido a la influencia mareal, se considera que es posible el desarrollo de rozamientos negativos, lo cual debe ser tenido en cuenta por el proyectista una vez se hayan calculado los asientos.

10.1.4. CONSIDERACIONES A LA EJECUCIÓN DE PILOTES

Los pilotes tendrán la longitud necesaria para que se produzca su empotramiento en los niveles granodiorita con grado de alteración IV (ISRM).

Si durante la ejecución de los mismos se observa la presencia de roca, el empotramiento se verá disminuido en función de la carga admisible necesaria por pilote.

10.1.5. TIPO DE PILOTES

En este estudio se han considerado las dos opciones de pilotaje (pilotes hincados y perforados) no obstante, se recomienda la ejecución de uno o dos pilotes de prueba que permitan determinar el método más adecuado de ejecución.

Debido la poca consistencia de los niveles superiores (arenas y relleno) y a la presencia de nivel de agua a una profundidad de 3,10 m. de profundidad, se recomienda la ejecución de pilotes con camisa, tipos CPI-4 o CPI-5.

En todos los casos se debe asegurar el empotramiento en los materiales de compacidad densa a muy densa.

Los valores aquí mencionados deben limitarse por el tope estructural del pilote y están calculados para un único pilote, por lo que deberán ser minorados en función del número de pilotes que se consideren.

Según se recoge en el CTE, el *tope estructural o carga nominal* es el valor de cálculo de la capacidad resistente del pilote. Se debe comprobar que, la sollicitación axil sobre cada pilote, no supere este tope.

El tope estructural depende de:

- a) la sección transversal del pilote
- b) el tipo de material del pilote
- c) el procedimiento de ejecución
- d) el terreno

Los valores del tope estructural se adoptarán de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{tope} = \sigma \cdot A$$

Siendo

- ▶ σ La tensión del pilote
- ▶ A El área de la sección transversal.

En la siguiente tabla se muestran los valores de σ recomendados por el CTE-DB-SE-C.

Tabla 5.1. Valores recomendados para el tope estructural de los pilotes

Procedimiento	Tipo de pilote	Valores de σ (Mpa)	
Hincados	Hormigón pretensado o postesado	0,30 ($f_{ck} - 0,9 f_p$)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálicos	0,30 f_{yk}	
	Madera	5	
		Tipo de apoyo	
		Suelo firme	Roca
Perforados ⁽¹⁾	Entubados	5	6
	Lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenados sin control de parámetros	3,5	-
	Barrenados con control de parámetros	4	-

⁽¹⁾ Con un control adecuado de la integridad, los pilotes perforados podrán ser utilizados con topes estructurales un 25% mayores.

f_{ck} es la resistencia característica del hormigón

f_p es la tensión introducida en el hormigón por el pretensado

f_{yk} es el límite elástico del acero

10.1.6. EJECUCIÓN

Durante la construcción de pilotes perforados se tomarán las medidas para prevenir entradas incontroladas de agua y/o terreno en la perforación.

La entrada de agua y/o terreno puede ser causa de cavidades inestables fuera del pilote, daños al hormigón no endurecido del pilote o coqueas en el fuste durante el hormigonado, lavado del cemento, etc.

10.1.7. MICROPILOTES

En caso de optar por una cimentación mediante micropilotes, a continuación se muestran los parámetros relacionados con el terreno respecto a este tipo de cimentación:

El método de cálculo utilizado es el de Bustamante, ampliamente utilizado para obtener los valores resistentes de los distintos niveles de terreno.

El tipo de micropilote valorado es el de inyección global unificada (IGU), y los diámetros de los mismos, varían entre 100 mm. y 225 mm.

Relleno	$\alpha =$	1,2
	q_{si} (MPa) =	0,05
Arenas	$\alpha =$	1,1
	q_{si} (MPa) =	0,05
Granodiorita G.A. V	$\alpha =$	1,1
	q_{si} (MPa) =	0,13
Granodiorita G.A. IV	$\alpha =$	1,1
	q_{si} (MPa) =	0,175

Q_s (TN) - IGU

	espesor del nivel (m.)	D, m					
		0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225
estrato 1	2,8	5,278	6,597	7,917	9,236	10,556	11,875
estrato 2	5	8,639	10,799	12,959	15,119	17,279	19,439
estrato 3	3	12,959	16,199	19,439	22,678	25,918	29,158
estrato 4	2	12,095	15,119	18,143	21,166	24,190	27,214
Long. (m.)	12,8						
Q_s limite (t)		38,971	48,714	58,457	68,200	77,943	87,686
Q_p limite (t)		5,846	7,307	8,769	10,230	11,691	13,153
Factor de seguridad							
fuste = 2		19,486	24,357	29,229	34,100	38,971	43,843
punta = 3		1,949	2,436	2,923	3,410	3,897	4,384
Q_{adm} (tn)		21,434	26,793	32,151	37,510	42,869	48,227

Del mismo modo que en el caso de los pilotes, ha de ser el proyectista quien, en función de las cargas aquí reflejadas, defina el diámetro y número de elementos para las cargas de proyecto que se consideren.

11. EXCAVACIONES Y CONTENCIONES

En caso de que sea necesaria la realización de excavaciones de cierta importancia, debido a la existencia de nivel de agua a una cota de -3,10 m. bajo la superficie, se recomienda a continuación la ejecución de elementos de contención para alcanzar la cota de apoyo y evitar la afección tanto a edificios colindantes, como de posibles inestabilidades.

11.1. ELEMENTOS DE CONTENCIÓN.

11.1.1. DEFINICIÓN Y TIPOLOGÍA.

11.1.1.1. Pantallas

Se denominan pantallas a los elementos de contención de tierras que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, edificio u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción o bien, se trate de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los taludes de la excavación y eliminar o reducir a límites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o asegurar la estabilidad de este frente a fenómenos de sifonamiento.

A continuación se enumeran los diversos tipos de pantalla, según el CTE:

- Pantallas ejecutadas enteramente "In situ"
 - ✓ Pantallas continuas de hormigón.
 - ✓ Pantallas de pilotes.
- Pantallas de elementos prefabricados. Se hincan en el terreno a golpes o por vibración.
 - ✓ Hincadas
 - ▶ Tablestacas de hormigón armado o pretensado
 - ▶ Tablestacas de acero
 - ▶ Tablestacas de madera

- ✓ De paneles de hormigón armado o pretensados que se colocan en una zanja previamente excavada.

11.1.2. ACCIONES A CONSIDERAR Y DATOS GEOMÉTRICOS.

11.1.2.1. Cálculo de coeficientes de empuje activo (K_A) y empuje pasivo (K_P)

Para calcular los empujes del terreno sobre dichos muros, se puede caracterizar el subsuelo en el tramo correspondiente a suelos y roca meteorizada con los siguientes parámetros geotécnicos:

Tipo terreno	γ (Tn/m ³)	ϕ' (°)	c' (kp/cm ²)
Nivel I (Relleno)	1,65	23°	0,00
Nivel II (Arenas)	1,70	25°	0,00
Nivel III (Granidiorita G.A. IV)	2,11	25°	0,11

Para el cálculo de elementos de contención, se muestra a continuación el cálculo de los coeficientes de empuje activo (K_A) y pasivo (K_P).

A. Empuje activo (P_A)

El empuje activo (P_A) se define como la resultante de los empujes unitarios, σ'_a , que puede determinarse mediante las siguientes fórmulas.

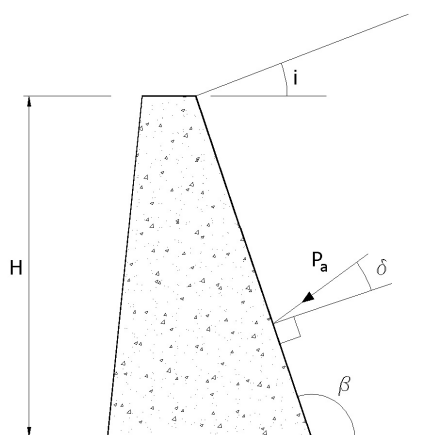
$$\sigma'_a = K_A \cdot \sigma'_v - 2c' \cdot \sqrt{K_A}$$

$$\sigma'_{ah} = \sigma'_a \cdot \sin(\beta + \delta)$$

$$K_A = \left[\frac{\cos \beta \cdot \sin(\beta - \phi')}{\sqrt{\sin(\beta + \delta) + \frac{\sin(\delta + \phi') \cdot \sin(\phi' - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$

Siendo

- σ'_v : la tensión efectiva vertical, de valor $\gamma' \cdot z$, siendo γ' el peso específico efectivo del terreno y z la altura del punto considerado respecto a la rasante del terreno en su acometida al muro;
- σ'_{ah} : la componente horizontal del empuje unitario pasivo
- ϕ' y c' el ángulo de rozamiento interno y la cohesión del terreno
- β , i y δ los ángulos indicados en la siguiente figura.



En el caso de muro vertical, y terreno horizontal sin sobrecarga en el trasdós, si $\delta=0$, el valor de $K_A = \tan^2(\pi/4 - \phi'/2)$; siendo ϕ' en radianes.

Como resultado, se obtiene que:

Tipo terreno	K_A
Nivel I (Relleno)	0,45
Nivel II (Arenas)	0,40
Nivel III (Granodiorita G.A. IV)	0,40

B. Empuje pasivo (P_p)

El empuje pasivo (P_p) se define como la resultante de los empujes unitarios σ'_p que pueden determinarse mediante las siguientes fórmulas:

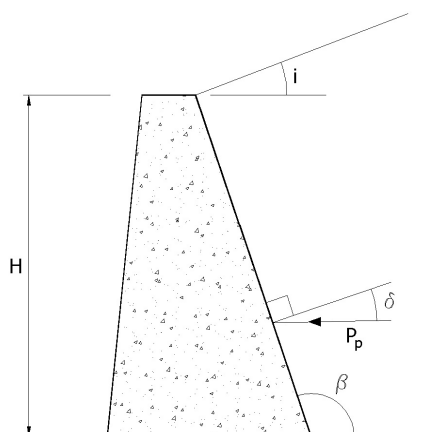
$$\sigma'_p = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

$$\sigma'_{ph} = \sigma'_p \cdot \sin(\beta - \delta)$$

$$K_p = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \cdot \operatorname{sen}(\beta + \phi')}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta - \delta) - \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') \cdot \operatorname{sen}(\phi' + i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}}} \right]^2$$

Siendo:

- σ'_v : la tensión efectiva vertical, de valor $\gamma' \cdot z$, siendo γ' el peso específico efectivo del terreno y z la altura del punto considerado respecto a la rasante del terreno en su acometida al muro;
- σ'_{ph} : La componente horizontal del empuje unitario pasivo
- ϕ' y c' el ángulo de rozamiento interno y la cohesión del terreno
- β , i y δ los ángulos indicados en la figura siguiente:



En el caso de muro vertical, y terreno horizontal sin sobrecarga en el trasdós, si $\delta=0$, el valor de $K_p = \operatorname{tg}^2(\pi/4 + \phi'/2)$; siendo ϕ' en radianes.

Como resultado, se obtiene que:

Tipo terreno	K_p
Nivel I (Relleno)	2,28
Nivel II (Arenas)	2,46
Nivel III (Granodiorita G.A. IV)	2,46

11.1.2.2. Cálculo de coeficientes de empuje en reposo (K_0)

El coeficiente de empuje en reposo (K_0) es difícil de determinar, aunque en la práctica puede tomarse como $K_0=1-\text{sen}(\phi')$ para suelos granulares y arcillosos normalmente consolidados.

Por lo tanto:

Tipo terreno	K_0
Nivel I (Relleno)	0,61
Nivel II (Arenas)	0,58
Nivel III (Granodiorita G.A. IV)	0,58

11.1.3. EXCAVABILIDAD

Los materiales a excavar en la zona son procedentes de la alteración del sustrato rocoso, lo que hace que en general, sean fácilmente excavables por medios mecánicos convencionales (Niveles I, II y III). En caso de que se alcance el nivel IV en alguna zona el solar, los medios mecánicos se consideran a su vez suficientes para su excavación.

EXCAVABILIDAD	NIVELES CONSIDERADOS Y DESCRIPCIÓN
FÁCIL	<p>Materiales limosos y arenosos de fácil excavación con medios convencionales.</p> <p>Se corresponderían con los Niveles I (relleno), con el Nivel II (arenas) y la parte más superficial del nivel III de suelos residuales de granodiorita.</p>
MEDIA O MARGINAL	<p>Sustrato rocoso alterado del nivel III (Granodiorita con G.A. <IV) Elevado grado de alteración y fracturación. Se podrán utilizar retroexcavadoras potentes, con el uso puntual de martillo hidráulico.</p>

En el caso de ejecutar excavaciones por talud natural, de manera general, se puede considerar una pendiente tipo 2H:1V para los taludes en los niveles I, II. Para evitar la afección del nivel freático, será necesaria la utilización de equipos de achique o bombeo. Del mismo modo, ha de valorarse de forma continua la estabilidad de los taludes para evitar riesgos derivados de la influencia del nivel de agua.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el presente apartado se establece un resumen del informe, que en ningún caso pretende establecer todos los parámetros, valores, tensiones admisibles etc., estando reflejados en el apartado correspondiente del presente documento.

- El área de emplazamiento de la parcela objeto de estudio se sitúa en las proximidades de Ribeira, siendo el objeto del presente informe el Estudio Geológico - Geotécnico para la ampliación del C.I.F.P. Coroso.
- La cota inicial de los trabajos, considerada como cota 0,00, coincide con la superficie actual de la parcela. La parcela no presenta pendiente.
- El subsuelo, está formado por un primer nivel constituido por relleno antrópico. Por debajo aparece un nivel de arenas de playa y subyacente aparece el sustrato rocoso de naturaleza granodiorítica, con un grado de alteración IV de tonalidades claras y grises. Las profundidades detalladas se definen en el apartado correspondiente de este informe.
- Desde el punto de vista sísmico, según la NCS-02, el valor de la aceleración sísmica básica a_b es menor de 0,04 g por lo que no es obligatoria la aplicación de la norma.
- Desde el punto de vista hidrológico, durante la ejecución de los trabajos, se ha detectado la presencia de agua una profundidad de -3,10 m. desde la cota actual.
- En cuanto a la agresividad del suelo y agua, se obtienen unos resultados de exposición IIIa/IIIb (s/EHE-08).
- Se ha estudiado la cimentación de la estructura. En el informe se recogen los resultados obtenidos en cada caso.
 - ✓ Cimentación profunda mediante pilotes empotrados en suelos (tipos CPI-4/CPI-5). Las longitudes estimadas y las resistencias calculadas se exponen en el apartado 10.1.1. Se recomienda una longitud total de pilotes de 10,0 m. (incluido el empotramiento).
 - ✓ Las cargas consideradas son:

Nivel	Resistencia por Fuste (KPa)
Nivel I: Relleno (0,00 – 2,80)	25,0
Nivel II: Arenas (2,80 – 7,00)	17,5
Nivel III: Granodiorita G.A. IV (7,00 – 12,60)	65,0

Nivel de empotramiento	Resistencia por Punta (MPa)
Nivel III: Granodiorita G.A. IV	6,0 (Pilotes hormigonados "in situ")
	12,0 (Pilotes hincados)

- ✓ Cimentación profunda mediante micropilotes empotrados en suelos. Las longitudes estimadas y las resistencias calculadas se exponen en el apartado 10.1.7. Se recomienda una longitud total de 10,0 m. (incluido el empotramiento).
- ✓ Las cargas consideradas son:

Qadm (t)	21,434	26,793	32,151	37,510	42,869	48,227
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

- En cuanto la excavabilidad se puede resumir que los niveles afectados serán excavables fácilmente por medios convencionales.

A Coruña, 14 de abril de 2015



Fdo.- Javier Fernández Fernández
Ingeniero Geólogo
Nº Colegiado: 6079
Ingeniería del Terreno



Fdo.- José María Fernández Alba
Jefe de Departamento
Nº Colegiado: 5256
Ingeniería del Terreno

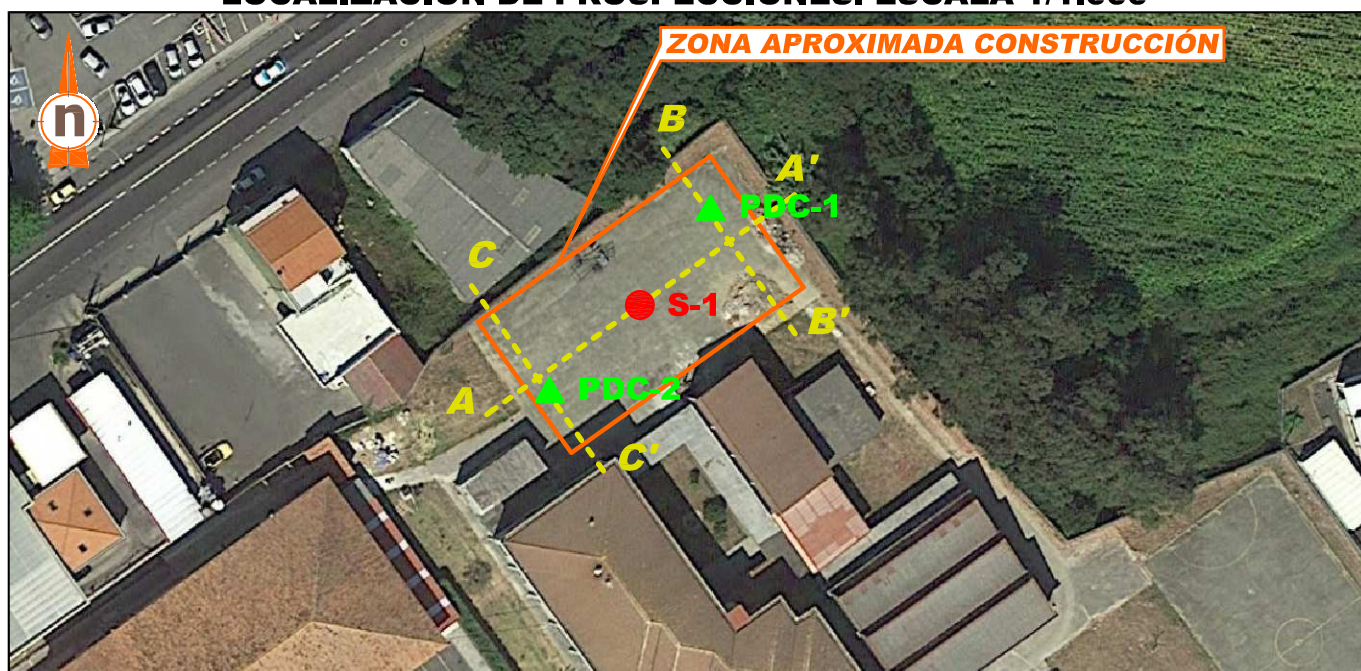
ANEXOS

I. ANEXO: LOCALIZACIÓN DE PROSPECCIONES.

VISTA AÉREA. ESCALA 1/15.000



LOCALIZACIÓN DE PROSPECCIONES. ESCALA 1/1.000



LEYENDA: ● SONDEOS ▲ ENSAYOS DE PENETRACIÓN X---X' PERFILES GEOTÉCNICOS

Empresa consultora:

Applus⁺
norcontrol
Ingeniería del Terreno y Recursos Minerales

Obra:

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL C.I.F.P. COROSO,
RIBEIRA (A CORUÑA)**

Fichero	1_PROSP COROSO.dwg
Referencia	P2CO203415
Comprobado	JFF
Dibujado	SFL
Fecha	ABRIL-15

Cliente:



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN
E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA

Escala:

1:1.000
1:15.000

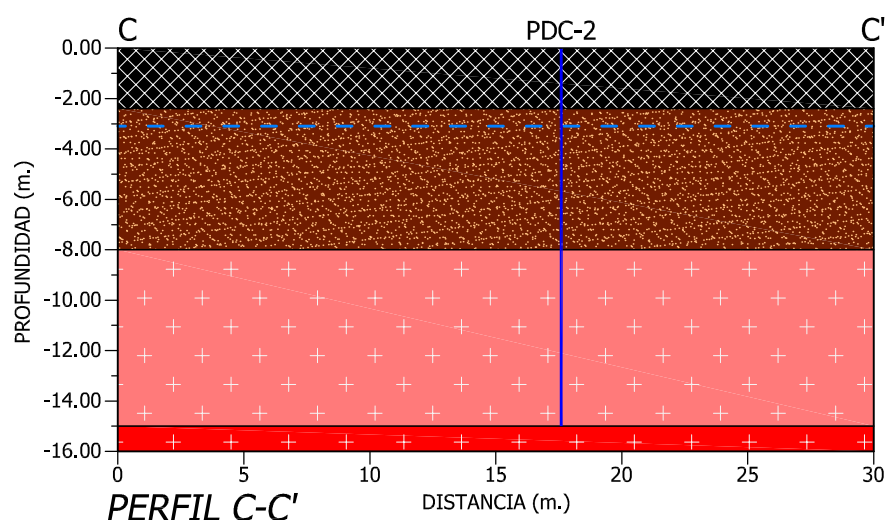
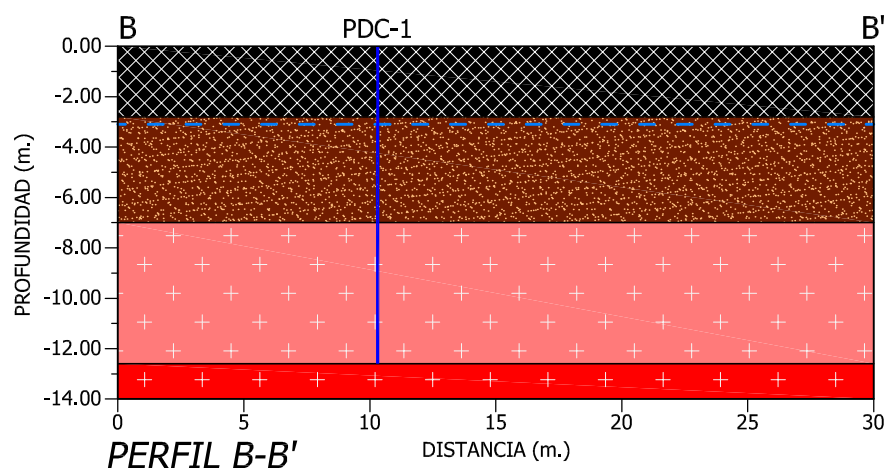
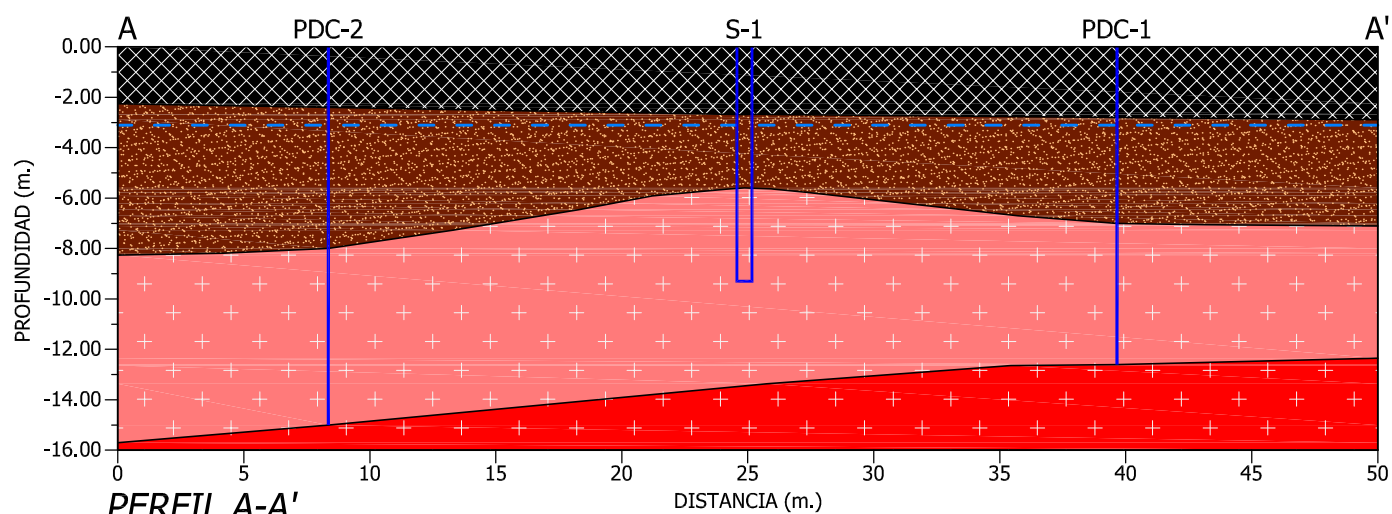
Título:

LOCALIZACIÓN DE PROSPECCIONES Y SITUACIÓN

Plano nº:

1

II. ANEXO: PERFILES GEOTÉCNICOS



LEYENDA	
	RELLENO ANTRÓPICO
	ARENAS
	GRANODIORITA G.A. IV (ISRM)
	GRANODIORITA G.A. III (ISRM)
	NIVEL FREÁTICO

Empresa consultora:

Applus⁺
Ingeniería del Terreno y Recursos Minerales

Obra:

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL C.I.F.P. COROSO,
RIBEIRA (A CORUÑA)**

Fichero	2_PERF COROSO.dwg
Referencia	P2CO203415
Comprobado	JFF
Dibujado	SFL
Fecha	ABRIL-15

Cliente:



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN
E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA

Escala:

1:300

La posición de los materiales en el subsuelo se ha determinado de acuerdo con los reconocimientos efectuados, interpolando, de la forma más lógica posible, los resultados obtenidos a las zonas existentes entre dichos reconocimientos.

Título:

PERFILES GEOTÉCNICOS

Plano nº:

2

III. ANEXO: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA TIPO DPSH

PDC - 1

CLIENTE: XUNTA DE GALICIA . CONSELLERIA DE EDUCACION

OBRA: C.I.F.P. COROSO

SITUACIÓN: RIVEIRA

REF.: P2CO203415

FECHA: 27/03/2015

COTA DE COMIENZO, m: - 0,20

Terreno actual

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO, m:

Varillas mojadas a partir de 1,00 m.

Código equipo 1179

Rolatec ML-60A

Profund. (m.)	N	Profund. (m.)	N	Profund. (m.)	N	Profund. (m.)	N
0,00		8,20	17	16,40		24,60	
0,20		8,40	15	16,60		24,80	
0,40	10	8,60	16	16,80		25,00	
0,60	9	8,80	13	17,00		25,20	
0,80	8	9,00	17	17,20		25,40	
1,00	7	9,20	29	17,40		25,60	
1,20	9	9,40	32	17,60		25,80	
1,40	8	9,60	31	17,80		26,00	
1,60	12	9,80	31	18,00		26,20	
1,80	9	10,00	38	18,20		26,40	
2,00	8	10,20	40	18,40		26,60	
2,20	10	10,40	23	18,60		26,80	
2,40	12	10,60	21	18,80		27,00	
2,60	11	10,80	26	19,00		27,20	
2,80	11	11,00	33	19,20		27,40	
3,00	9	11,20	41	19,40		27,60	
3,20	3	11,40	54	19,60		27,80	
3,40	6	11,60	40	19,80		28,00	
3,60	8	11,80	44	20,00		28,20	
3,80	5	12,00	40	20,20		28,40	
4,00	2	12,20	50	20,40		28,60	
4,20	2	12,40	139	20,60		28,80	
4,40	8	12,60	200	20,80		29,00	
4,60	4	12,80		21,00		29,20	
4,80	3	13,00		21,20		29,40	
5,00	4	13,20		21,40		29,60	
5,20	6	13,40		21,60		29,80	
5,40	4	13,60		21,80		30,00	
5,60	4	13,80		22,00		30,20	
5,80	4	14,00		22,20		30,40	
6,00	6	14,20		22,40		30,60	
6,20	7	14,40		22,60		30,80	
6,40	8	14,60		22,80		31,00	
6,60	9	14,80		23,00		31,20	
6,80	9	15,00		23,20		31,40	
7,00	9	15,20		23,40		31,60	
7,20	13	15,40		23,60		31,80	
7,40	14	15,60		23,80		32,00	
7,60	18	15,80		24,00		32,20	
7,80	16	16,00		24,20		32,40	
8,00	14	16,20		24,40		32,60	

PDC - 1

CLIENTE: XUNTA DE GALICIA . CONSELLERIA DE EDUCACION

OBRA: C.I.F.P. COROSO

SITUACIÓN: RIVEIRA

REF.: P2CO203415

FECHA: 27/03/2015

COTA DE COMIENZO, m:

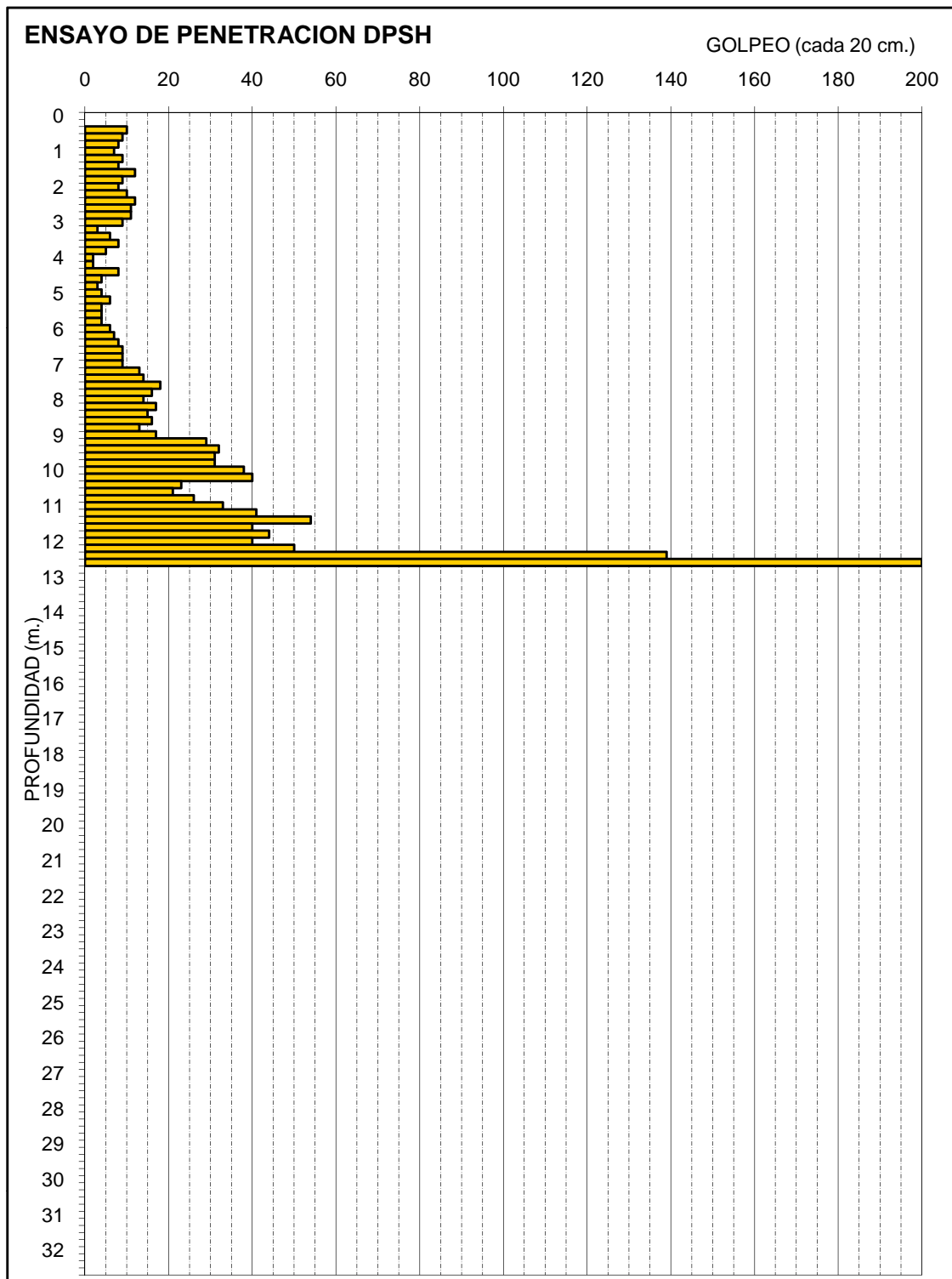
Terreno actual

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO, m:

0

Código equipo 1179

Rolatec ML-60A



PDC - 2

CLIENTE: XUNTA DE GALICIA . CONSELLERIA DE EDUCACION

OBRA: C.I.F.P. COROSO

SITUACIÓN: RIVEIRA

REF.: P2CO203415

FECHA: 27/03/2015

COTA DE COMIENZO, m: - 0,20

Terreno actual

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO, m:

Varillas mojadas a partir de 1,00 m.

Código equipo 1179

Rolatec ML-60A

Profund. (m.)	N	Profund. (m.)	N	Profund. (m.)	N	Profund. (m.)	N
0,00		8,20	11	16,40		24,60	
0,20		8,40	14	16,60		24,80	
0,40	15	8,60	22	16,80		25,00	
0,60	15	8,80	28	17,00		25,20	
0,80	13	9,00	29	17,20		25,40	
1,00	15	9,20	41	17,40		25,60	
1,20	14	9,40	38	17,60		25,80	
1,40	16	9,60	33	17,80		26,00	
1,60	40	9,80	24	18,00		26,20	
1,80	13	10,00	21	18,20		26,40	
2,00	17	10,20	19	18,40		26,60	
2,20	11	10,40	21	18,60		26,80	
2,40	12	10,60	33	18,80		27,00	
2,60	8	10,80	37	19,00		27,20	
2,80	6	11,00	23	19,20		27,40	
3,00	6	11,20	19	19,40		27,60	
3,20	5	11,40	18	19,60		27,80	
3,40	4	11,60	19	19,80		28,00	
3,60	7	11,80	19	20,00		28,20	
3,80	7	12,00	27	20,20		28,40	
4,00	5	12,20	37	20,40		28,60	
4,20	4	12,40	21	20,60		28,80	
4,40	3	12,60	24	20,80		29,00	
4,60	7	12,80	32	21,00		29,20	
4,80	9	13,00	40	21,20		29,40	
5,00	5	13,20	43	21,40		29,60	
5,20	4	13,40	46	21,60		29,80	
5,40	7	13,60	46	21,80		30,00	
5,60	6	13,80	44	22,00		30,20	
5,80	4	14,00	36	22,20		30,40	
6,00	4	14,20	50	22,40		30,60	
6,20	5	14,40	75	22,60		30,80	
6,40	4	14,60	92	22,80		31,00	
6,60	4	14,80	160	23,00		31,20	
6,80	4	15,00	200	23,20		31,40	
7,00	5	15,20		23,40		31,60	
7,20	5	15,40		23,60		31,80	
7,40	5	15,60		23,80		32,00	
7,60	5	15,80		24,00		32,20	
7,80	5	16,00		24,20		32,40	
8,00	6	16,20		24,40		32,60	

PDC - 2

CLIENTE: XUNTA DE GALICIA . CONSELLERIA DE EDUCACION

OBRA: C.I.F.P. COROSO

SITUACIÓN: RIVEIRA

REF.: P2CO203415

FECHA: 27/03/2015

COTA DE COMIENZO, m:

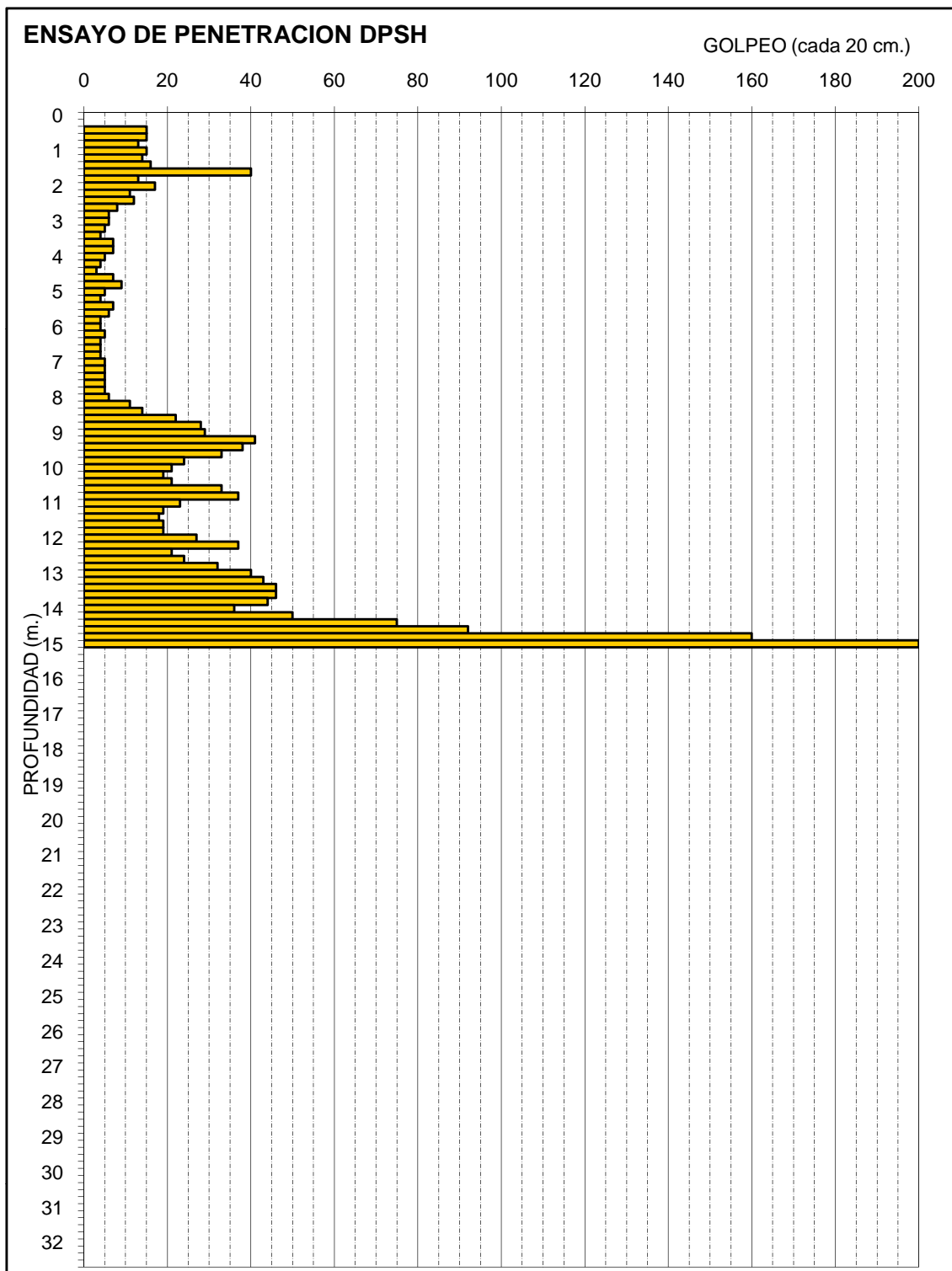
Terreno actual

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO, m:

Código equipo 1179

0

Rolatec ML-60A



IV. ANEXO: REGISTRO DE SONDEO

[illegible]

<div><div><div>Applus+</div><div>norcontrol</div><div><div>Inspección del Terreno y Recursos Naturales</div></div></div></div>		OBRA: AMPLIACIÓN C.I.F.P. COROSO		REFERENCIA: P2CO204315	SONDEO: S-1		MAQUINA: ROLATEC RL-48C		PROFUNDIDAD: 9,30 m.		SONDEO: S-1		HOJA 2 DE 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		SITUACIÓN: RIBEIRA (A CORUÑA)		FECHA INICIO: 26/03/2015		FECHA FINAL: 26/03/2015																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO										CARACTERÍSTICAS DEL SONDEO										ENSAYOS "IN SITU"										ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
COLUMNA LITOLÓGICA		NATURALEZA DEL MATERIAL		MANIOBRAS		TESTIGO		R.O.D		METEORIZACION (I.S.R.M.)		Fracturas cada 30 cm		R.C.S. (ISRW)		R.M.R. (Básico)		MUESTRAS Y ENSAYOS (2)		S.P.T. / MUESTRA INALTERADA		VANE TEST		PENETRO DE MANO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		LÍMITES ATTERBERG		HUMEDAD, w, en %		DENSIDAD APARENTE, en g/cm³		RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm²		CORTE DIRECTO		ENSAYO EDOMÉTRICO		COMPONENTES ACCESORIOS, %																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ESPEZOR DEL ESTRATO, en m.		2,90		5,60		7,00		7,60		8,50		9,00		9,30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

ANEXO: MONTAJE FOTOGRÁFICO DE SONDEOS

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL C.I.F.P. "COROSO" EN RIBEIRA (A CORUÑA).


SONDEO: S-1.

PROFUNDIDAD: 9,30 m.

FECHA: 26-03-2015.

SONDA: ROLATEC RL-48 L.

REFERENCIA: P2CO203415.

		
<p>SONDEO: S-1 CAJA 1 DE 4 PROFUNDIDAD: 0,00 – 3,00 m</p>	<p>SONDEO: S-1 CAJA 2 DE 4 PROFUNDIDAD: 3,00 – 6,50 m</p>	<p>SONDEO: S-1 CAJA 3 DE 4 PROFUNDIDAD: 6,50 – 10,00 m</p>
		

EMPLAZAMIENTO DEL SONDEO

V. ANEXO: ENSAYOS DE LABORATORIO

OBRA: E.G.AMPLIACIÓN CIPF COROSO,RIBEIRA

Ref.: 2056

MATERIAL: SUELO

Fecha: 13/04/15

Nº Informe: 15SA0891-1

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:

Identificación: SONDEO S-1 SPT-2 PROF:7,00 - 7,60

Utilización: ---

Ref.cliente: P2CO203415

Fecha de toma de muestra: 27/03/15

RESULTADOS OBTENIDOS:

1.-Determinación de la humedad mediante secado en estufa (s/UNE-103-300/93):

Humedad (%):

9,6

2.-Determinación de la densidad de un suelo (método de la balanza hidrostática)
(s/UNE-103-301/94):

Densidad aparente (gr/cm³):

2,17

OBSERVACIONES: ---

Javier Fernández Fernández

Adriano Miranda Ferreiro

Documento validado mediante certificado electrónico. Autenticidad verificable en la pagina <https://valide.redsara.es/> de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, Ministerio de Presidencia

Técnico de area GTL
Applus Norcontrol, S.L.U.

Jefe Dpto.Lab.Construcción Galicia
Applus Norcontrol, S.L.U.

Pag:1/1

NOTA: Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis. El informe no deberá reproducirse parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol.

Garantía de Calidad de Servicio: Applus+ garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro sistema de Calidad y sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal. En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien al Director de Calidad de Applus+, en la siguiente dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com
Applus Norcontrol, S.L.U. C.I.F. B-15044357. Inscrita en el Registro Mercantil de La Coruña H 1507, F 114, T 292, L 138, Sec. 3ª de Sociedades, 1,1.

Laboratorio de Sada. Domicilio Social: Carretera N-VI, Km 582. 15168 Sada (La Coruña). Tfno. 981 014 500; Fax 981 014 550.

Áreas de Acreditación y nº de registros: EHA (15011 EHA 05 B), GTC (15011 GTC 05 B), GTL (15011 GTL 05 B), VSG (15011 VSG 05 B) y EAS (15011 EAS 05 B).

Laboratorio Análisis Químicos de SADA
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)
Tlf.: 981 014 500 Fax: 981 014 550
www.appluscorp.com

Página 1 de 2

Nº INFORME: 189/15/10114 - SAD

Nº ACTA: 34869

INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: ING.TERR.RE.MINE.GALI (GEOTECNIA)

LOCALIDAD: SADA

CENTRO:

PROVINCIA: 15168 A CORUÑA

DIRECCIÓN: CTRA. N-VI, KM. 582

PAÍS: ESPAÑA

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

NATURALEZA: SUELO SONDEO S-1 SPT-2 PROF: 7,00-7,60

F. TOMA MUESTRA: 27/03/15

REF. CLIENTE: 2.056, SA.2015/891

F. RECEPCIÓN: 08/04/15

OBSERVACIONES: Entregado por Dep.Construcción
OBRA Nº 2.056 E.G. AMPLIACIÓN CIFP COROSO, RIBEIRA

ANÁLISIS FÍSICO/QUÍMICO

Inicio 09/04/15 **Fin** 14/04/15

	Parametro	Unidades	Resultado
1	Acidez Baumann-Gully	(ml/kg)	13
2	Sulfatos	(mg/kg)	45

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio de Sada

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3ª de Sociedades. C.I.F. B-150.44.357.

Laboratorio Análisis Químicos de SADA
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)
Tlf.: 981 014 500 Fax: 981 014 550
www.appluscorp.com

Nº INFORME: 189/15/10114 - SAD

INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

METODOLOGÍA EMPLEADA

Q 1 EHE-2008 / Volumétrico EHE


Q 2 Método de la norma EHE.2008

Supervisor de laboratorio (Dpto. Físico-Químico)

Jose Angel Martínez Pontevedra

A Coruña, 14 de Abril de 2015

Applus⁺
Applus Norcontrol, S.L.U.



Garantía de Calidad de Servicio

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio de Sada

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3ª de Sociedades. C.I.F. B-150.44.357.

OBRA: E.G. AMPLIACIÓN CIPF COROSO, RIBEIRA

Ref.: 2056

MATERIAL: TESTIGO DE SUELO

Fecha: 14/04/15

Nº Informe: 15SA0892

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:

Identificación: SONDEO S-1 MI-1

Profundidad: 8,50 - 9,30

Altura probeta: 12,8 cm

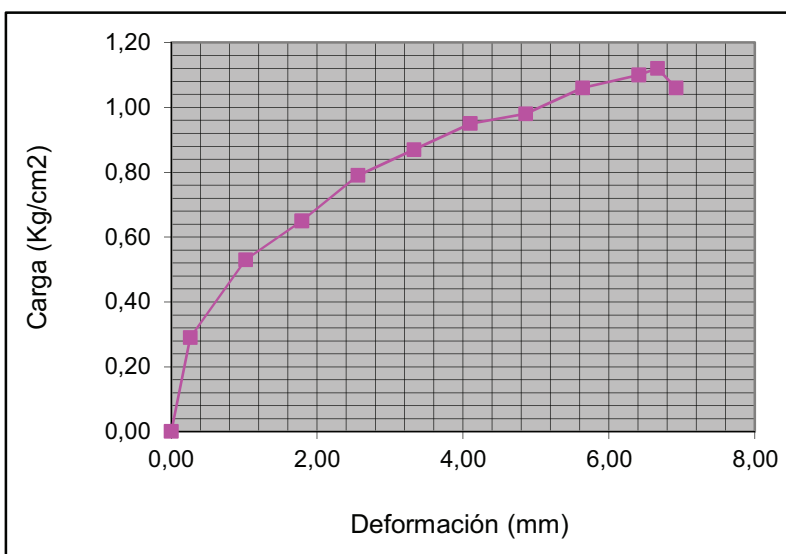
Dímetro: 5,8 cm

Ref. cliente: P2CO203415

Fecha de toma de muestra: 27/03/15

RESULTADOS OBTENIDOS:

1º- Resistencia a Compresión Simple en Probetas de Suelo (s/UNE 103400/93)



Deformación m/m	Carga Kg/cm ²
0,00	0,00
0,26	0,29
1,02	0,53
1,79	0,65
2,56	0,79
3,33	0,87
4,10	0,95
4,86	0,98
5,64	1,06
6,41	1,10
6,67	1,12
6,92	1,06

FORMA DE ROTURA



HUMEDAD NATURAL(%): **17,3**

DENSIDAD SECA(gr/cm³): **1,80**

DENSIDAD APARENTE(gr/cm³): **2,11**

TENSIÓN DE ROTURA(MPa): **0,11**
(Corregida)

Velocidad de rotura: 0,5 (mm/min)

OBSERVACIONES: ---

Javier Fernández Fernández

Adriano Miranda Ferreiro

Documento validado mediante certificado electrónico. Autenticidad verificable en la página <https://valide.redsara.es/> de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, Ministerio de Presidencia

Técnico de área GTL
Applus Norcontrol, S.L.U.

Jefe Dpto. Lab. Construcción Galicia
Applus Norcontrol, S.L.U.

Pág: 1/1

NOTA: Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis. El informe no deberá reproducirse parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol.

Garantía de Calidad de Servicio: Applus+ garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro sistema de Calidad y sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal. En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien al Director de Calidad de Applus+, en la siguiente dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com

Applus Norcontrol, S.L.U. C.I.F. B-15044357. Inscrita en el Registro Mercantil de La Coruña H 1507, F 114, T 292, L 138, Sec. 3ª de Sociedades, 1,1.

Laboratorio de Sada. Domicilio Social: Carretera N-VI, Km 582. 15168 Sada (La Coruña). Tfno. 981 014 500; Fax 981 014 550.

Áreas de Acreditación y nº de registros: EHA (15011 EHA 05 B), GTC (15011 GTC 05 B), GTL (15011 GTL 05 B), VSG (15011 VSG 05 B) y EAS (15011 EAS 05 B).

OBRA: E.G. AMPLIACIÓN CIFP COROSO, RIBEIRA

Ref.: 2056

MATERIAL: SUELO

Fecha: 14/04/2015

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

Nº Informe: 15SA0892-1

Identificación: SONDEO S-1 MI-1 PROF:8,50 - 9,30

Ref.ciente: P2CO203415

Fecha de toma de muestra: 27/03/2015

RESULTADOS OBTENIDOS:

1.- Determinación del esfuerzo cortante en la caja de corte directo (s/UNE 103.401/1998) :

CONDICIONES DE ENSAYO:

Tipo de ensayo: consolidado - drenado

Velocidad de ensayo: 0,065mm/min.

Condiciones: Probetas talladas a partir de muestra inalterada

PUNTO Nº 1

PUNTO Nº 2

PUNTO Nº 3

Carga normal=1 Kg/cm2

Carga normal=2 Kg/cm2

Carga normal=3Kg/cm2

Desplazamiento horizontal (mm.)	Tens. Tang. (Kg/cm ²)	Desplazamiento vertical (mm.)	Desplazamiento horizontal (mm.)	Tens. tang. (Kg/cm ²)	Desplazamiento vertical (mm.)	Desplazamiento horizontal (mm.)	Tens. Tang. (Kg/cm ²)	Desplazamiento vertical (mm.)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,03	0,00	0,07	0,01	0,00	0,07	0,05	0,00
0,06	0,06	0,00	0,13	0,02	0,00	0,13	0,12	0,01
0,13	0,12	0,00	0,20	0,05	0,01	0,20	0,18	0,01
0,20	0,15	0,01	0,26	0,10	0,01	0,26	0,25	0,01
0,28	0,17	0,01	0,33	0,13	0,01	0,33	0,31	0,01
0,35	0,19	0,01	0,39	0,15	0,01	0,39	0,39	0,02
0,43	0,20	0,01	0,46	0,18	0,03	0,46	0,46	0,02
0,50	0,22	0,02	0,52	0,20	0,04	0,52	0,51	0,02
0,58	0,23	0,02	0,59	0,23	0,04	0,59	0,55	0,02
0,66	0,24	0,03	0,65	0,27	0,04	0,65	0,59	0,03
0,73	0,25	0,03	0,72	0,35	0,05	0,72	0,63	0,05
0,80	0,27	0,03	0,78	0,37	0,05	0,78	0,64	0,06
0,88	0,27	0,03	0,85	0,38	0,05	0,85	0,67	0,08
0,95	0,28	0,03	0,91	0,38	0,05	0,91	0,70	0,09
1,03	0,29	0,03	0,98	0,42	0,06	0,98	0,72	0,10
1,10	0,30	0,03	1,04	0,44	0,07	1,04	0,75	0,11
1,18	0,31	0,04	1,11	0,46	0,08	1,11	0,76	0,12
1,25	0,32	0,04	1,17	0,48	0,09	1,17	0,78	0,13
1,33	0,32	0,04	1,24	0,50	0,10	1,24	0,81	0,14
1,40	0,32	0,04	1,30	0,52	0,11	1,30	0,83	0,15
1,48	0,33	0,04	1,37	0,53	0,12	1,37	0,84	0,16
1,55	0,34	0,04	1,43	0,54	0,12	1,43	0,84	0,17
1,63	0,34	0,05	1,50	0,55	0,13	1,50	0,85	0,18
1,71	0,34	0,05	1,56	0,57	0,14	1,56	0,86	0,19
1,78	0,35	0,05	1,63	0,58	0,15	1,63	0,88	0,19
1,86	0,36	0,05	1,69	0,59	0,15	1,69	0,89	0,20
1,93	0,36	0,05	1,76	0,60	0,16	1,76	0,90	0,21
2,01	0,36	0,05	1,82	0,60	0,17	1,82	0,91	0,22
2,08	0,37	0,05	1,89	0,61	0,17	1,89	0,92	0,22
2,16	0,37	0,05	1,95	0,62	0,18	1,95	0,93	0,23
2,24	0,37	0,05	2,02	0,63	0,19	2,02	0,93	0,24
2,31	0,37	0,05	2,08	0,65	0,19	2,08	0,94	0,24
2,39	0,37	0,05	2,15	0,66	0,20	2,15	0,95	0,25
2,46	0,37	0,05	2,21	0,68	0,20	2,21	0,95	0,25
2,54	0,37	0,06	2,28	0,67	0,20	2,28	0,95	0,26
2,62	0,37	0,06	2,34	0,68	0,21	2,34	0,96	0,26
2,69	0,37	0,06	2,41	0,70	0,21	2,41	0,97	0,27
2,77	0,38	0,06	2,47	0,71	0,21	2,47	0,99	0,27

Pág. 1/3

NOTA: Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis. El informe no deberá reproducirse parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol.

Garantía de Calidad de Servicio: Applus+ garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro sistema de Calidad y sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal. En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien al Director de Calidad de Applus+, en la siguiente dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com

Applus Norcontrol, S.L.U. C.I.F. B-15044357. Inscrita en el Registro Mercantil de La Coruña H 1507, F 114, T 292, L 138, Sec. 3ª de Sociedades, 1,1.

Laboratorio de Sada. Domicilio Social: Carretera N-VI, Km 582. 15168 Sada (La Coruña). Tfno. 981 014 500; Fax 981 014 550.

Áreas de Acreditación y nº de registros: EHA (15011 EHA 05 B), GTC (15011 GTC 05 B), GTL (15011 GTL 05 B), VSG (15011 VSG 05 B) y EAS (15011 EAS 05 B).

Ref.: 2056
Fecha: 14/04/2015
Nº Informe: 15SA0892-1

Desplazamiento horizontal (mm.)	Tens. Tang. (Kg/cm ²)	Desplazamiento vertical (mm.)	Desplazamiento horizontal (mm.)	Tens. tang. (Kg/cm ²)	Desplazamiento vertical (mm.)	Desplazamiento horizontal (mm.)	Tens. Tang. (Kg/cm ²)	Desplazamiento vertical (mm.)
2,84	0,37	0,06	2,54	0,72	0,22	2,54	1,00	0,28
2,92	0,38	0,06	2,60	0,73	0,22	2,60	1,00	0,28
3,00	0,38	0,06	2,67	0,74	0,23	2,67	1,01	0,29
3,07	0,38	0,06	2,73	0,74	0,23	2,73	1,02	0,29
3,15	0,39	0,06	2,80	0,74	0,23	2,80	1,02	0,30
3,22	0,39	0,07	2,86	0,74	0,24	2,86	1,03	0,30
3,30	0,39	0,07	2,93	0,74	0,24	2,93	1,03	0,30
3,38	0,39	0,07	2,99	0,75	0,24	2,99	1,02	0,31
3,45	0,39	0,07	3,06	0,76	0,25	3,06	1,04	0,31
3,53	0,39	0,07	3,12	0,77	0,25	3,12	1,04	0,32
3,61	0,39	0,07	3,19	0,78	0,25	3,19	1,04	0,32
3,68	0,40	0,08	3,25	0,78	0,26	3,25	1,04	0,33
3,76	0,40	0,08	3,32	0,78	0,26	3,32	1,05	0,33
3,84	0,40	0,08	3,38	0,79	0,26	3,38	1,06	0,33
4,23	0,41	0,07	3,71	0,82	0,27	3,71	1,08	0,34
4,30	0,42	0,07	3,77	0,82	0,28	3,77	1,08	0,34
4,39	0,42	0,07	3,84	0,82	0,28	3,84	1,09	0,34
4,46	0,41	0,07	3,90	0,83	0,28	3,90	1,09	0,35
4,54	0,41	0,07	3,97	0,83	0,28	3,97	1,09	0,35
4,62	0,42	0,07	4,03	0,83	0,28	4,03	1,09	0,35
4,70	0,42	0,07	4,10	0,83	0,28	4,10	1,09	0,35
4,78	0,42	0,07	4,16	0,83	0,29	4,16	1,09	0,35
4,86	0,42	0,07	4,23	0,83	0,29	4,23	1,10	0,36
4,94	0,43	0,07	4,29	0,83	0,29	4,29	1,10	0,36
5,01	0,42	0,07	4,36	0,83	0,29	4,36	1,11	0,36
5,10	0,42	0,07	4,42	0,84	0,30	4,42	1,11	0,36
5,17	0,42	0,06	4,49	0,84	0,30	4,49	1,11	0,36
5,25	0,42	0,06	4,55	0,84	0,30	4,55	1,10	0,36
5,33	0,42	0,06	4,62	0,84	0,30	4,62	1,10	0,36
			4,68	0,84	0,30	4,68	1,10	0,36
			4,75	0,84	0,31	4,75	1,10	0,36
			4,81	0,84	0,31	4,81	1,10	0,36
						4,88	1,10	0,37
						4,94	1,10	0,37

Ref.: 2056
Fecha: 14/04/2015
Nº Informe: 15SA0892-1

Ang. fricción	19°
Coh (Kp/cm ²)	0,11

T. NORMAL (Kp/cm ²)	T. TANGENCIAL (Kp/cm ²)	DENS. SECA (t/m ³)	HUMEDAD I. (%)	HUMEDAD f. (%)
1	0,43	1,76	17,33	20,75
2	0,84	1,74	17,33	19,51
3	1,11	1,76	17,33	18,37

T.NORMAL vs. T.TANGENCIAL

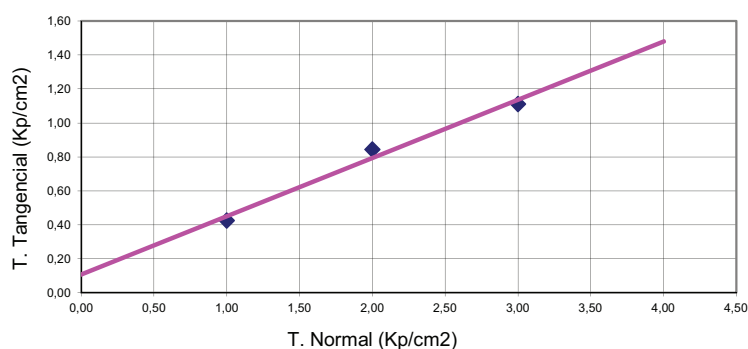
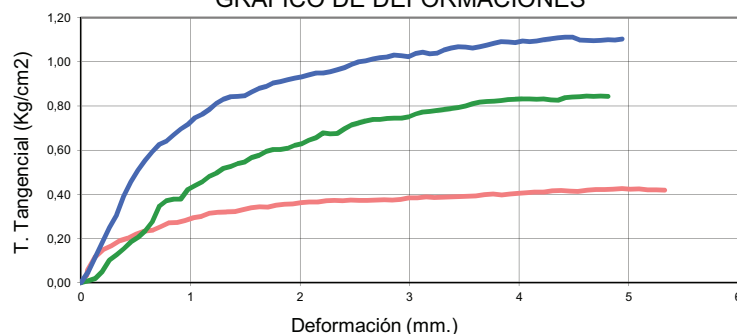
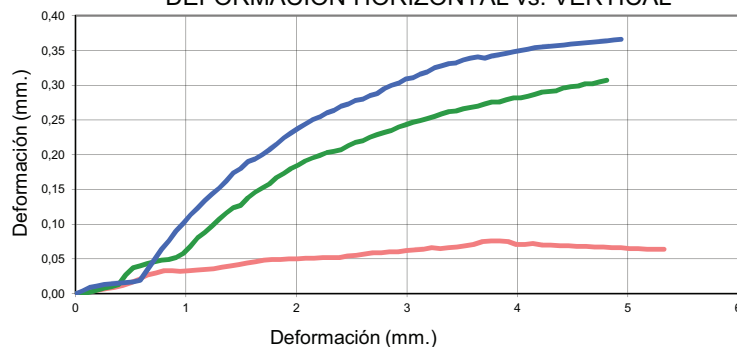


GRAFICO DE DEFORMACIONES



DEFORMACION HORIZONTAL vs. VERTICAL



OBSERVACIONES: ---

Javier Fernández Fernández

Adriano Miranda Ferreiro

Documento validado mediante certificado electrónico. Autenticidad verificable en la pagina <https://valide.redsara.es/> de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, Ministerio de Presidencia

Técnico de area GTL
Applus Norcontrol,S.L.U.

Jefe Dpto.Lab.Construcción Galicia
Applus Norcontrol, S.L.U.

Pag. 3/3

NOTA: Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis. El informe no deberá reproducirse parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol.
Garantía de Calidad de Servicio: Applus+ garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro sistema de Calidad y sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal. En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien al Director de Calidad de Applus+, en la siguiente dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com
Applus Norcontrol, S.L.U. C.I.F. B-15044357. Inscrita en el Registro Mercantil de La Coruña H 1507, F 114, T 292, L 138, Sec. 3ª de Sociedades, 1,1.
Laboratorio de Sada. Domicilio Social: Carretera N-VI, Km 582. 15168 Sada (La Coruña). Tfno. 981 014 500; Fax 981 014 550.
Áreas de Acreditación y nº de registros: EHA (15011 EHA 05 B), GTC (15011 GTC 05 B), GTL (15011 GTL 05 B), VSG (15011 VSG 05 B) y EAS (15011 EAS 05 B).

Laboratorio Análisis Químicos de SADA
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)
Tlf.: 981 014 500 Fax: 981 014 550
www.appluscorp.com

Página 1 de 2

Nº INFORME: 189/15/8887 - SAD

Nº ACTA: 34648

INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: ING.TERR.RE.MINE.GALI (GEOTECNIA)

LOCALIDAD: SADA

CENTRO:

PROVINCIA: 15168 A CORUÑA

DIRECCIÓN: CTRA. N-VI, KM. 582

PAÍS: ESPAÑA

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

NATURALEZA: Agua de sondeo

F. TOMA MUESTRA:

REF. CLIENTE: S-1

F. RECEPCIÓN: 27/03/15

OBSERVACIONES: P2CO203415. E.G. C.I.F.P. COROSO RIBEIRA.

Toma de muestra: 26-03-2015 (19:00 h)

ANÁLISIS FÍSICO/QUÍMICO

Inicio 27/03/15 **Fin** 13/04/15

	Parametro	Unidades	Resultado
1	Valor del pH	(Udes. pH)	7.54
2	Magnesio (Mg2+)	(mg/l)	12.6
3	Amoníaco	(mg/l)	<0.05
4	Sulfato (SO42-)	(mg/l)	23
5	CO2	(mg/l)	1.12
6	Residuo seco	(mg/l)	447

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio de Sada

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3ª de Sociedades. C.I.F. B-150.44.357.

Laboratorio Análisis Químicos de SADA
Ctra. N-VI, Km. 582 15168 SADA - (A Coruña)
Tlf.: 981 014 500 Fax: 981 014 550
www.appluscorp.com

Página 2 de 2

Nº INFORME: 189/15/8887 - SAD

INFORME DE ENSAYO EMITIDO POR APPLUS NORCONTROL S.L.U.

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA


METODOLOGÍA EMPLEADA

Q 1 EHE 2008
Q 3 EHE 2008
Q 5 EHE 2008

Q 2 EHE 2008
Q 4 EHE 2008
Q 6 EHE 2008

Supervisor de laboratorio (Dpto. Físico-Químico)
Jose Angel Martínez Pontevedra
A Coruña, 14 de Abril de 2015

Applus⁺
Applus Norcontrol, S.L.U.



Garantía de Calidad de Servicio

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.
En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin aprobación escrita de Applus Norcontrol

Ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio de Sada

Los resultados de este informe sólo afectan a las muestras sometidas a análisis

Applus Norcontrol, S.L.U. Inscrita en el Registro Mercantil de Coruña, Hoja 1507, Folio 114, Tomo 292, Libro 138, Sec. 3ª de Sociedades. C.I.F. B-150.44.357.

VI. ANEXO: CLAVES DE INTERPRETACIÓN

UNIDADES SISTEMA INTERNACIONAL Y CORRELACIONES

Fuerza	KN, MN	100 kg	
Momento	KN.m		
Densidad	Kg/m ³ (t/m ³)	0.001 g/cm ³ (t/m ³)	
Peso unitario	KN/m ³	0.1 g/cm ³ /t/m ³)	101.97 Kg/m ³
Tensión, presión, resistencia	KN/m ² (kPa)	0.01 kg/cm ²	0.1 t/m ²
Rigidez	MN/m ² (MPa)		
Coefficiente permeabilidad	m/s		
Coefficiente de consolidación	m ² /s		

CLASIFICACION I. S.R.M.

GRADO DE METEORIZACION. MACIZO ROCOSO

I	Sana	No hay signos visibles de meteorización. Si acaso una débil decoloración en las principales superficies de discontinuidad.
II	Débilmente Meteorizada	La decoloración indica una meteorización de la roca matriz y de las discontinuidades. Todo el medio rocoso puede estar decolorado y ser algo más débil externamente que en su condición sana.
III	Moderadamente Meteorizada	Menos de la mitad del material está descompuesto y/o desintegrado hasta la condición de suelo. Aparece roca sana o decolorada, ya sea de forma continua o en zonas aisladas.
IV	Muy meteorizada	Más de la mitad del material está descompuesto y/o desintegrado hasta la condición de suelo. Aparece roca sana de modo discontinuo.
V	Completamente Meteorizada	Toda la roca está descompuesta y/o desintegrada. La estructura original está en su mayoría intacta.
VI	Suelo de Alteración	Todo el material se ha transformado en suelo y la estructura original se ha destruido. Hay un gran cambio de volumen pero el suelo no ha sufrido transportes significativos.