

JORNADA TÉCNICA: DETALLES CONSTRUCTIVOS EN LA EJECUCIÓN DE REDES DE RIEGO

TRABAJO EN ZANJAS CON NIVEL FREÁTICO Y TERRENOS DE CONSISTENCIA FLUIDA

Daniel Pastor Monllor
Ingeniero de obras, explotación y proyectos de SEIASA
9 de mayo de 2019



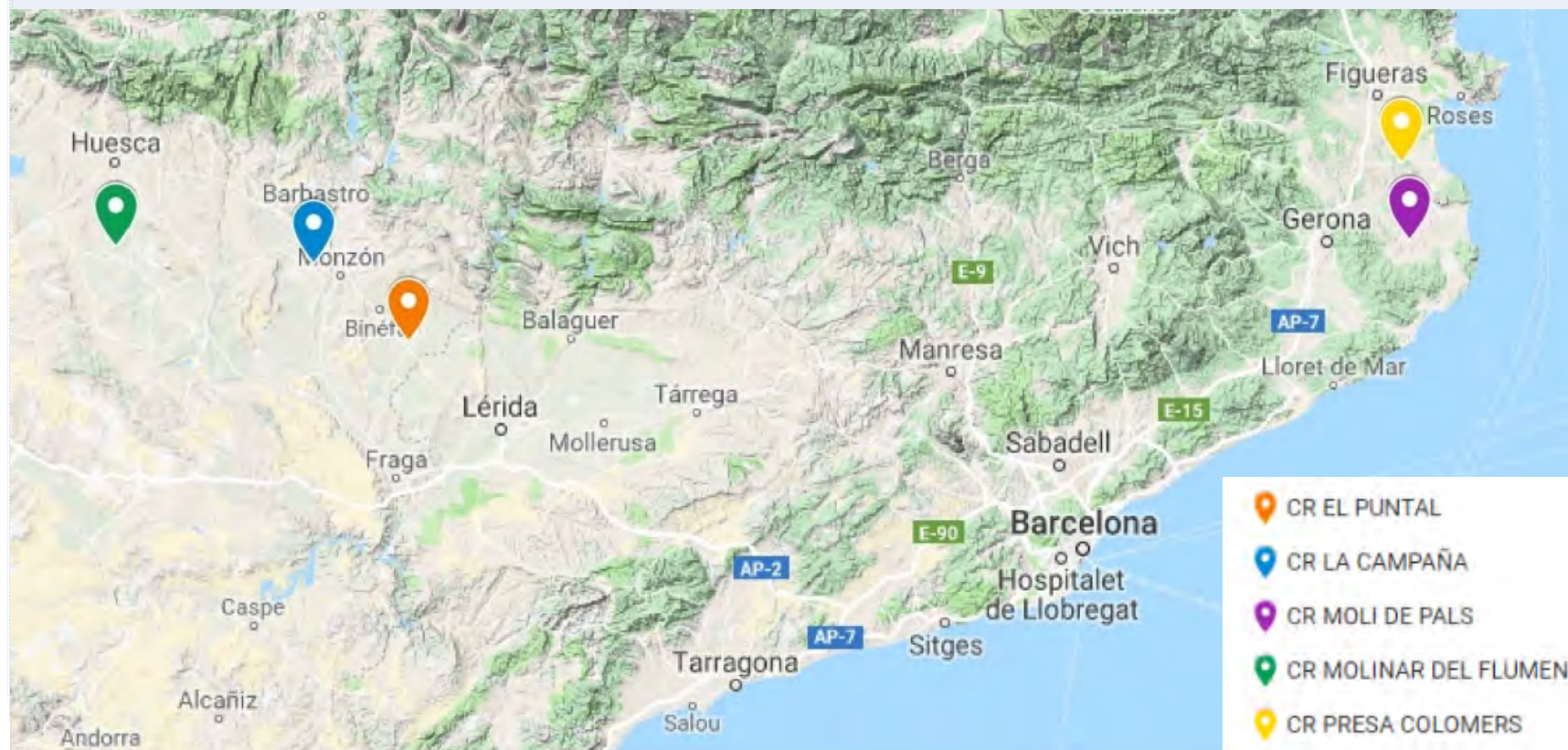


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



CASOS PRÁCTICOS CON LAS EXPERIENCIAS EN CINCO OBRAS DE SEIASA EN EL ÁMBITO TERRITORIAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

TRABAJO EN ZANJAS CON NIVEL FREÁTICO Y TERRENOS DE CONSISTENCIA FLUIDA. IMPORTANCIA

- REDUCCIÓN RENDIMIENTOS → RETRASOS DE EJECUCIÓN OBRA.
- ORIGEN DE DESVIACIONES PRESUPUESTARIAS
- ORIGEN DE DISCREPANCIAS EN OBRA SI LAS UNIDADES NO ESTÁN BIEN DEFINIDAS EN EL PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO, PLIEGO DE CONDICIONES Y PRESUPUESTO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



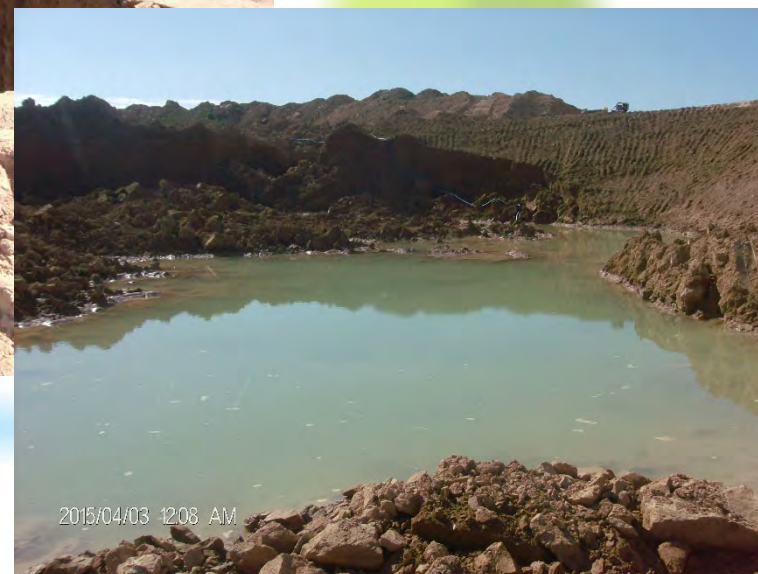
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

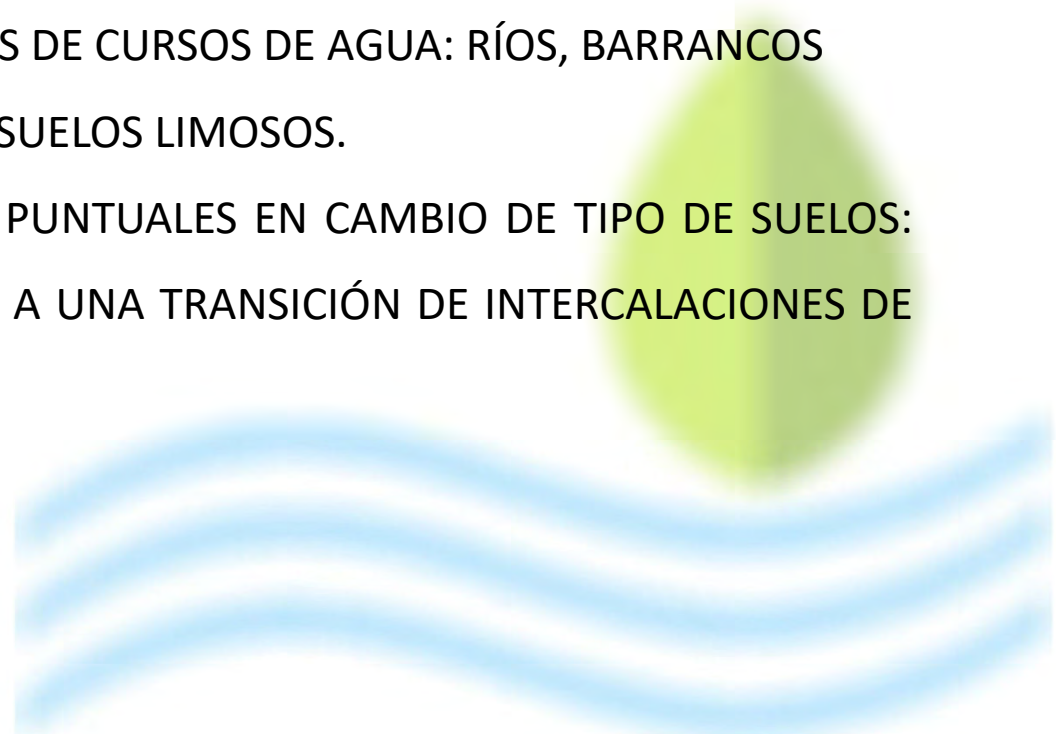
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CUESTIONES GENERALES

- **SITUACIONES/CONDICIONES EN LAS QUE APARECEN:**
 - TERRENOS DE MUCHA PERMEABILIDAD (ARENAS Y GRAVAS)
 - INFLUENCIA DE ACUÍFEROS DE CURSOS DE AGUA: RÍOS, BARRANCOS
 - ZONA DE FONDO DE VAL: SUELOS LIMOSOS.
 - BLANDONES AISLADOS O PUNTUALES EN CAMBIO DE TIPO DE SUELOS: DE UN SUELO DE GRAVAS A UNA TRANSICIÓN DE INTERCALACIONES DE ARENSICAS /LUTITAS.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

TERRENOS DE MUCHA PERMEABILIDAD (ARENAS Y GRAVAS) E INFLUENCIA DE ACUÍFEROS DE CURSOS DE AGUA.



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		Q ₂ Al	Q ₂ R	Q ₂ Al-C	Q ₂ O	Q ₂ D ₁	DUNAS LITORALES. Arenas y Limos edáficos sin fijar		
	PLEISTOCENO		Q ₂ T ₄	Q ₂ M ₁	Q ₂ D ₂	Q ₂ P	Q ₂ Al	ALLUVIAL-COLUVIAL. Gravas, arenas y arcillas con cantos.		
NEOGENO	PLIOCENO	SUP.	T ₃ 1	T ₃ 2-42	T ₃ 1-21	Q ₂ P	Q ₂ Al	PLAYAS. Arenas con conchas		
		ASTIENS				Q ₂ D ₁	ALLUVIAL ACTUAL O SUBACTUAL. Arenas, arcillas y gravas			
	MIOCENO SUPERIOR	TUROLIENSE		T ₂ 1-2		Q ₂ D ₂	Q ₂ D ₂	DUNAS FLIAS. Arenas y limos edáficos fijados por vegetación		
		VALLESIESE		T ₂ 1-2		Q ₂ M ₁	Q ₂ M ₁	MEANDRO ABANDONADO. Arcillas y limos. Inclinor.		
	OLIGOCENO	PRIABONIENSE	SUPERIOR		T ₁ 1-2		Q ₂ M	Q ₂ M	MARISMAS. Fangos salobres.	
			MEDIO		T ₁ 1-2		Q ₂ C	Q ₂ C	COLUVIAL. Arcillas con cantos.	
		INFERIOR			T ₁ 1-2		Q ₂ T ₄	Q ₂ T ₄	CUARTA TERRAZA Y/O DEPOSITOS DE RIERAS. Gravas, arenas y limos con cantos	
					T ₁ 1-2		Q ₂ T ₃	Q ₂ T ₃	TERCERA TERRAZA. Arcillas con cantos.	
		BASE	SUPERIOR			T ₁ 1-2		Q ₂ T ₂	Q ₂ T ₂	SEGUNDA TERRAZA. Conglomerados (y/o Ter) a veces fuertemente cementados.
						T ₁ 1-2		Q ₂ T ₁	Q ₂ T ₁	PRIMERA TERRAZA. Gravas y arcillas rojas.
CENESOLICENO	SUPERIOR			T ₁ 1-2		Q ₂ C ₁	Q ₂ C ₁	TORBAS Y TRAVERTINOS. Calizas pulverulentas.		
				T ₁ 1-2		Q ₂ D ₂	Q ₂ D ₂	DERIAME DE GLACIS. Arcillas rojas con cantos de celas.		
				T ₁ 1-2		Q ₂ G	Q ₂ G	GLACIS DE ACUMULACION. Arcillas y cantos con niveles de costras discontinuas.		
				T ₁ 1-2		Q ₂ L	Q ₂ L	DEPRUBIOS DE LADERA. Arcillas ocre con cantos.		
				T ₁ 1-2		Q ₂ Di	Q ₂ Di	LANURA DELTICA. Arcillas, arenas y limos con niveles de gravas		
				T ₁ 1-2		Q ₂ P ₂	Q ₂ P ₂	DEPOSITOS PALUSTRES. Arcillas y limos gruesos.		
				T ₁ 1-2		Q ₂ M ₂	Q ₂ M ₂	MANTO ALLUVIAL ANTIGUO. Conglomerados		
				T ₁ 1-2						
				T ₁ 1-2						
				T ₁ 1-2						



INTRODUCCIÓN

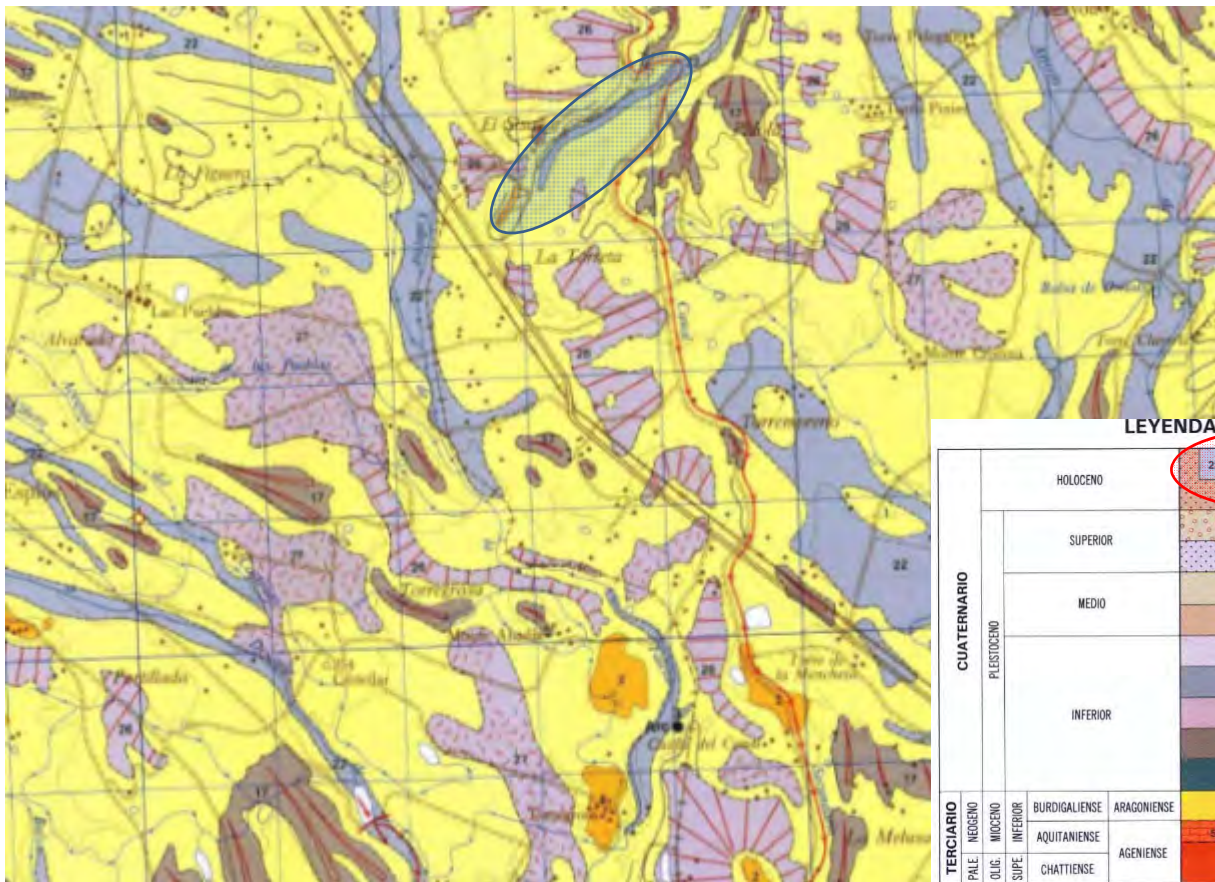
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

ZONA DE FONDO DE VALLE: SUELOS LIMOSOS. CASOS DE CR LA CAMPAÑA, CR MOLINAR DE FLUMEN Y EMBALSE SAUVELLA



LEYENDA

CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOLOCENO		22	23	24	25	26	27	27. Limos y arcillas con o sin cantos. ALUVIAL COLUVIAL											
		SUPERIOR		20	21	18	19	26	27	26. Limos y arcillas con o sin cantos y bloques. COLUVIONES											
		MEDIO		16	17	14	15	20	21	25. Limos y arcillas con cantos y arena. CONOS DE DEYECCION											
		INFERIOR		12	13	11	10	24. Limos y arcillas. LLANURA DE INUNDACION	23. Gravas y arenas. BARRAS	22. Gravas, arenas, limos y arcillas. ALUVIAL											
Terciario	OLIGOCENO	SUPERIOR	BURDIGALIENSE	ARAGONIENSE	6	15. Gravas, arenas, limos y arcilla. GLACIS															
			AQUITANIENSE	AGENIENSE	3	4	5	7	8	9	14. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T ₃										
		INFERIOR	CHATTIENSE			2	1	12	13	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
						3	4	5	7	8	9	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

- 27. Limos y arcillas con o sin cantos. ALUVIAL COLUVIAL
- 26. Limos y arcillas con o sin cantos y bloques. COLUVIONES
- 25. Limos y arcillas con cantos y arena. CONOS DE DEYECCION
- 24. Limos y arcillas. LLANURA DE INUNDACION
- 23. Gravas y arenas. BARRAS
- 22. Gravas, arenas, limos y arcillas. ALUVIAL
- 21. Limos y arcillas con cantos. GLACIS SUBACTUAL
- 20. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₃
- 19. Gravas, arenas, limos y arcillas. GLACIS
- 18. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₁
- 17. Gravas, arenas, limos y arcillas. GLACIS
- 16. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₂
- 15. Gravas, arenas, limos y arcilla. GLACIS
- 14. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₃
- 13. Gravas, arenas, limos y arcillas. GLACIS
- 12. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₁
- 11. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₁
- 10. Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₂
- 9. Gravas y arenas bien cementadas. TERRAZA T₂
- 8. Gravas y arenas bien cementadas. TERRAZA T₂
- 7. Gravas y arenas bien cementadas. TERRAZA T₂
- 6. Areniscas y limos rojos
- 5. Calizas, margas y limos rojos
- 4. Areniscas y limos amarillentos y rojizos
- 3. Margas, calizas, limos y areniscas
- 2. Areniscas (paleocanales)
- 1. Arenas y areniscas, limos carbonatados y arcillas

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

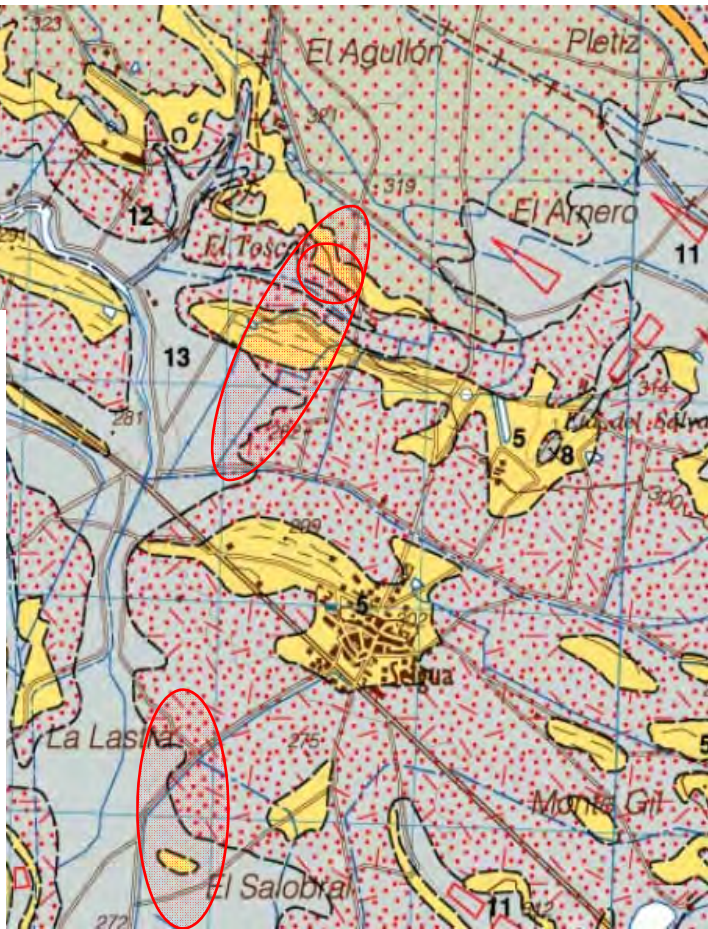
OTRAS TÉCNICAS

BLANDONES AISLADOS: CAMBIO DE TIPO DE SUELOS. TERRENO MUY PERMEABLE (GRAVAS) A UNO POCO PERMEABLE (INTERCALACIONES DE ARENSICAS /LUTITAS).



LEYENDA

				12		13		13 Conglomerados, gravas. Fondo de valle, barras
				10		11		12 Limos, arcillas, arenas y cantos. Aluvial - coluvial
CUATERNARIO				8		9		11 Cantos, arenas, limos. Glacis
				7		10		10 Conglomerados, arenas, limos. Terrazas encajadas
				6		9		9 Cantos, arenas, limos. Glacis
				5		8		8 Conglomerados, arenas, limos. Terrazas colgadas
				4		7		7 Conglomerados cementados. Terrazas antiguas
				3		6		6 Conglomerados cementados y encostramientos carbonáticos. (Niveles aluviales altos)
TERCIARIO	PALEÓGENO	OLIGOCENO	CHATIENSE	ARVERNIENSE	5		5 Areniscas, lutitas, microconglomerados. Fm Sariñena	
					4		4 Areniscas y lutitas. Fm Peraltilla	
	EOCENO	PRIABONIENSE	SUEVIENSE	3		3 Lutitas y areniscas. Fm Peraltilla		
				2		2 Calizas y lutitas		
				1		1 Yesos, arcillas. Fm Yesos de Barbastro		



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CUESTIONES A PLANTEARSE EN OBRA:

- CAMPAÑA DE CATAS: CONFIRMACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO PROYECTO.
- REVISAR TRAZADOS Y PERFILES. EN OCASIONES LIGERAS ADAPTACIONES PERMITEN EVITAR ESTAS CONDICIONES DE TRABAJO.
- ANALIZAR CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO. ¿ES NECESARIO QUE MI EXCAVACIÓN LLEGUE A TERRENO COMPETENTE?
 - CIMENTACION DE DIQUES
 - TUBERÍAS UNIÓN ELÁSTICA
 - TUBERÍAS UNIÓN SOLDADA
- ORGANIZACIÓN MEDIOS EN OBRA: SENTIDO EXCAVACIÓN, DRENAJES EN PUNTOS BAJOS...

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CAMPAÑA DE CATAS: CONFIRMACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO PROYECTO

- PERMITE DETECTAR OMISIONES RELEVANTES.
 - EJEMPLO: GEOTÉCNICO CON 70 CATAS, DE LAS CUALES SÓLO EN 1 APARECE NIVEL FREÁTICO.

ALTITUD: m		COLUMNA LITOLÓGICA			
Muestras	Prof. (m)	Simbología	N.F.	Niveles	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
	0			0,30 m	Tierra vegetal, con limos y cenizas dispersos con abundante materia orgánica y restos vegetales.
	0,50			2,60 m	Limos arcillosos ocre amarillentos, húmedos, nivel freático a 2,60 m.
	1,00				
	1,50				
	2,00				
	2,50				
	3,00				



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CAMPAÑA DE CATAS: CONFIRMACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO PROYECTO

LOS BLANDONES AISLADOS/PUNTUALES EN OCASIONES SON DIFÍCILES DE DETECTAR. CASO CONCRETO, SOSPECHA DE CAMBIO DE MATERIALES EN TRAMO DE 400 m → 5 CATAS NO SE DETECTÓ.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- AGOTAMIENTO NIVEL FREÁTICO. ELECCIÓN DEL MÉTODO EN FUNCIÓN DE LA PERMEABILIDAD DEL TERRENO (K):
 - $k < 10^{-7}$ cm/s (permeabilidad muy baja), la excavación se hace en seco
 - $k 10^{-5} - 10^{-7}$ cm/s (permeabilidades bajas), se precisa agotar periódicamente la excavación
 - $k 10^{-5} - 10^{-2}$ cm/s (permeabilidad media), se plantearía rebajamiento nivel freático mediante sistema de vacío (wellpoint)
 - $k 10 - 10^{-2}$ cm/s (permeabilidad alta), campo normal de aplicación del rebajamiento de capa freática. también se utilizaría el sistema de vacío (wellpoint)
 - $k 10 - 10^3$ cm/s (permeabilidad muy alta), el agotamiento directo de la excavación es aplicable, si la excavación no penetra mas de 3 m en la capa freática.
 - $k > 10^3$ cm/s (permeabilidad muy alta), el agotamiento directo de la excavación no es prácticamente posible y hay que recurrir a otros métodos constructivos.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

...VALORAR ALTERNATIVAS DE EJECUCIÓN EN FUNCIÓN DE LA SITUACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

MÉTODOS CONVENCIONALES

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO 1: CR MOLINAR DE FLUMEN

EXCAVACIÓN TERRENOS CONSISTENCIA BLANDA PARA
INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PRFV/PEAD.

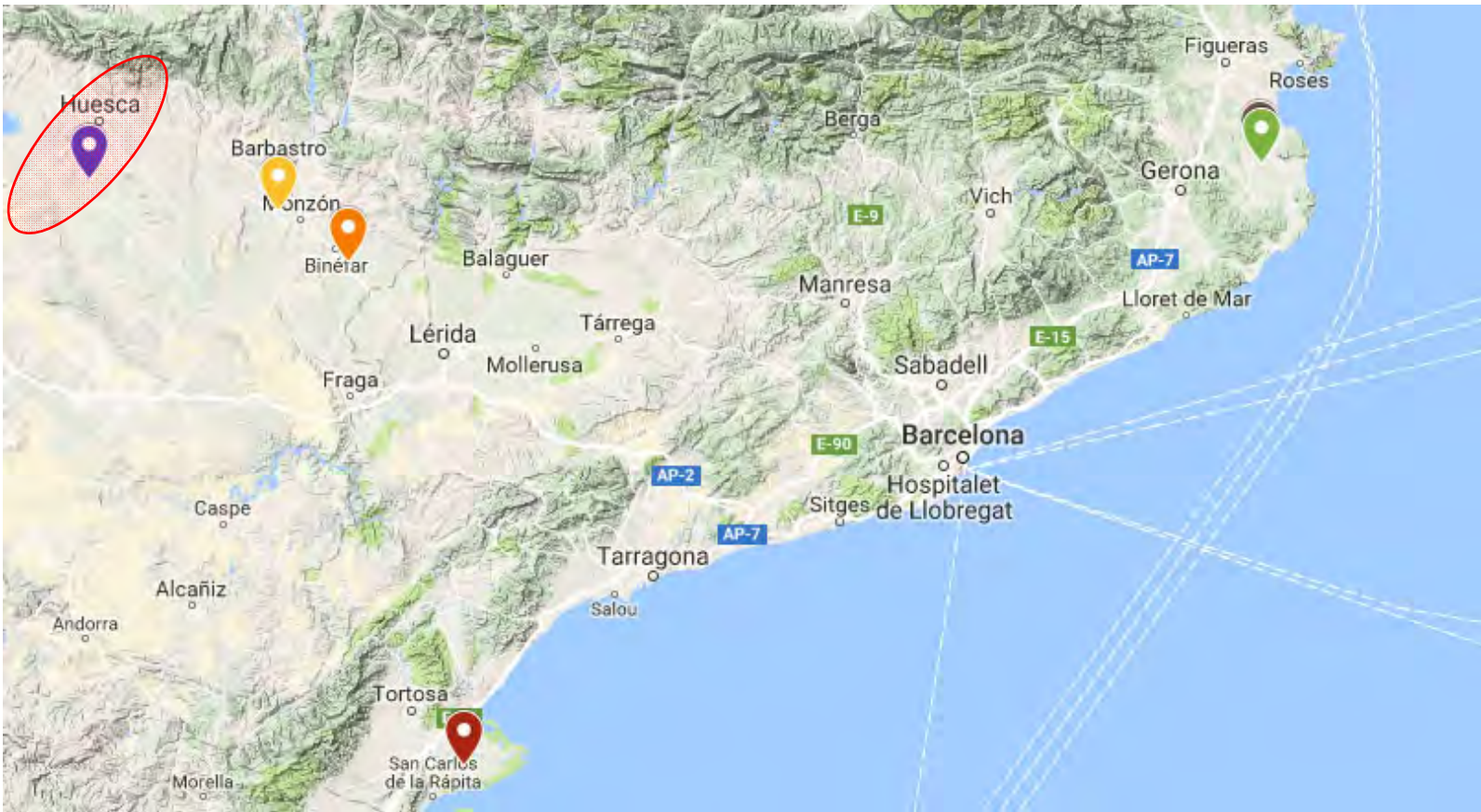
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- APARIENCIA DE TERRENOS DE CONSISTENCIA FLUIDA, ZANJAS SE DESPLOMAN
- DISCREPANCIAS: EXISTEN DISITINTOS PRECIOS DE EXCAVACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SOLUCIÓN ADOPTADA:

- SE CONFIRMA QUE EL TERRENO ES COMPETENTE
- ADOPTAR TALUDES DE EXCAVACIÓN ADECUADOS → USO DE CAZO TRAPEZIAL
- ESTABILIZACIÓN CON BOLOS Y GEOTEXTIL (165 g/m²) en 0,3-0,5 m POR DEBAJO DE LA RASANTE EXCAVACIÓN.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

COSTE SECCIÓN TIPO PARA TUBERÍA DE PRFV DN 800 mm

		SECCIÓN TIPO PRFV DN800mm		
Concepto	Ud.	Medición	Precio	Importe
Excavación mecánica zanja tuberías, todo terreno menos roca. Ago	m ³	4,87	1,93 €	9,39 €
Saneamiento zanja con taludes inestables con fango	m ³	2,09	7,55 €	15,74 €
Bolos de rechazo 40/80	m ³	0,45	12,74 €	5,73 €
Construcción cama tuberías con material granular 6/12	m ³	0,32	12,49 €	4,00 €
Relleno zanja de tuberías con gravilla 6/12.	m ³	1,30	12,23 €	15,90 €
Relleno zanjas tubería con tierras procedentes excavacion	m ³	4,38	1,41 €	6,17 €
Carga, transporte y nivelación de excedentes de tierras	m ³	2,57	2,86 €	7,36 €
Geotextil drenaje tubería PRFV (zona fangos)	ml	1,00	12,08 €	12,08 €
COSTE SECCIÓN PROMEDIO (€/m)				76,37 €
HORQUILLA COSTE (€/m)				60 - 90 €

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA







41°58'57", -0°24'3", 367,9m, 229°
18/01/2016 11:01:36











INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO 2: CR LA CAMPAÑA

EXCAVACIÓN TERRENOS CONSISTENCIA FLUIDA PARA
INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PRFV.

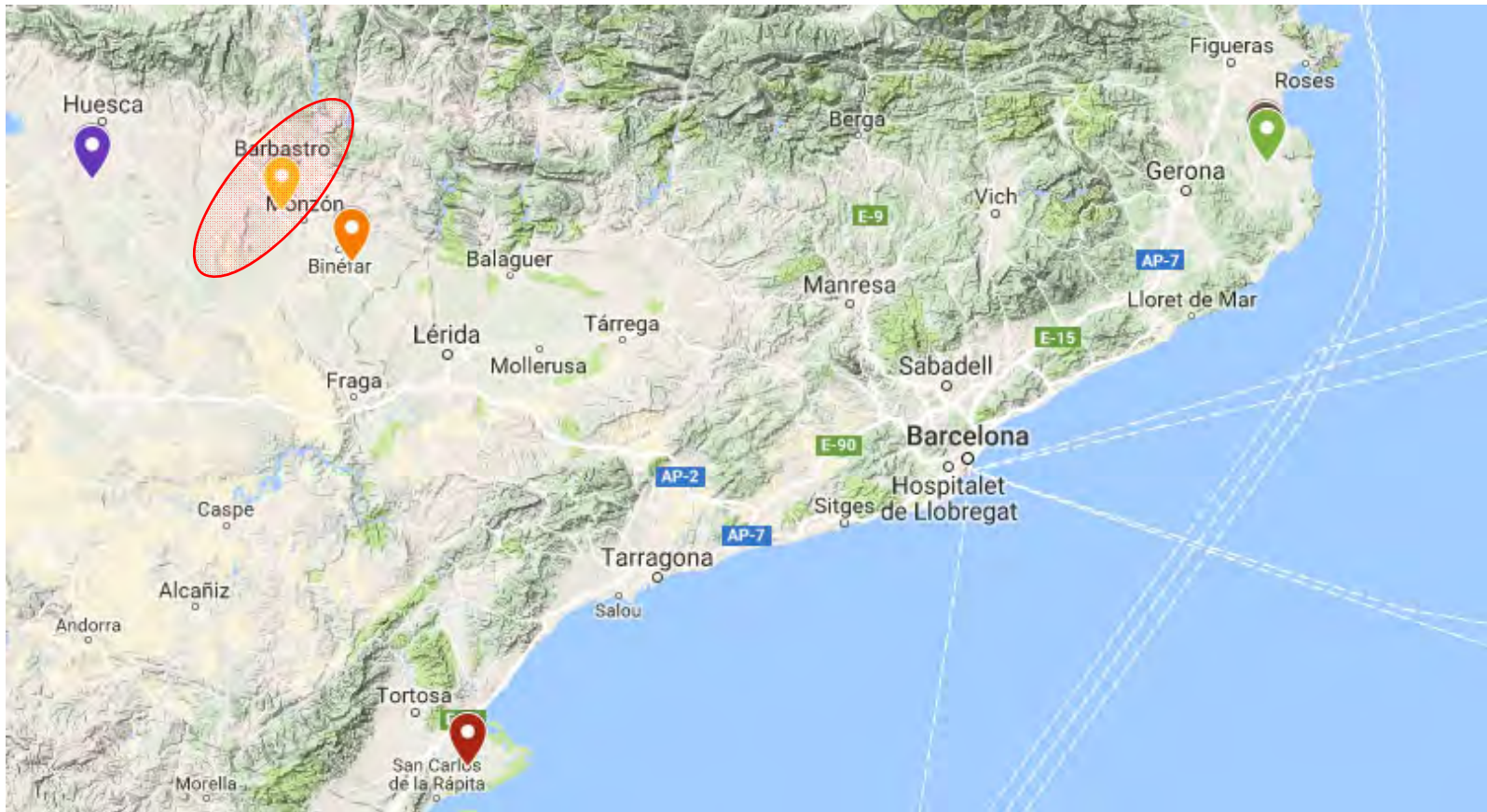
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

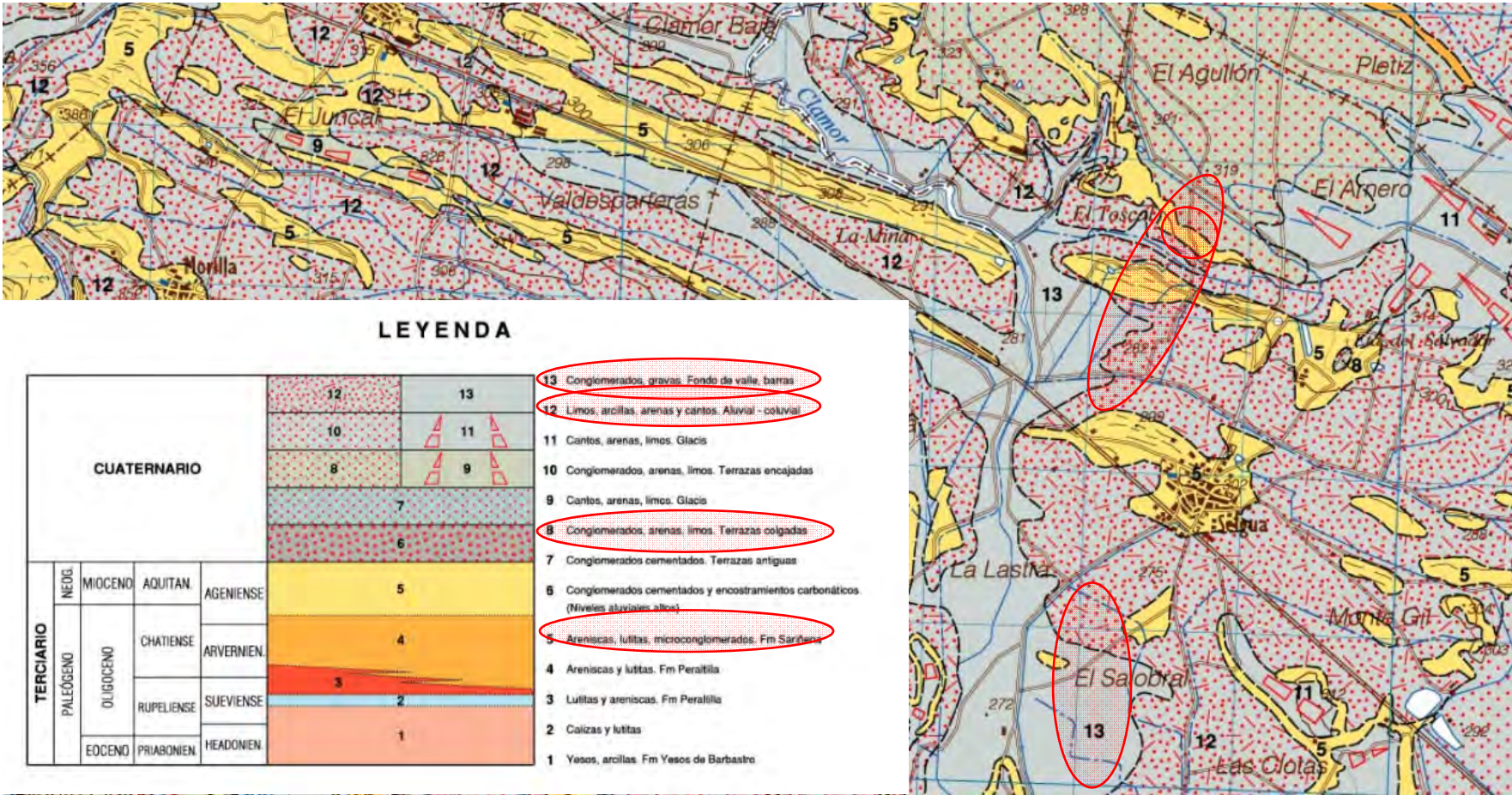
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

BLANDONES AISLADOS O PUNTUALES: CAMBIO DE TIPO DE SUELOS. TERRENO MUY PEREMEABLE (GRAVAS) A UNO POCO PERMEABLE (INTERCALACIONES DE ARENSICAS /LUTITAS).



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

COSTE PROMEDIO

- PROYECTO NO CONTEMPLA PRECIO ESPECÍFICO PARA LA EXCAVACIÓN EN ESTE TIPO DE TERRENOS.
- DIFÍCIL DE MEDIR.
 - Se computa albaranes de áridos, horas de maquinaria y operarios.
 - Se considera las siguientes operaciones: áridos empleados para estabilización (escollera, grava, bolos), agotamiento con bombas achique, transporte de material a vertedero y restitución de la zona, incluso parte proporcional de decremento de montaje de tubería.
- BLANDONES
 - TUBERÍAS DE PRFV DN 900-500 mm
 - 2 % DE LA LONGITUD TOTAL DE TUBERÍAS (2,186 m)
 - SECCIÓN PROMEDIO DE SANEAMIENTO 13,35 m² (horquilla 7 – 25 m²)
 - HORQUILLA DE COSTE 150-280 €/ml

INTRODUCCIÓN

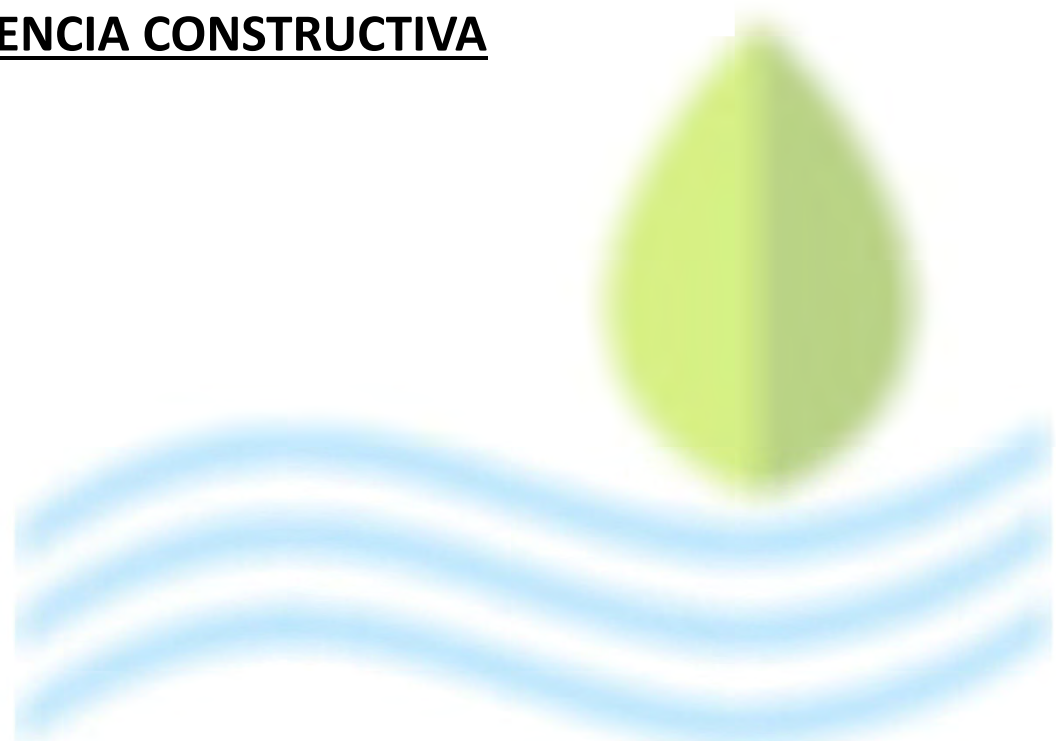
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA





**VISTA DE LA ZONA DEL
BLANDÓN: SUELO GRAVAS A
SUELO FONDO DE VALLE /
ARENSICAS-LUTITAS**



BUSQUEDA DEL BLANDÓN



BUSQUEDA DEL BLANDÓN



BUSQUEDA DEL BLANDÓN



BUSQUEDA DEL BLANDÓN



PREPARACION RAMPA DE ACCESO



**MAQUINARIA DE EXTENDIDO
DE BOLOS TIENE QUE SALIR
DEL TAJO EN CADA VIAJE DE
ÁRIDO**



VERTIDO DE BOLOS EN INTERIOR DE ZANJA. OBJETIVO MEJORAR CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO Y EVITAR ASIENTOS DIFERENCIALES



EXTENDIDO DE BOLOS



EXTENDIDO DE BOLOS



EXTENDIDO DE BOLOS



**EXTRACCIÓN DE FANGOS PARA
SU TRANSPORTE A LUGAR DE
ACOPIO**



CARGA Y TRANSPORTE DE FANGOS A LUGAR DE ACOPIO



CARGA Y TRANSPORTE DE FANGOS A LUGAR DE ACOPIO



FONDO DE ZANJA ESTABILIZADO. RASANTEO DE CAMA DE GRAVA.



FONDO DE ZANJA ESTABILIZADO. RASANTEO DE CAMA DE GRAVA Y COMPROBACIÓN CON LÁSER.



**COLOCACIÓN DE TUBO DE PRFV
DN900.**



**COLOCACIÓN DE TUBO DE PRFV
DN900.**



**COLOCACIÓN DE TUBO DE PRFV
DN900.**

31 5 2004



**COLOCACIÓN DE TUBO DE PRFV
DN900.**

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

WELLPOINT

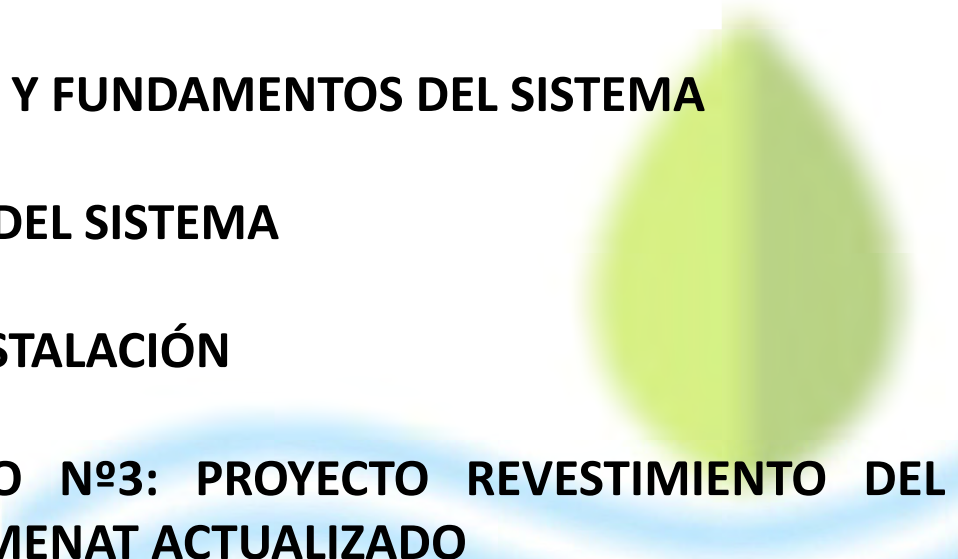
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- **TÉCNICAS DE AGOTAMIENTO: BOMBEO POR SUMIDERO, POZOS PROFUNDOS, POZOS DE EYECCIÓN.**
 - **MÉTODO WELLPOINT:**
 - **GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS DEL SISTEMA**
 - **COMPONENTES DEL SISTEMA**
 - **SISTEMAS DE INSTALACIÓN**
 - **CASO PRÁCTICO Nº3: PROYECTO REVESTIMIENTO DEL CANAL DE SENTMENAT ACTUALIZADO**
- 

INTRODUCCIÓN

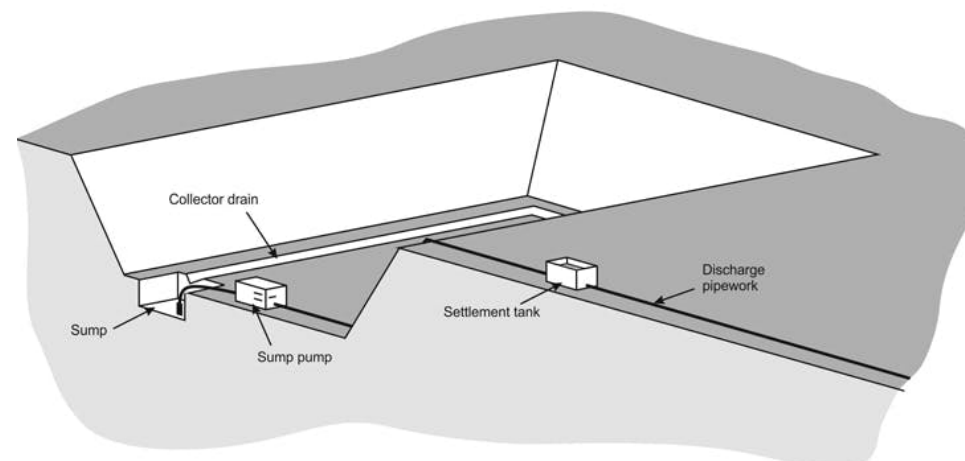
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- **AGOTAMIENTO: CONTROL AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE BOMBEO, PARA REDUCIR LOS NIVELES DE AGUA EN LA EXCAVACIÓN**
- **TÉCNICA MÁS COMÚN Y SENCILLA → BOMBEO POR SUMIDERO. EL AGUA CIRCULA POR LA EXCAVACIÓN HASTA SUMIDERO DONDE SE BOMBEA CON BOMBAS ROBUSTAS PARA MANEJO DE SÓLIDOS. PROBLEMAS ASOCIADOS A **ARRASTRES DE FINOS**: INESTABILIDAD DE LAS ZANJAS Y/O NECESIDAD DE SEDIMENTACIÓN AGUA DE DESCARGA.**



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- **PARA EVITAR FILTRACIÓN Y GARANTIZAR ESTABILIDAD ZANJA, EN OCASIONES ES NECESARIO EMPLEO TÉCNICAS “PRE-DRENAJE”: BAJAR LOS NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA ANTES DE LA EXCAVACIÓN.**

1. POZOS PROFUNDOS (DEEPWELL)

2. POZOS DE EYECCIÓN (EDUCTOR WELL)

3. WELLPOINTS

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

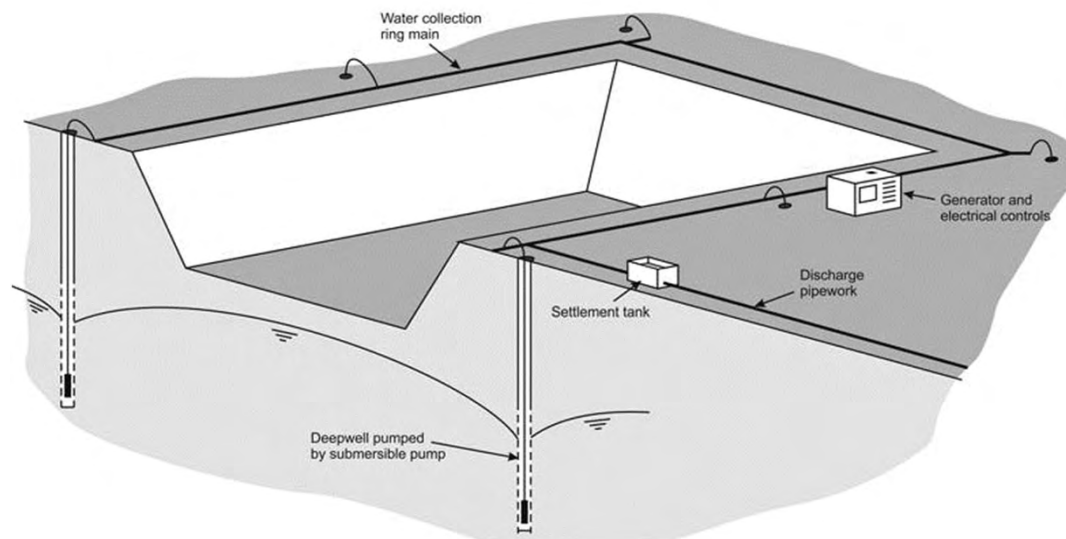
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

1. POZOS PROFUNDOS (DEEPWELL)

- SISTEMA DE POZOS PERFORADOS CON BOMBAS SUMERGIBLES PARA EXTRAER EL AGUA.
- SEPARACIÓN ENTRE POZOS 10 A 50 M
- DIÁMETRO DEL POZO: 125-350 MM
- APLICACIONES ADECUADAS:
 - SUELOS/ROCAS CON **PERMEABILIDAD ALTA** (GRAVAS) O **MODERADA** (ARENAS)
 - **EXCAVACIONES PROFUNDAS** (MÁS DE 5 M)



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

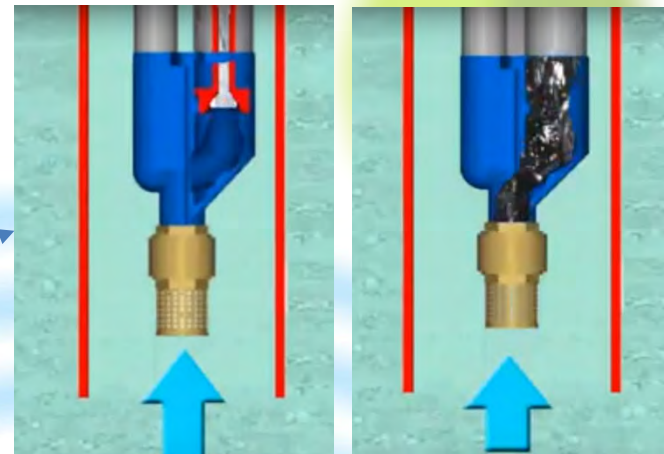
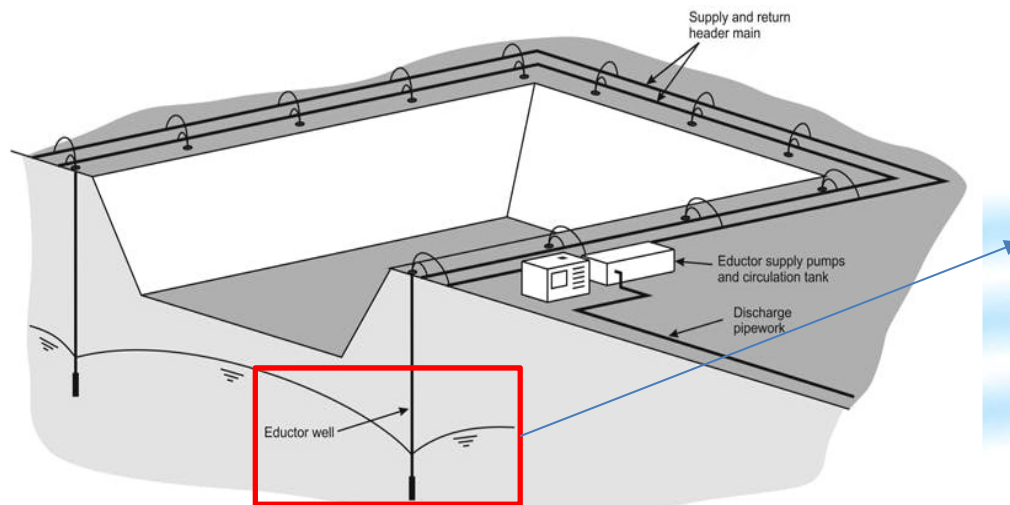
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

2. POZOS DE EYECCIÓN (EDUCTOR WELL)

- SISTEMA DE POZOS PERFORADOS EN LAS QUE SE INSTALA UN SISTEMA ESPECIALIZADO DE BOMBEO AL VACÍO (EYECTORES).
- CIRCULACIÓN DE AGUA A PRESION HASTA BASE DEL POZO, DONDE SE INSTALA UNA BOQUILLA CON UN VENTURI INCORPORADO QUE CREA UN VACÍO QUE ARRASTRA AGUA SUBTERRÁNEA (VACÍO DE HASTA 9,5 M)
- CAPACIDAD MÁXIMA 0,3-0,6 l/s
- APLICACIONES ADECUADAS: SUELOS CON **BAJA PERMEABILIDAD** (LIMOS O ARENAS LIMOSAS)



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

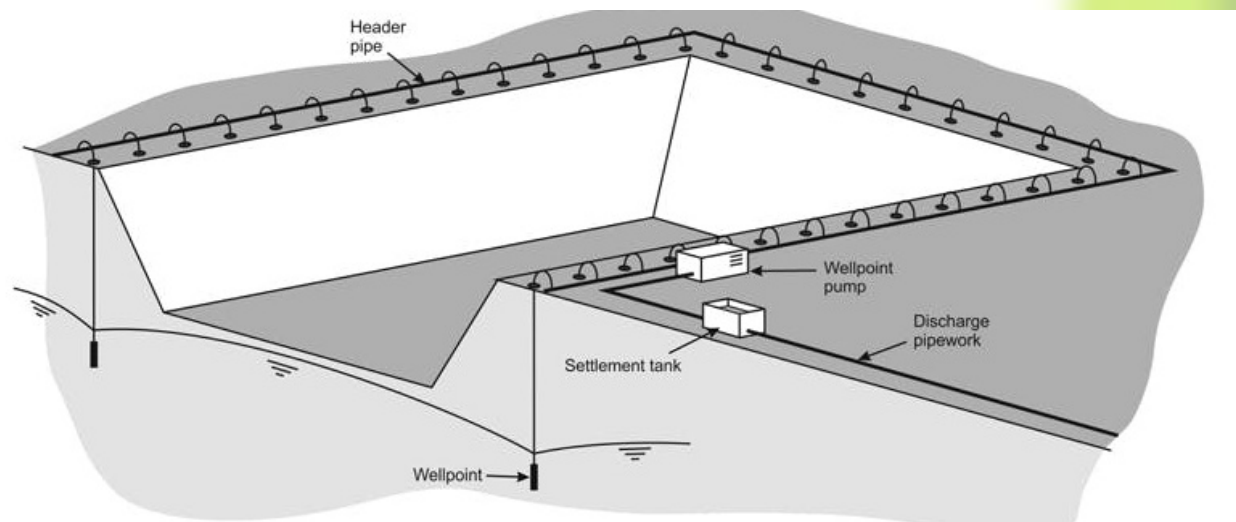
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

3. WELLPOINT

- MÉTODO DE CONTROL DE NIVEL FREÁTICO BASADO EN UN SISTEMA DE BOMBEO POR GENERACIÓN DE VACÍO.
- SISTEMA DE POZOS DE PEQUEÑO DIÁMETRO MEDIANTE LANZAS DE DRENAJE HINCADAS EN EL TERRENO A TRAVÉS DE LAS QUE SE ASPIRA EL AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE UNA BOMBA DE VACÍO, Y ES CONDUcida AL PUNTO DE DESAGÜE DESEADO.
- BAJO COSTE, FÁCIL-RÁPIDO MONTAJE, DISEÑO Y MATERIALES ROBUSTO
- APLICACIONES ADECUADAS: SUELOS DE PERMEABILIDAD MODERADA (ARENAS Y GRAVAS ARENOSAS) Y EXCAVACIONES MENORES DE 6 m



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

3. WELLPOINT

- LA LIMITACIÓN DE **ALTURA DE AGOTAMIENTO** PROVIENE DE LAS BOMBAS DE VACÍO, QUE SE LIMITA A **5 A 6 m**. PARA ALTURAS MAYORES → REDES ESCALONADAS A DIFERENTES NIVELES.
- LA ALTURA DE AGOTAMIENTO DEPENDE DE LA PERMEABILIDAD DEL TERRENO Y TIPO DE TERRENO.
- RENDIMIENTO ÓPTIMO EN ARENAS DE GRANO MEDIO SIN PRESENCIA DE FINOS (PERMEABILIDADES 10^{-3} - 10^{-6} cm/s).
- OTRO TIPO DE TERRENOS IMPLICAN OPERACIONES ADICIONALES DE MONTAJE. SUELOS DE POCA PERMEABILIDAD COMO LOS LIMOS ARCILLOSOS. DESTACAR:
 - ESTOS SUELOS REQUIEREN UN DISEÑO DETALLADO DE MONTAJE
 - SUELEN PRECISAR EJECUCIÓN DE TALADROS Y EJECUCION DE PREFILTROS
 - FRECUENTEMENTE REGULACIÓN DE CAUDAL EN CADA PUNTO DE CAPTACIÓN.
- EL AGOTAMIENTO SE PRODUCE EN MUCHOS PUNTOS A LA VEZ POR LO QUE SE **REDUCE EL POSIBLE EFECTO DEL ARRASTRE DE FINOS** QUE SE PRODUCE AL UTILIZAR POR EJEMPLO BOMBAS DE FONDO PARA EL AGOTAMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

3. WELLPOINT

-CAMPO DE APLICACIÓN-

- LA LIMITACIÓN DE ALTURA DE AGOTAMIENTO PROVIENE DE LAS BOMBAS DE VACÍO, LIMITE 6 m → EXCAVACIONES DE PROFUNDIDAD 5-6 m.
- LA EXPERIENCIA INDICA QUE EL ÁMBITO DE APLICACIÓN OSCILA EN TERRENOS LIMOS-ARENOSOS HASTA ARENAS CON ALGO DE GRAVILLAS
- APLICABLE EN SUELOS CON PERMEABILIDAD 10^{-3} - 10^{-6} cm/s
- LA DECISIÓN DE APLICAR EL MÉTODO DE WELLPOINT NO DEBE REALIZARSE SIN HACER ALGUNOS ENSAYOS DE BOMBEO IN SITU.

INTRODUCCIÓN

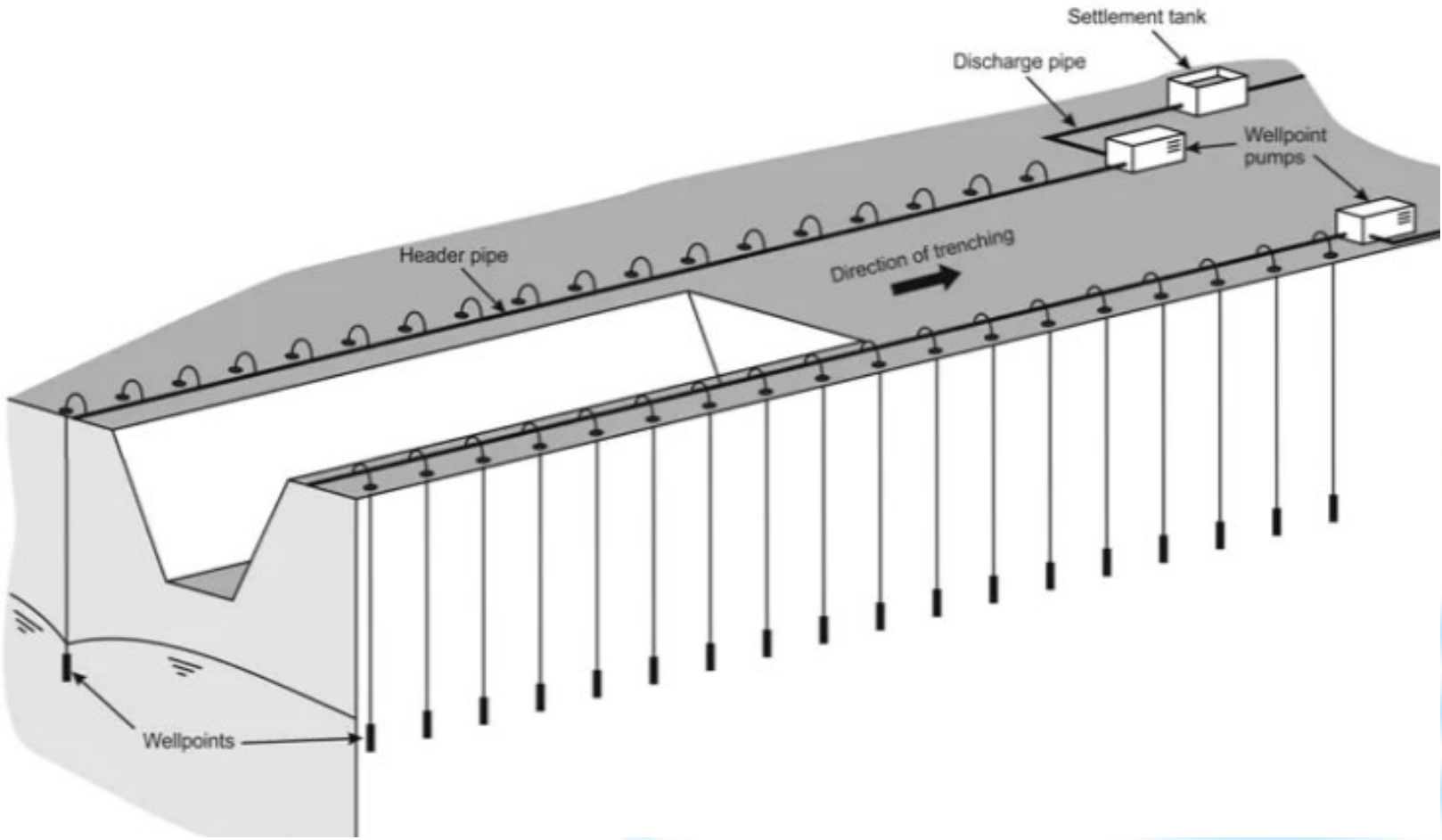
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- COMPONENTES DEL SISTEMA -



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

– COMPONENTES DEL SISTEMA –



- **LANZAS DE DRENAJE:** Son tubos de acero galvanizado de longitudes variables según la profundidad de la excavación y 50 mm de diámetro, que tienen dispuesto un filtro de 1 m de longitud en el extremo más profundo. Las lanzas se hincan en el terreno y absorben el agua una vez conectadas a la bomba de vacío.
- **MANGUITOS DE UNIÓN:** Son tubos flexibles que tienen piezas de empalme en los extremos para conectar las lanzas con la conducción de aspiración.
- **CONDUCCIÓN DE ASPIRACIÓN O COLECTOR:** Es un tubo flexible o de acero, a cuyos orificios se conectan los manguitos de cada lanza. Los orificios que no son necesarios, se hacen estancos mediante tapones. Conduce las aguas impulsadas hasta la bomba de absorción o bomba de vacío y desde allí al punto deseado de desagüe.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

— COMPONENTES DEL SISTEMA —



- **BOMBA DE HINCA:** Son bombas especiales de agua a presión previstas para el hincado de las lanzas. Estas bombas, se conectan a las cabezas de las lanzas una vez situadas verticales en el terreno de modo que el agua inyectada sale libremente por la punta de la lanza desplazando y arrastrando el terreno que bordea la punta. El propio vaciado del terreno de las cercanías de la punta de la lanza, hace que descienda toda la lanza. El equipo de chorro de agua a presión debe funcionar con agua limpia, exenta de sólidos en suspensión.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

— COMPONENTES DEL SISTEMA —



BOMBA DE VACÍO: Se trata de una combinación de bomba de vacío, tanque separador de la mezcla aire-agua y bomba de agua, junto con una unidad de control eléctrico. Es la encargada de crear una subpresión que absorba el agua del nivel freático y la haga circular hasta el punto deseado. El equipo, suele estar montado sobre un chasis con un eje con neumáticos y barra de tiro para facilitar su colocación en la obra. Consta de:

- Cámara o tanque de separación de aire: consiste en un amplio recipiente, la capacidad de éste condiciona los paros y arrancadas. En su interior se alojan la bomba la impulsión del agua procedente de los colectores
- Consta además de bombas de vacío eléctrico adosadas en el exterior de la cámara o tanque. Se trata de dos depresores del tipo multicelular enfriados por aire y lubricados por aceite.
- Cuadro de control eléctrico.

INTRODUCCIÓN

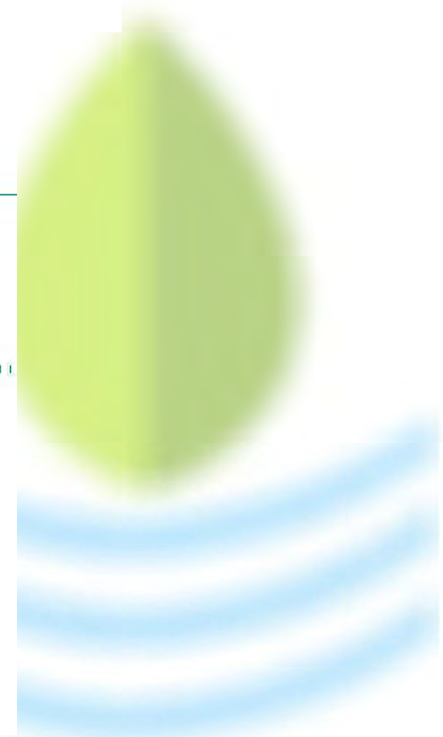
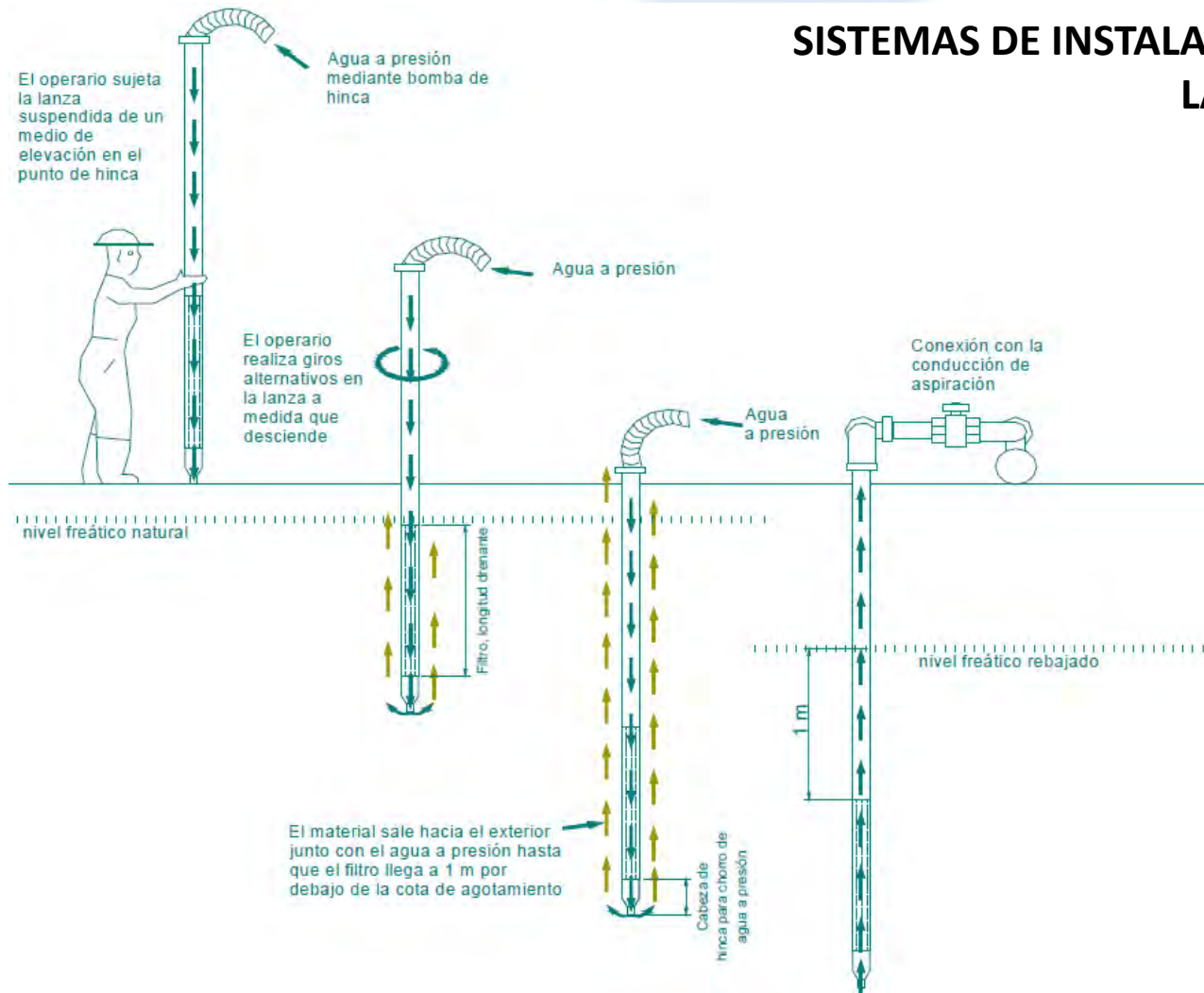
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMAS DE INSTALACIÓN: INYECCION LANZAS CON AGUA



INTRODUCCIÓN

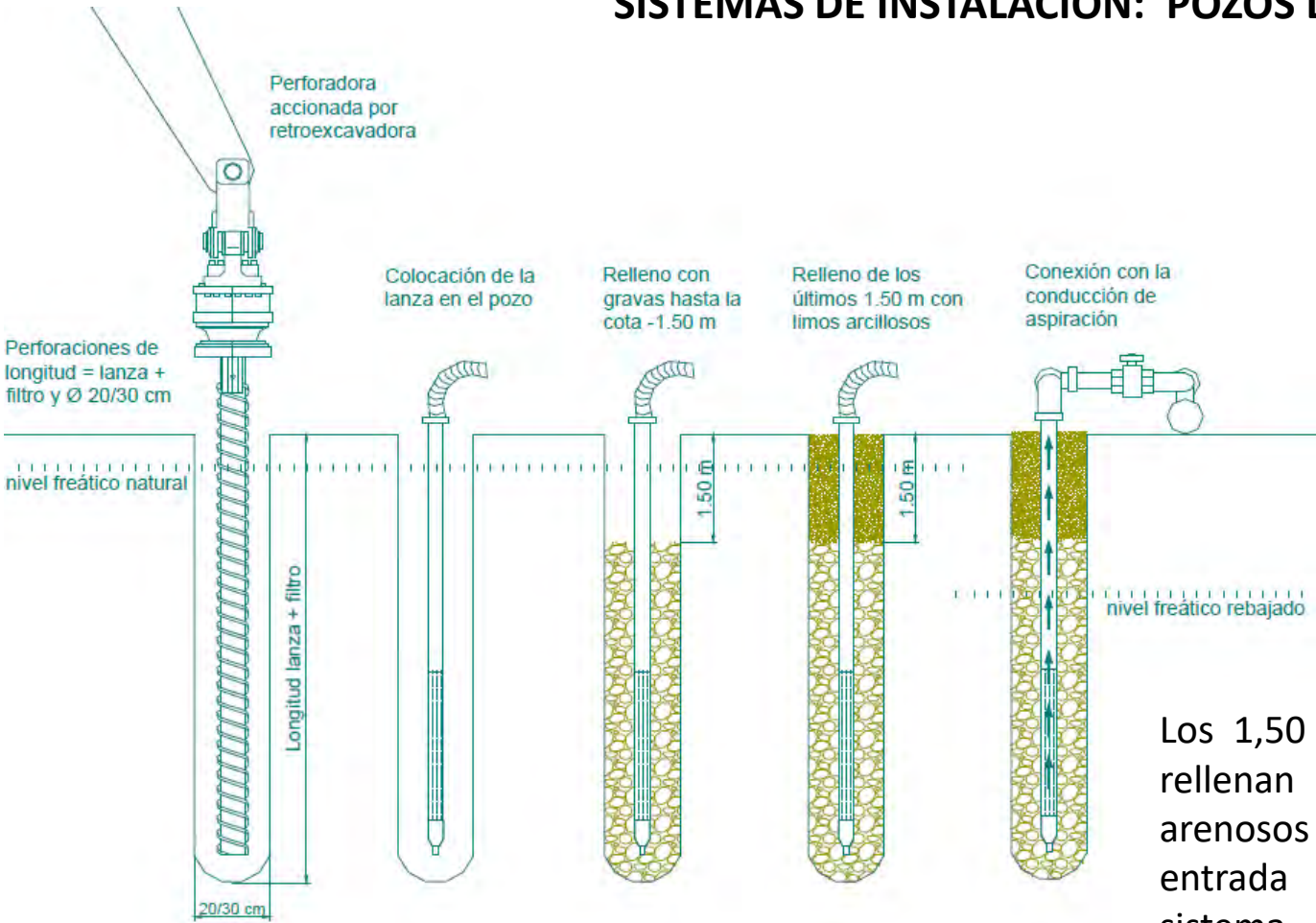
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMAS DE INSTALACIÓN: POZOS DRENANTES



Los 1,50 m superiores se rellenan con limos arenosos para impedir la entrada de aire en el sistema de aspiración Wellpoint

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

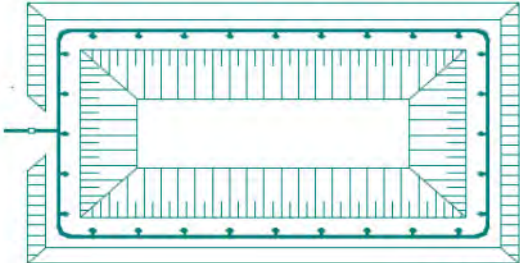
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

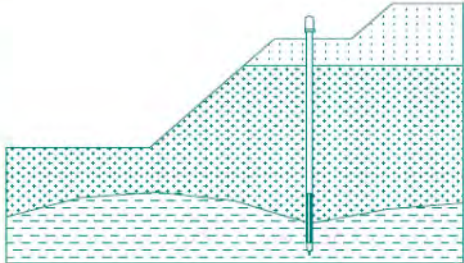
OTRAS TÉCNICAS

INSTALACIONES EN UN NIVEL Y VARIOS NIVELES

INSTALACIÓN DE UN SÓLO NIVEL

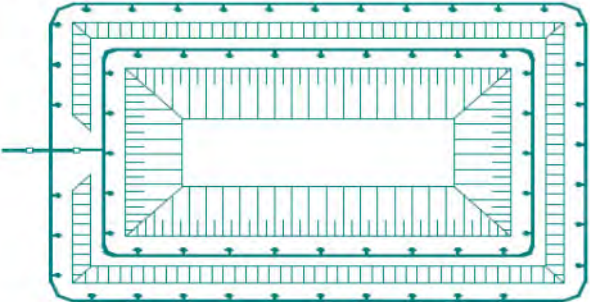


PLANTA

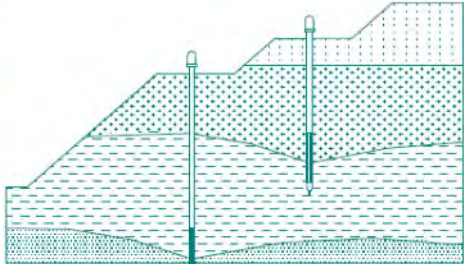


SECCIÓN

INSTALACIÓN EN VARIOS NIVELES



PLANTA



SECCIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

➤ APLICACIONES

- AGOTAMIENTO DE AGUA EN EXCAVACIONES CON COTA POR DEBAJO DEL NIVEL FREÁTICO EN TERRENOS GRANULARES
- CONTROL DE NIVEL FREÁTICO EN COMBINACIÓN CON OTRAS TÉCNICAS (TABLESTACADO).



INTRODUCCIÓN

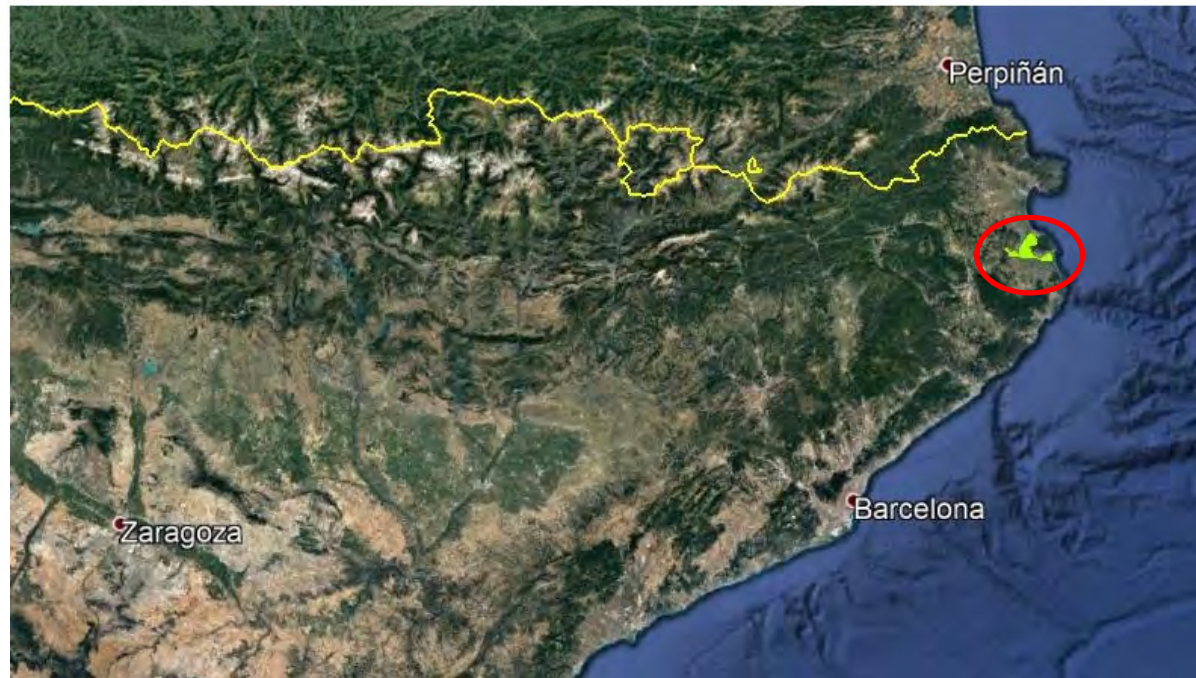
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO 3: CR PRESA DE COLOMERS **PROYECTO REVESTIMIENTO DEL CANAL DE SENTMENAT** **ACTUALIZADO**



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO: PROYECTO REVESTIMIENTO DEL CANAL DE SENTMENAT ACTUALIZADO

GENERALIDADES DEL PROYECTO:

- **SUPERFICIE REGABLE 3.537 ha (1,83 ha superficie media finca)**
- **CULTIVOS: Forrajes (39%), maíz (37%), manzano (21%), arroz (3%)**
- **OBJETIVO: Construcción de tubería de transporte en trazado paralelo al Canal de Sentmenat (10,14 km de tubería HPCC)**
- **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN: 13.010.256,53 € (IVA no incluido)**
- **EMPRESA CONSTRUCTORA: TRAGSA**

INTRODUCCIÓN

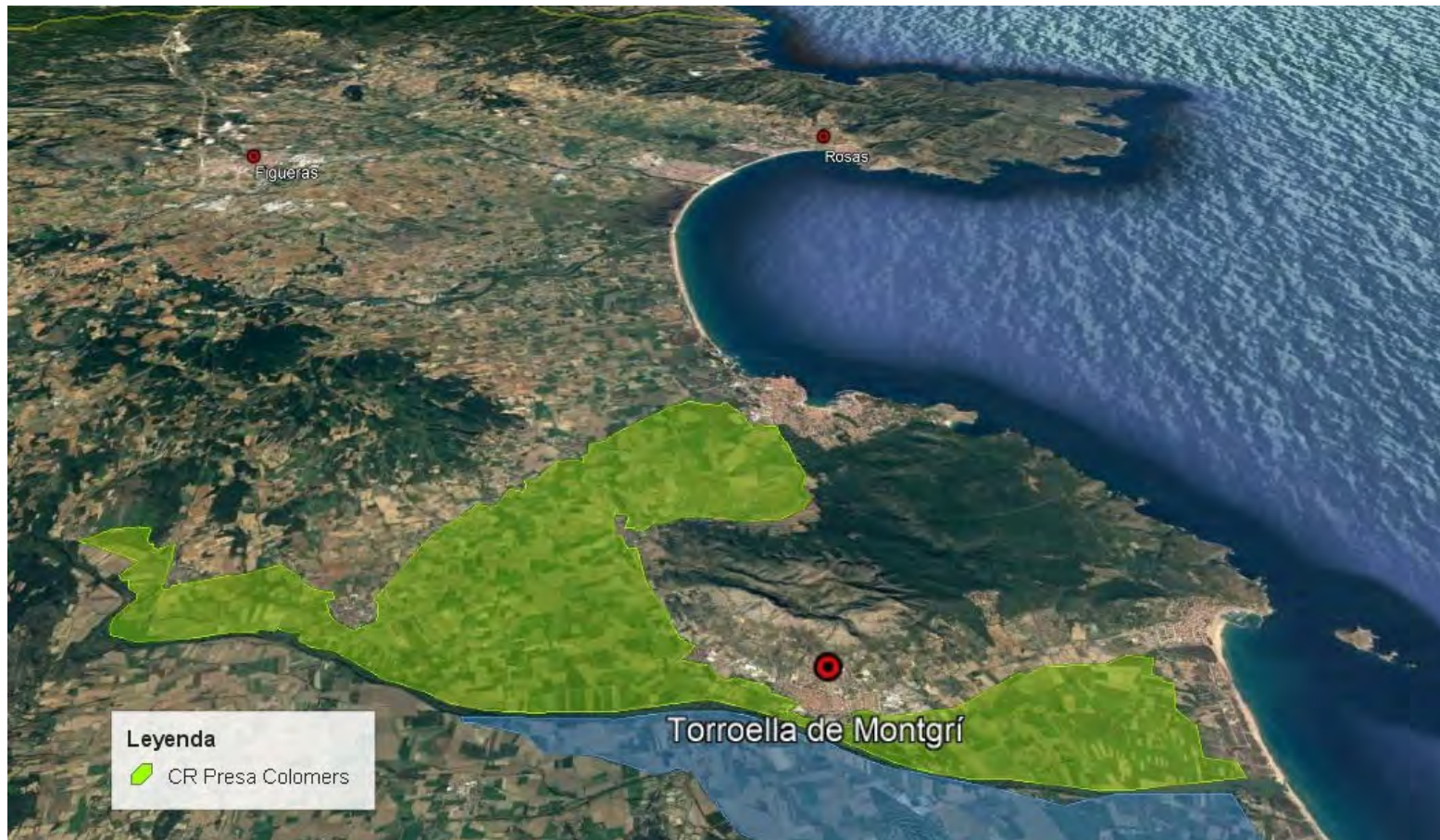
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO: PROYECTO REVESTIMIENTO DEL CANAL DE SENTMENAT ACTUALIZADO





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



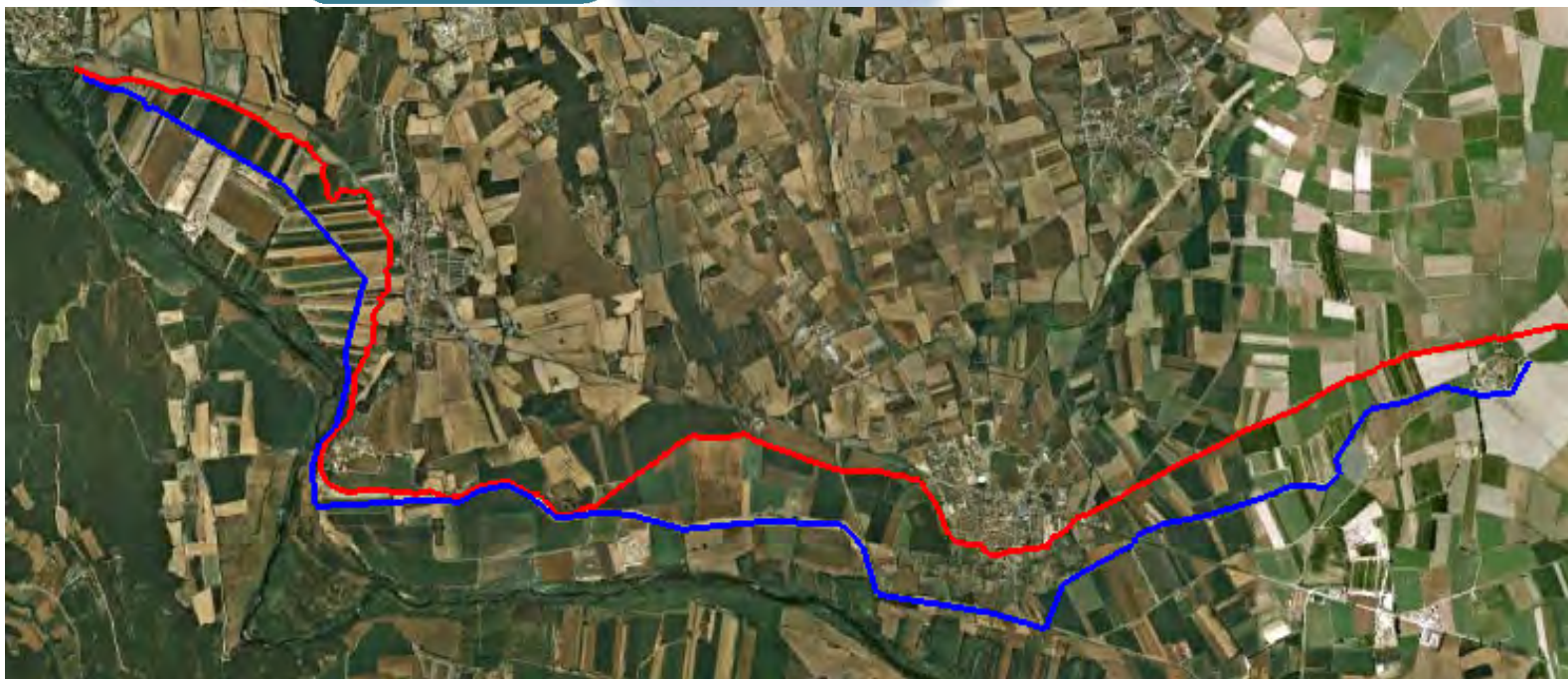
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



☞ • CAUDAL DE DISEÑO → Inicio: 3,51 m³/s → Final: 1,99 m³/s

☞ • TUBERÍA INSTALADA: HPCC DN 1.800/1.400 mm

☞ • PARTICULARIDADES:

PLUVIOMETRÍA 700-900 mm (Abr-May / Sep-Dic)

CULTIVOS: PERIODOS CRÍTICOS

ACTUACIÓN en ZONA INUNDABLE del RÍO TER

INFLUENCIA ACUÍFERO DEL BAIX TER

COTA INICIO/FINAL: 23 / 12 m.s.n.m. (pte 1‰)

CONDICIONANTES AMBIENTALES (DIA)

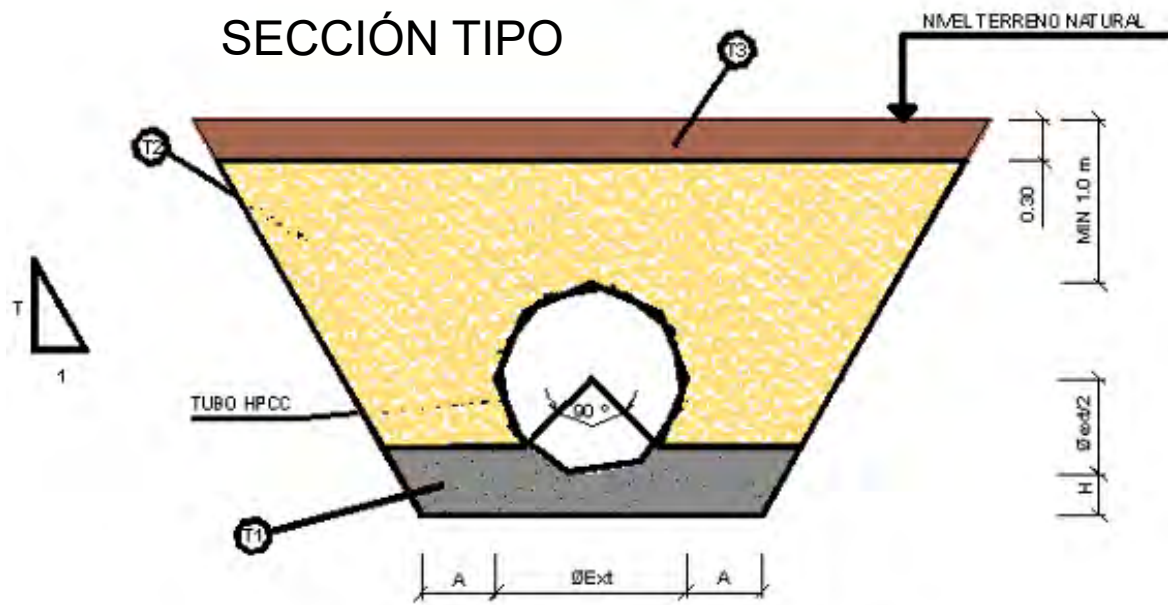
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



T1	MATERIAL GRANULAR, ÁRIDO 5-15 mm.
T2	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE LAZANJA
T3	TIERRA VEGETAL

- ANCHOS BASE SUPERIOR ZANJA 7-16 m
- VOLUMEN EXCAVACIÓN: 30 m³/m
- CAMA MATERIAL GRANULAR (e=24-30 cm)
- RELLENO MATERIAL GRANULAR HASTA 90° TUBO
- RELLENO COMPACTADO HASTA GEN. SUPERIOR

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

2009												2010												2011												2012						
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR			
TRABAJO PRE-VIOS			FRANCO			RIEGO			ARENA			FREATICO			ARENA			RIEGO			OBRAS COMPLEMENTARIAS												RIEGO			ARENA	SEGUIMIENTO AMBIENTAL					
			TRAMO 3: 3800m 65 m/día						TRAMO 2: 1700m 40 m/día			TRAMO 5: 2640m 35 m/día						TRAMO 4: 1100m 45 m/día																		TRAMO 1: 1200m 40 m/día						



INTRODUCCIÓN

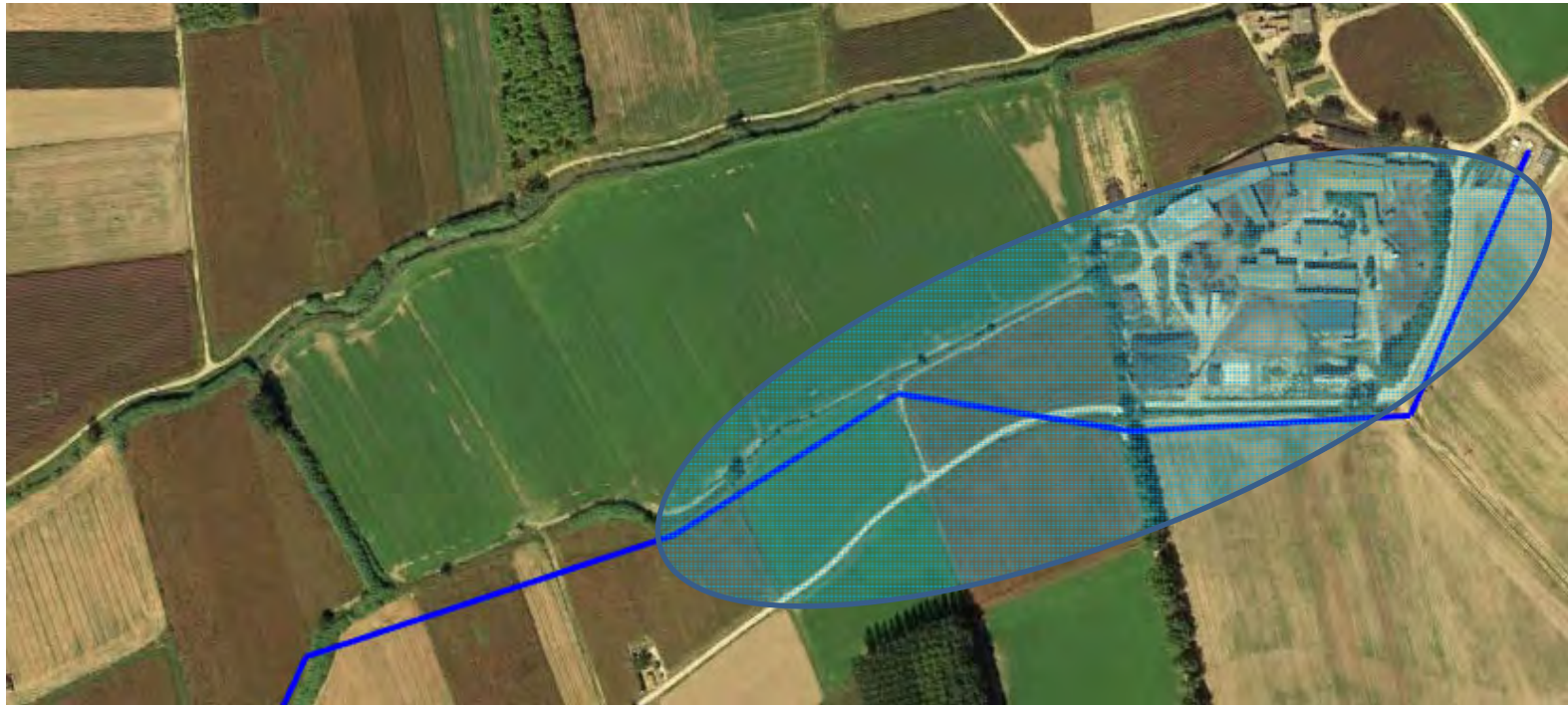
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

2009												2010												2011												2012						
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR			
TRABAJO PRE-VIOS			FRANCO			RIEGO			ARENA			FREATICO			ARENA			RIEGO			OBRAS COMPLEMENTARIAS												RIEGO			ARENA		SEGUIMIENTO AMBIENTAL				
			TRAMO 3: 3800m 65 m/día						TRAMO 2: 1700m 40 m/día			TRAMO 5: 2640m 35 m/día						TRAMO 4: 1100m 45 m/día																		TRAMO 1: 1200m 40 m/día						



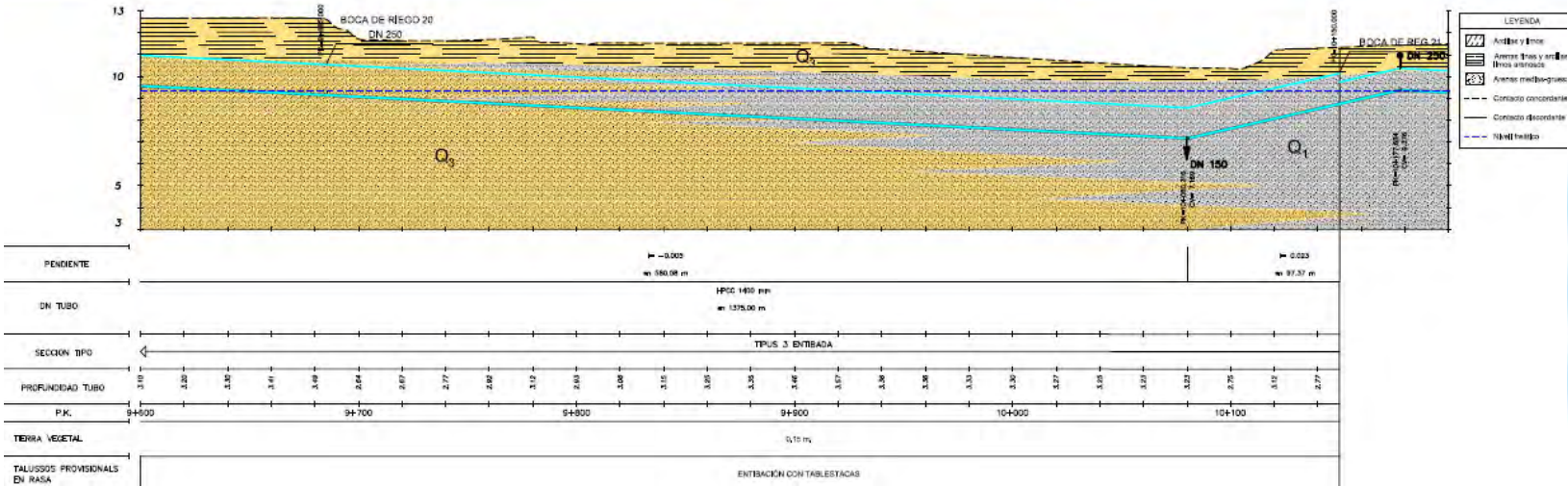
INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

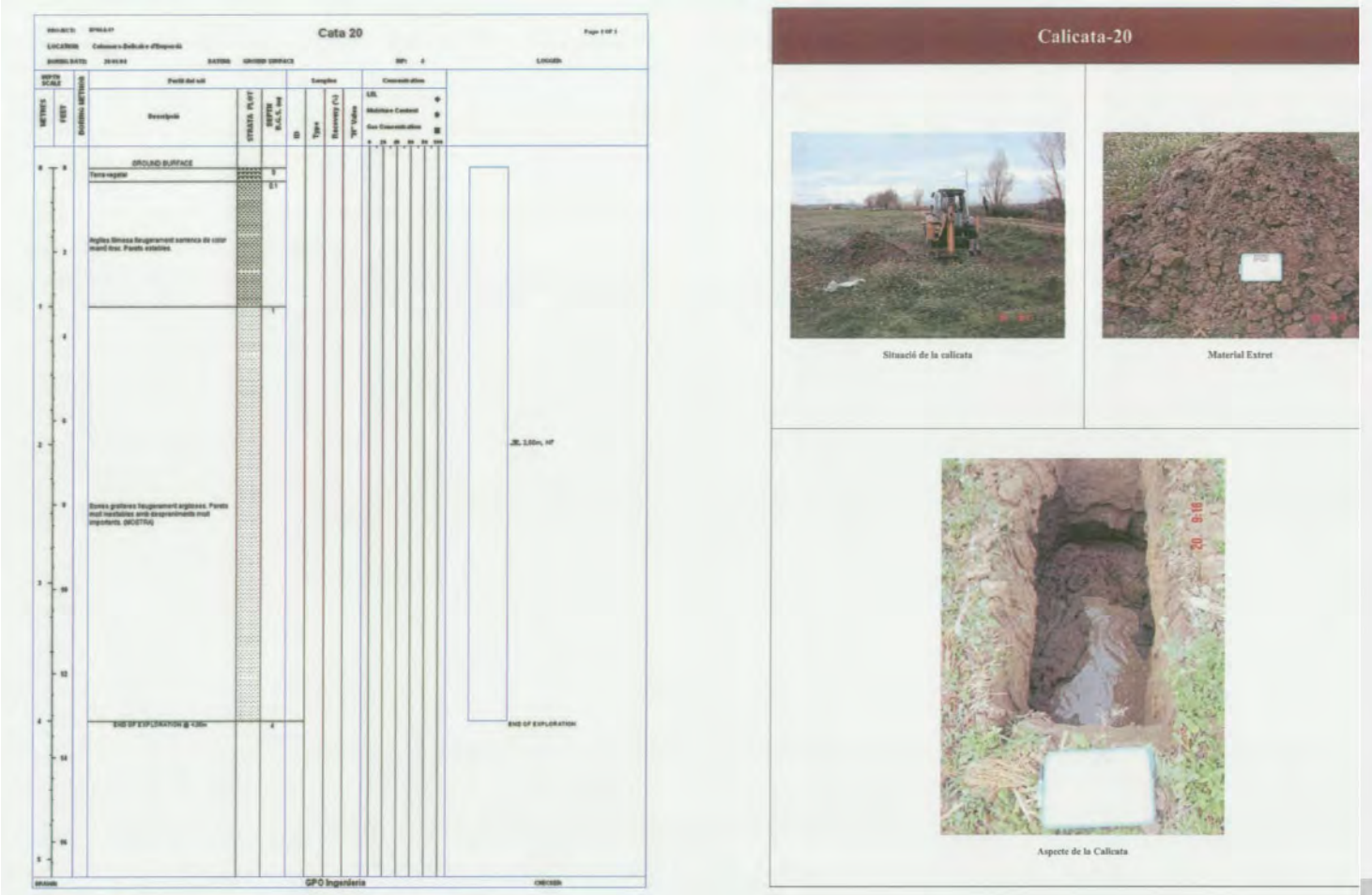
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

UNIDADES GEOLÓGICAS: MEANDROS ABANDONADOS (Q3) Y DEPÓSITOS DE LLANURA DELTAICA (Q1).



INTRODUCCIÓN
MÉTODOS CONVENCIONALES
WELLPOINTS
TABLESTACADOS
OTRAS TÉCNICAS

• Unidades geológicas: Meandros abandonados (Q3)

Tipo Talud	Factor de Seguridad	
	Bishop	Morg.&Price
1H:1V	1.245	1.228
2H:3V	1.139	1.178

La última inclinación que provisionalmente es estable corresponde a un talud tipo 1H:1V. Inclinaciones superiores ya no serían estables y por lo tanto se recomienda utilizar un talud 1H:1V.

Las superficies de rotura obtenidas del cálculo se adjuntan al apéndice nº 5. "Estabilidad de Zanjas".

5.1.2- Meandros Abandonados (Unidad Q3)

Como en las terrazas fluviales se pueden diferenciar diferentes unidades granulométricas, en este caso se pueden distinguir tres grupos formados por:

- Arenas medias-gruesas muy limpias (escasa presencia en finos)
- Arenas finas ligeramente arcillosas
- Arcillas y limos

A efectos de resistencia, básicamente se han diferenciado dos unidades, definidas por una formación cohesiva (arcillas y limos) y una granular (arenas finas, medias y gruesas).

Para la formación cohesiva se ha considerado un comportamiento no drenado con los siguientes parámetros geotécnicos:

$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$
 $c_u = 0.25 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 0^\circ$

Durante la realización de las calicatas mecánicas en esta unidad, se ha analizado la estabilidad de las paredes de la excavación, donde se puede ver que no presentan ningún tipo de inestabilidad.



Zanjas en arcillas y limos

Para la formación granular se han obtenido los siguientes parámetros resistentes:

$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$
 $c = 0 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 28^\circ$

Esta baja resistencia ha quedado patente también en las inestabilidades observadas en las calicatas realizadas sobre esta formación



Zanja en arenas finas y medias

A partir de estos parámetros se ha determinado qué taludes podemos utilizar en la excavación de las zanjas, con carácter provisional, en función del perfil geológico existente. Se pueden diferenciar dos tipos de perfil geológico: un formato enteramente por material cohesivo y otro para un primer nivel cohesivo de potencia variable bajo el que se presentan las arenas finas, medias y gruesas. Se analizará la estabilidad de ambas secciones para establecer las inclinaciones óptimas en cada una.

Cuando la sección está formada enteramente por arcillas y limos, la altura máxima de excavación no supera los 4 m. Según los parámetros de identificación y resistentes de la formación cohesiva, los factores de seguridad obtenidos para las diferentes inclinaciones de taludes se muestran en la siguiente tabla:

Tipo Talud	Factor de Seguridad	
	Bishop	Morg.&Price
1H:1V	1.635	1.611
1H:3V	1.343	1.378

Los resultados muestran que incluso inclinaciones superiores a 1H:3V pueden presentar factores de seguridad superiores a 1.2, aunque debido a que no significan una reducción importante en el volumen de excavación no es recomendable utilizarlas. Por lo tanto se recomiendan inclinaciones 1H:3V.

El otro perfil geológico existente resulta más crítico, al presentar una formación granular de escasa competencia en la base de la zanja. Por encima de este nivel granular se presenta un nivel cohesivo de potencia variable. La sección analizada corresponde al caso más desfavorable, cuando la potencia de las arcillas y limos es mínima (2 m). La altura máxima de la zanja no supera los 4 m de altura.

Según los parámetros identificativos y resistentes de cada unidad, los factores de seguridad obtenidos por las diferentes inclinaciones de taludes se muestran en la siguiente tabla:

Tipo Talud	Factor de Seguridad	
	Bishop	Morg.&Price
1H:1V	1.245	1.228
2H:3V	1.179	1.182

La última inclinación que provisionalmente es estable corresponde a un talud tipo 1H:1V. Inclinaciones superiores ya no serían estables y por lo tanto se

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

• Unidad geológica: Depósitos de llanura deltaica (Q1).

recomienda utilizar un talud 1H:1V.

Las superficies de rotura obtenidas del cálculo se adjuntan en el apéndice nº 5. "Estabilidad de Zanjas".

A partir del pk 9+600 el nivel freático se sitúa por encima del fondo de la excavación, hecho que provoca un incremento en las inestabilidades en las excavaciones realizadas, tal como muestran las calicatas excavadas de este pk en adelante.

Este punto coincide con la zona de transición entre los depósitos de meandros abandonados con los de llanura deltaica, afectando más directamente en estos últimos depósitos. La influencia del nivel freático en la estabilidad de las zanjas se analizará en el siguiente apartado.

5.1.3- Depósitos de Llanura Deltaica (Unitat Q1)

Se trata de suelos mayoritariamente granulares, aunque puntualmente presentan elevados contenidos en finos. Los parámetros resistentes adoptados son los siguientes:

$$\begin{aligned}\gamma &= 1.9 \text{ t/m} \\ c' &= 0 \text{ kg/cm}^2 \\ \phi' &= 28^\circ\end{aligned}$$

A partir de estos parámetros se ha determinado qué taludes podemos utilizar en la excavación de las zanjas, con carácter provisional, en función del perfil geológico existente.

El perfil geológico se caracteriza por un primer nivel cohesivo de potencia variable, que corresponde a la formación de meandros abandonados, bajo el que se presentan las arenas finas de la formación deltaica. El hecho más destacado en este perfil, y que condicionará de forma decisiva el método de excavación desde el pk 9+600 hasta el final del proyecto es la presencia del nivel freático situado a una cota superior a la del fondo de la excavación. Este hecho tiene una influencia muy negativa en la estabilidad de la zanja, como muestran los resultados en la sección analizada:

Se ha analizado la sección donde el nivel freático se presenta a una cota máxima, considerando el agotamiento del agua en el fondo de excavación con bombas. La altura máxima de excavación no supera los 3.5 m. Según los parámetros de identificación y resistentes de la formación cohesiva, los factores

de seguridad obtenidos por las diferentes inclinaciones de taludes se muestran en la siguiente tabla:

Tipo Talud	Factor de Seguridad	
	Bishop	Morg.&Price
1H:1V	1.060	1.077
3H:2V	1.140	1.175
2H:1V	1.198	1.235

La última inclinación que provisionalmente es estable corresponde a un talud tipo 2H:1V. La conclusión que se obtiene de éste análisis es que la excavación de las zanjas a cielo abierto se tendría que ejecutar con taludes 2H: 1V. El gran volumen de excavación que se deriva juntamente a la gran infiltración de agua prevista durante la excavación no aconseja este método. Se ha optado por realizar la excavación con tablestacas de 8 m de longitud, que han sido calculadas en el apartado 4 del anejo nº 9. "Cálculos Mecánicos y Estructurales".

La excavación con tablestacas creará un gradiente hidráulico hacia el fondo de la zanja, donde la presencia de materiales granulares obliga a analizar la posibilidad de que se produzcan sifonamientos. Para estudiar esta posibilidad se ha utilizado el software de elementos finitos PLAXIS, que permite establecer el flujo de agua hacia el fondo de la zanja.

La posibilidad de sifonamiento se analizará mediante el método del gradiente crítico, que establece un gradiente por encima del cual existe sifonamiento. Este gradiente se obtiene de la expresión:

$$i_c = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$$

Donde γ_{sat} es la densidad saturada del suelo y γ_w la densidad del agua. La densidad saturada de los suelos granulares se encuentra en torno a 2.1 T/m3, pudiendo establecer el gradiente crítico como:

$$i_c = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w} = \frac{2.1 - 1}{1} = 1.1$$

El cálculo del flujo bajo la tablestaca nos proporcionará el gradiente hidráulico en el fondo de la zanja, que comparándolo con el gradiente crítico nos proporcionará el factor de seguridad.

El modelo de elementos finitos utilizado para determinar el flujo es el siguiente:

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

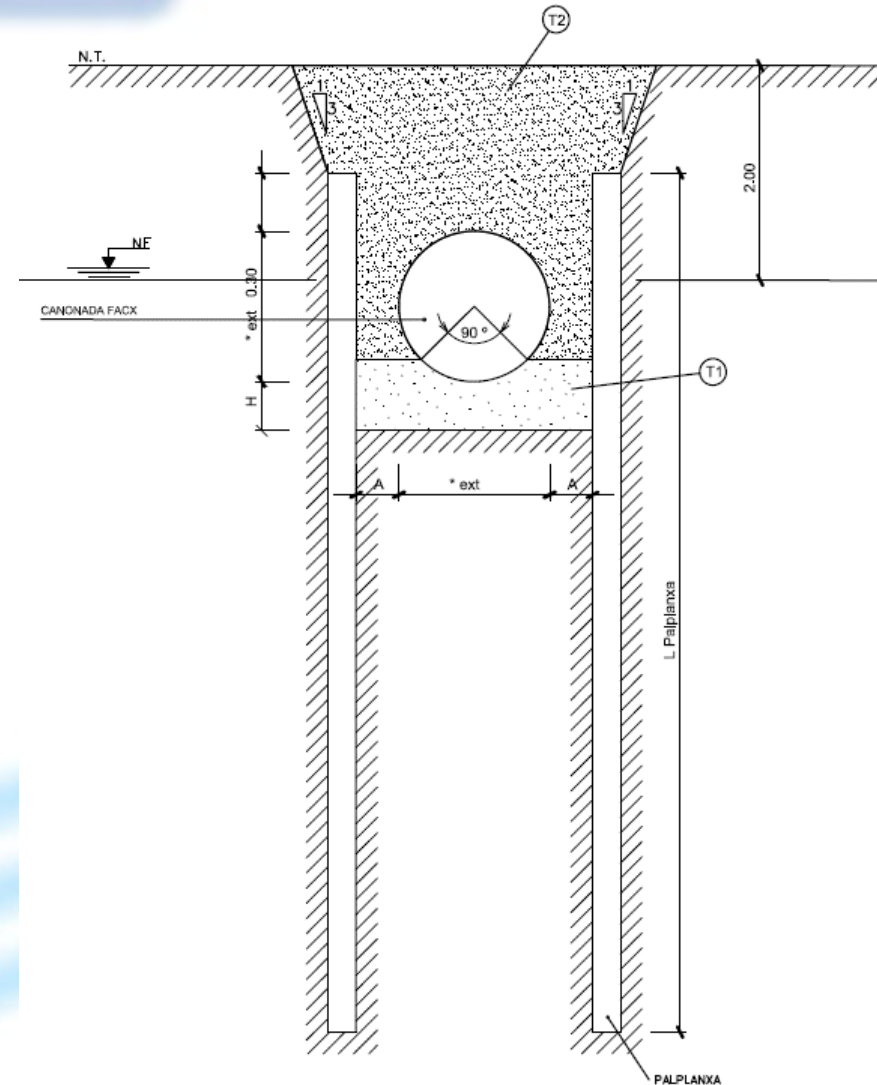
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

RESUMEN PROYECTO

- EL NIVEL FRÉATICO SE SITÚA EN ESTA ZONA A 2 m DEL TERRENO (aproximadamente entre cota 9-10 m.s.n.m.)
- ESTABILIDAD DE TALUDES:
 - UNIDAD Q3 FORMACIÓN COHESIVA 1H:3V
 - UNIDAD Q3 FORMACIÓN NO COHESIVA 1H:1V
 - UNIDAD Q1 2H:1V
- SOLUCIÓN PROYECTO: EXCAVACIÓN CON TABLESTACOS EN EL ÚLTIMO TRAMO DE LA CONDUCCIÓN (APROXIMADAMENTE 1 KM)



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

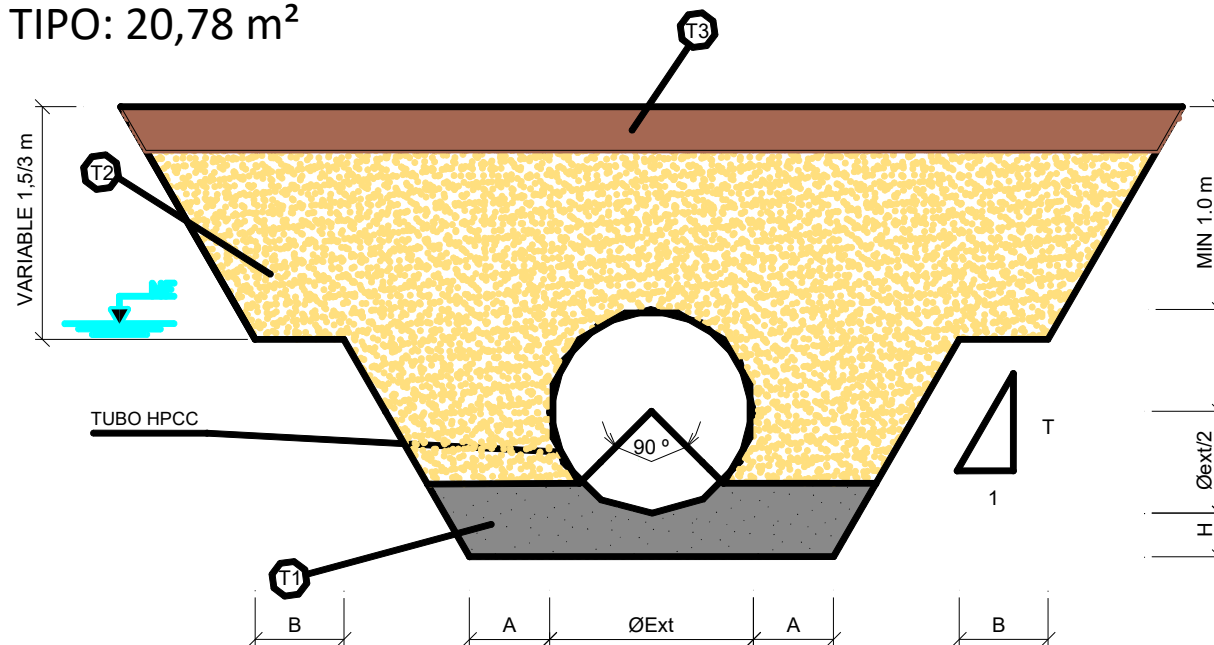
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SOLUCIÓN ADOPTADA EN OBRA

- GEOTÉCNICO DE CONTRASTE TRAMO FINAL → RATIFICA LOS DATOS DE PROYECTO PERO INDICA LA VIABILIDAD DE EJECUCIÓN SIN TABLESTACAS Y CON WELLPOINT.
- SECCIÓN TIPO: 20,78 m²



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

COSTES EQUIPOS WELLPOINT

- PRECIOS ALQUILER WELLPOINT:
 - Equipo: 80 m de colector, 40-80 lanzas, bomba autoaspirante y 20 m de colector de desagüe
 - Transporte (i/v): 2 x830 €
 - Montaje: 39 €/h
 - Alquiler: 132 €/día
- PRECIOS ALQUILER DE EQUIPOS TALADRO (PARA EJECUCIÓN DE PREFILTROS EN LAS LANZAS)
 - Equipo: 80 m de colector, 40-80 lanzas, bomba autoaspirante y 20 m de colector de desagüe
 - Transporte (i/v): 2 x830 €
 - Montaje: 39 €/h
 - Alquiler tornillo sinfín: 365 €/día

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

ANÁLISIS COSTES

- COSTE ALQUILER WELLPOINT

CONCEPTO	Ud	medición	precio	IMPORTE
ALQUILER 4 EQUIPOS WELLPOINT	día	240,00	132,00 €	31.680,00 €
TRANSPORTE	ud	2,00	830,00 €	1.660,00 €
INSTALACIÓN	horas	16,00	39,00 €	624,00 €
ENERGÍA	PA	1,00	14.000,00 €	14.000,00 €
TOTAL				47.964,00 €

- COSTE ALQUILER EQUIPOS TALADRO

CONCEPTO	Ud	medicion	precio	IMPORTE
ALQUILER SINFIN	día	60,00	365,00 €	21.900,00 €
TRANSPORTE	ud	2,00	830,00 €	1.660,00 €
INSTALACIÓN	horas	16,00	39,00 €	624,00 €
GIRATORIA	horas	160,00	60,00 €	9.600,00 €
TOTAL				33.784,00 €

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

ANÁLISIS COSTES

- COSTE REAL DE EJECUCIÓN CON WELLPOINT

Concepto	PROYECTO			OBRA		
	Medición	Precio	Importe	Medición	Precio	Importe
Excavación mecánica zanja tuberías (tierra vegetal)	2.328,00	1,88 €	4.376,64 €	1.774,08	1,88 €	3.335,27 €
Excavación mecánica zanja tuberías	10.185,00	3,57 €	36.360,45 €	18.382,52	3,57 €	65.625,60 €
Clavado y extracción de tablestacas recuperables HOESCH 17000 o	8.640,00	23,11 €	199.670,40 €	-	23,11 €	- €
Relleno, compactado mecánico, grava de cantera de 5 a 15 mm.	1.493,80	27,55 €	41.154,19 €	1.009,62	27,55 €	27.815,03 €
Relleno mecánico de zanjas	10.185,00	3,00 €	30.555,00 €	19.146,98	3,00 €	57.440,94 €
Partida alzada para el agotamiento de nivel freatico	0,00	130.000,00 €	- €	0,37	130.000,00 €	48.100,00 €
TOTAL			312.116,68 €			202.316,84 €

INTRODUCCIÓN

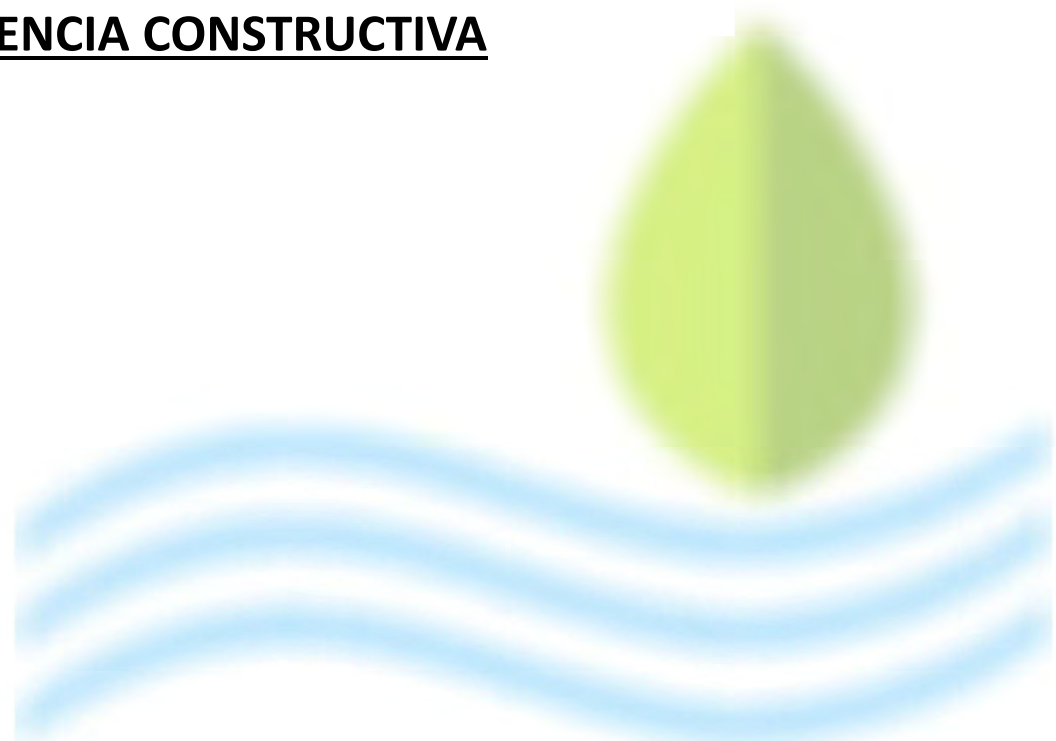
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Campaña geotécnica complementaria. Objetivo: confirmar el geotécnico del proyecto y analizar la capacidad portante del terreno en estratos.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Previo a la instalación del wellpoint se realizó rebaje de tierras hasta situarse a 20-30 cm del nivel freático. En el tramo se instaló tubería de HPCC DN 1400 mm. Los primeros 1,5-2 m es terreno franco, debajo es arena y es necesario berma de protección de 0,7-1m y después talud 1:1 hasta llegar a cota de excavación)

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Se ensamblan colectores y acopian las lanzas. El montaje de las lanzas se realiza mediante agua a presión desde una bomba de presión que facilita la introducción de la lanza en el terreno.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Introducción de la lanza en el terreno. Introducida la lanza en el terreno se desacopla tubería de presión y se conecta la lanza al colector que conducirá el agua aspirada por la bomba.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Bomba de vacío

Colector

La bomba de vacío aspira el agua presente en el suelo a través de las lanzas. En el interior de la bomba hay un pequeño reservorio que se vacía al entrar en funcionamiento una bomba de presión que impulsa el agua por un colector hasta el punto de vertido final (acequia, cauce, desagüe, etc.).

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Una vez instalado el wellpoint, transcurridas 48 horas se podía proceder a la excavación hasta la cota de la rasante, colocación de la cama e instalación tubería.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



Tras la instalación y tapado del tubo se retira el colector, que traslada hasta el siguiente tramo donde ya se ha realizado el rebaje.

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

TABLESTACADOS

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

- **INTRODUCCIÓN. GENERALIDADES. COMPONENTES.**
- **SISTEMAS DE HINCADO**
- **DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS**
- **CÁLCULOS Y COMPROBACIONES.**
- **CASO PRÁCTICO Nº4: PROYECTO ACTUALIZADO DEL ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL REC DE MOLÍ DE PALS**

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

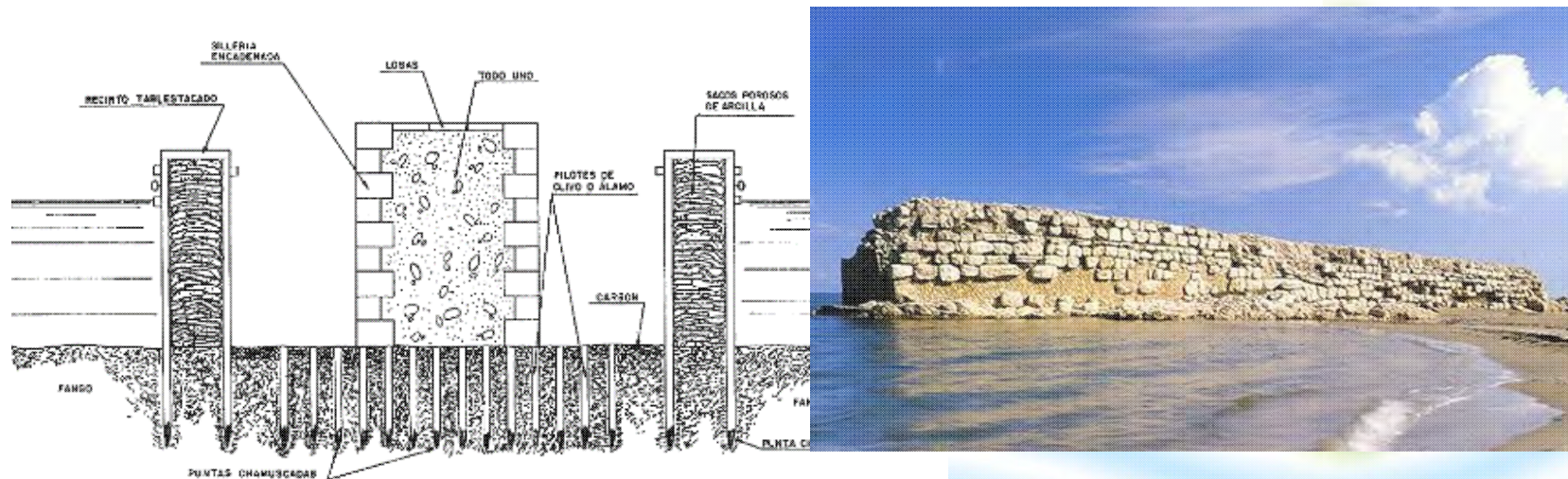
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN. RESEÑA HISTÓRICA

- **ORIGEN:** TABLESTACAS DE MADERA → TÉCNICA CONOCIDA EN INGENIERÍA ROMA CLÁSICA. USO EN CIMENTACIONES, CONTENCIÓN DE TIERRAS Y AGUA EN CONSTRUCCIONES EN ZONAS HÚMEDAS



- **DESARROLLO TABLESTACAS METÁLICAS:** INICIO SIGLO XX INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE LAS NUEVAS TÉCNICAS DE LAMINACIÓN DE ACERO → PATENTES OPTIMIZACIÓN SECCIONES ACERO

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN. DEFINICIONES

- **DEFINICIÓN: ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN FLEXIBLE, EN LA QUE LA DIMENSIÓN LONGITUDINAL ES MUY SUPERIOR A LAS OTRAS. FORMADAS POR ELEMENTOS PREFABRICADOS QUE SUELEN SER DE ACERO Y SE HINCAN EN EL TERRENO MEDIANTE VIBRACIÓN U OTROS MÉTODOS. LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS DEBIDAMENTE ENLAZADOS CONSTITUYEN PANTALLAS DE IMPERMEABILIZACIÓN O RESISTENCIA, CON CARÁCTER PROVISIONAL O DEFINITIVO.**
- **LAS TABLESTACAS SON PERFILES LAMINADOS DE ACERO AL CARBONO SIN ALEACIÓN ESPECIAL CON FORMA GRECADA, CUYA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A TRACCIÓN SERÁ SUPERIOR A 340 MPA.**

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN. VENTAJAS Y USOS

- **VENTAJAS:** CONSTITUYEN UN MURO DE CONTENCIÓN QUE NO SUELE REQUERIR EL DESAGÜE DEL EMPLAZAMIENTO, CUYOS ELEMENTOS SON REUTILIZABLES Y CAPACES DE SOPORTAR CARGAS INMEDIATAMENTE.
- **USOS PRINCIPALES:**
 - **OBRAS DEFINITIVAS:** DEFENSA DE CAUCES, OBRAS PORTUARIAS, CIMENTACIÓN PILAS DE PUENTES.
 - **ENTIBACIONES PROVISIONALES** PARA CONTENCIÓN DE TIERRAS, VACIADOS EN TERRENOS HÚMEDOS Y EXCAVACIONES DE TUBERÍAS DE TRANSPORTE .

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

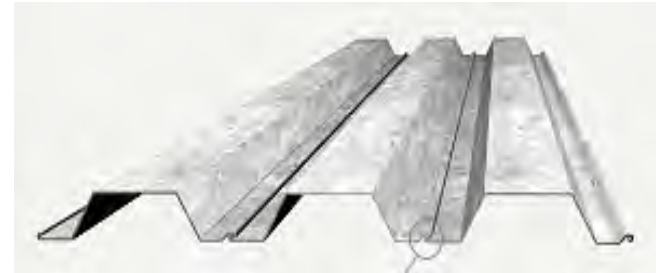
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN. ELEMENTOS PANTALLA DE TABLESTACOS

➤ TABLESTACOS



➤ MAQUINARIA HINCADO.

➤ ARRIOSTRAMIENTOS



➤ ANCLAJES



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

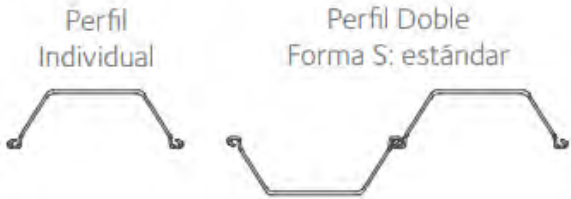
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN. TABLESTACADOS

➤ SECCIÓN TIPO "U"



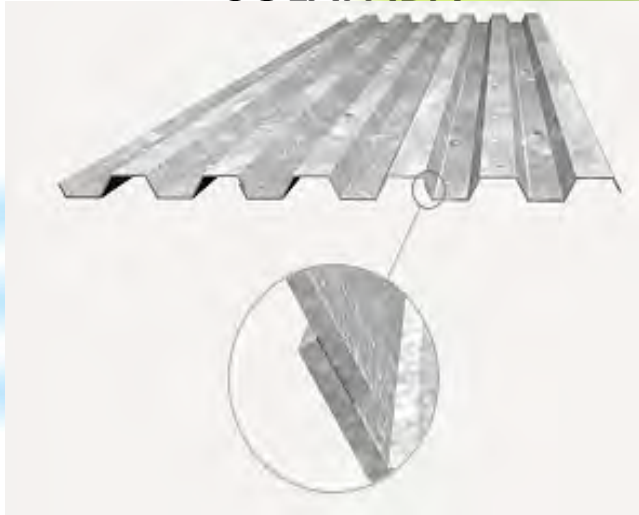
SECCIÓN TIPO "Z"



➤ SISTEMA DE UNIÓN: MACHIHEMBRADA



SOLAPADA



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMA DE HINCADO DE TABLESTACAS

- ESTÁTICO. MEDIANTE PRESIÓN SISTEMA GATOS HIDRAÚLICOS. SUELOS BLANDOS CON BAJA COMPACIDAD. IMPACTO RUIDO Y VIBRACIONES BAJO
- DINÁMICO. MEDIANTE GOLPEO (MAZA O MARTILLO). VÁLIDO INCLUSO EN SUELOS ALTA COMPACIDAD. IMPACTO RUIDO Y VIBRACIONES ALTO.
- VIBRACIÓN.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMA DE HINCADO DE TABLESTACAS. HINCADO VIBRACIÓN

- **VIBRACIÓN.** TRANSMISIÓN DE VIBRACIÓN DE UNA MASA EXCÉNTRICA. VÁLIDO PARA COMPACIDADES HASTA DENSAS. MÉTODO CON EL QUE SE OBTIENEN MAYORES RENDIMIENTOS EN CUANTO A HINCADO Y EXTRACCIÓN. IMPACTO DE RUIDOS Y VIBRACIONES EN EL ENTORNO CONTROLABLE.
- **FUNDAMENTO FÍSICO:** Masas excéntricas rotación → Vibración transmite al suelo a través de la tablestaca → De forma localizada provoca debilitación de la unión entre partículas del suelo → Penetración tablestacas prácticamente por peso propio.
- **VIBRADORES DE PAR VARIABLE: ZONAS SENSIBLES**
- **EQUIPOS DE VIBRACIÓN.**
 - MONTADOS SOBRE RETROEXCAVADORA.
 - COLGADOS DE UNA GRÚA.
 - AUTOPROPULSADOS CON MÁSTIL TELESCÓPICO

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMA DE HINCADO DE TABLESTACAS: VIBRACIÓN

- MONTADOS SOBRE RETROEXCAVADORA.
 - ACCESORIO ADAPTABLE A RETROEXCAVADORAS.
 - MUY FÁCIL MANEJO.
 - LONGITUD LIMITADA POR EL MÁSTIL DE LA RETROEXCAVADORA.
 - POTENCIA DE HINCA LIMITADA



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMA DE HINCADO DE TABLESTACAS: VIBRACIÓN

➤ COLGADOS DE GRÚA.

- **COMPUESTO POR VIBRADOR + GRUPO DIESEL HIDRÁULICO.**
- **VIBRADOR SUSTENTADO POR GRÚA.**
- **POSIBILIDAD DE USO PARA TABLESTACAS PESADAS.**
- **LONGITUD DE TABLESTACAS LIMITADA POR ALCANCE DE LA GRÚA.**
- **EQUIPOS CON GRAN CAPACIDAD DE HINCADO.**



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SISTEMA DE HINCADO DE TABLESTACAS: VIBRACIÓN

- **EQUIPOS DE VIBRACIÓN. AUTOPROPULSADOS MÁSTIL TELESCÓPICO.**
 - **MAQUINARIA AUTOPROPULSADA CON MÁSTIL TELESCÓPICO.**
 - **POSIBILIDAD DE USO PARA TABLESTACAS PESADAS.**
 - **LONGITUD DE TABLESTACAS LIMITADA POR EL RECORRIDO DEL MÁSTIL.**
 - **EQUIPOS CON GRAN CAPACIDAD DE HINCADO.**



INTRODUCCIÓN

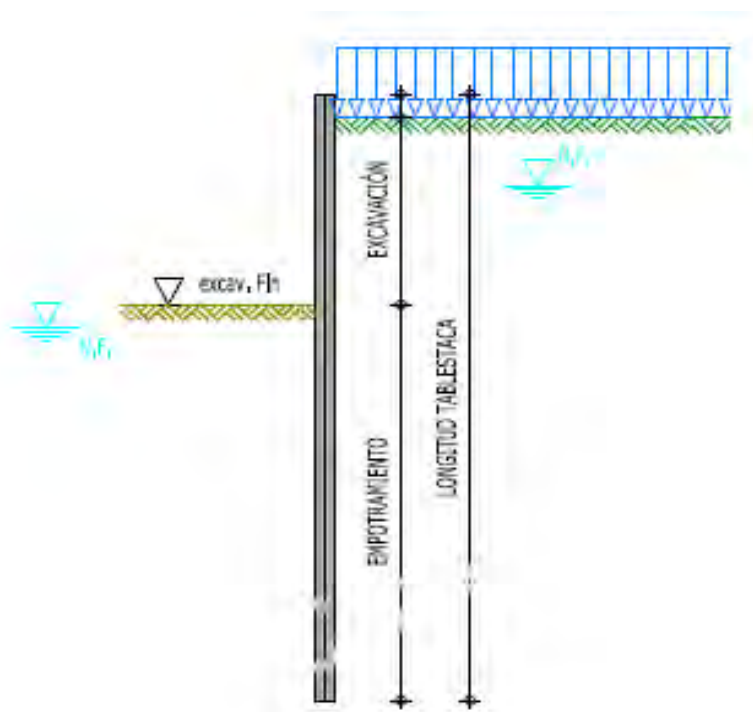
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

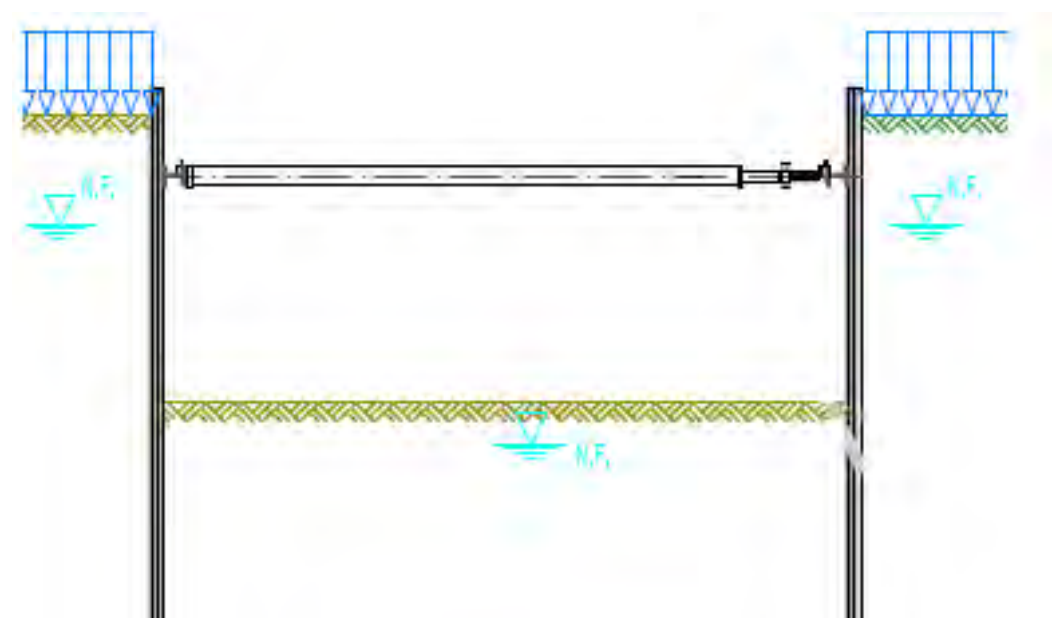
TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS. PANTALLAS ARRIOSTRADAS Y EN VOLADIZO



PANTALLAS EN VOLADIZO



PANTALLAS ARRIESTRADA CON ESTRUCTURA

INTRODUCCIÓN

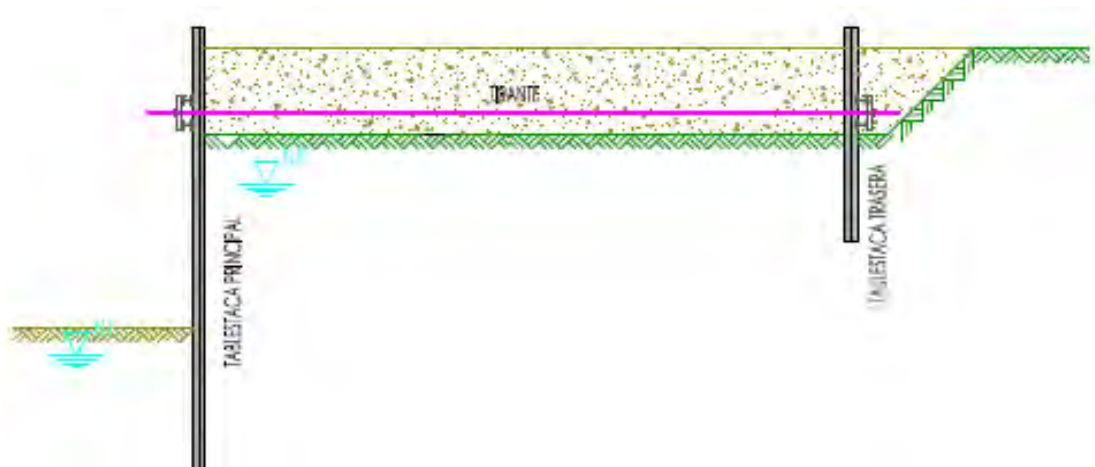
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

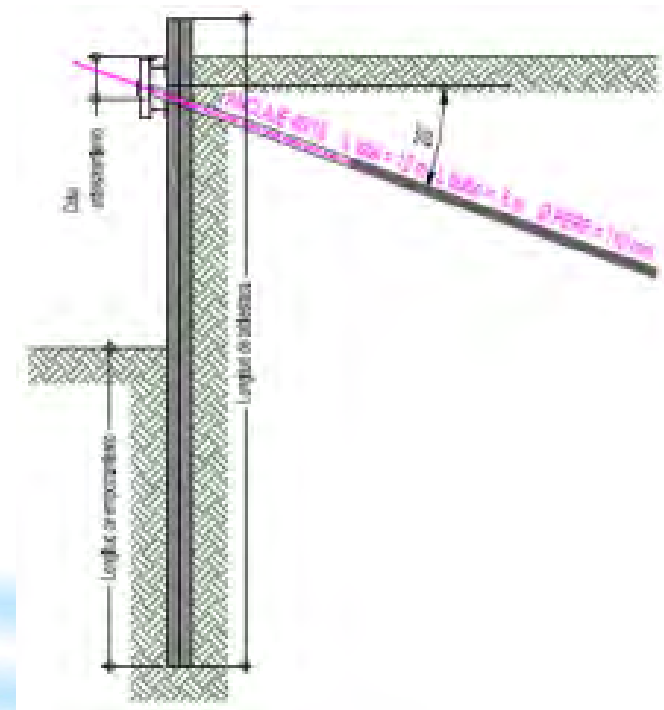
TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS. PANTALLAS ARRIOSTRADAS Y EN VOLADIZO



PANTALLAS ARRIOSTRADA CON TIRANTES



PANTALLAS ARRIOSTRADA CON ANCLAJES

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

- **PANTALLAS ARRIOSTRADAS CON ESTRUCTURA METÁLICA.**
 - **VENTAJAS: AUMENTO PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN, DEFORMACIONES CONTROLADAS, MÉTODO ECONÓMICO.**
 - **INCONVENIENTES: EJECUCIÓN EN VARIAS FASES, PRESENCIA DE OBSTÁCULOS PARA LA EXCAVACIÓN**
 - **ARRIOSTRAMIENTO CON ESTRUCTURA METÁLICA**

- **PANTALLAS AUTOPORTANTES O EN VOLADIZO:**
 - **VENTAJA: EJECUCIÓN SIMPLE, EXCAVACIÓN RÁPIDA AL ESTAR EXENTA DE OBSTÁCULOS, MÉTODO ECONÓMICO.**
 - **INCONVENIENTES: LIMITACIÓN PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN, DEFORMACIONES EN CABEZA.**

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS: PANTALLAS ARRIOSTRADAS CON TIRANTES O ANCAJES.

- **PANTALLAS ARRIOSTRADAS CON TIRANTES.**
 - **VENTAJAS: AUMENTO DE LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN, DEFORMACIONES CONTROLADAS, EXCAVACIÓN LIBRE DE OBSTÁCULOS.**
 - **INCONVENIENTES: EJECUCIÓN EN VARIAS FASES, MAYOR COSTE, CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS.**
- **PANTALLAS CON ANCLAJES**
 - **VENTAJAS: AUMENTO DE LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN, DEFORMACIONES CONTROLADAS, EXCAVACIÓN LIBRE DE OBSTÁCULOS.**
 - **INCONVENIENTES: EJECUCIÓN EN VARIAS FASES, ALTO COSTE RESPECTO AL RESTO DE SISTEMAS.**

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

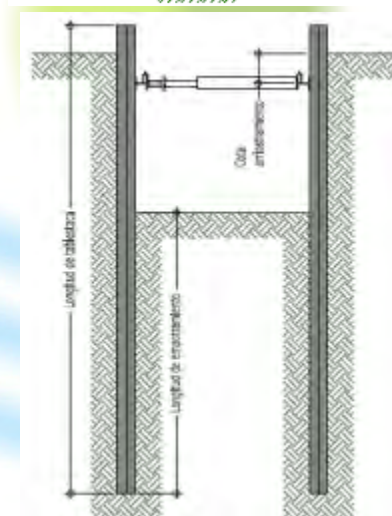
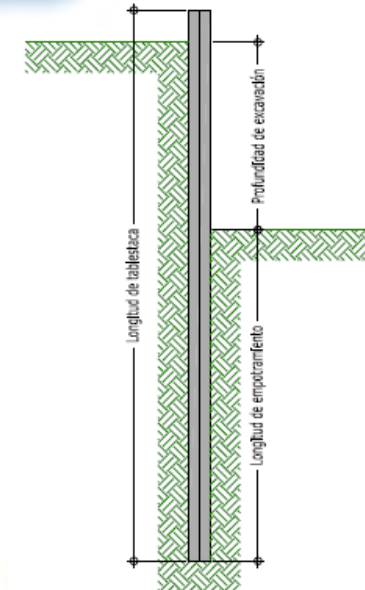
FASES CONSTRUCTIVAS PARA UNA PANTALLA DE TABLESTACAS.

➤ PANTALLAS EN VOLADIZO:

- HINCA DE TABLESTACAS.
- EXCAVACIÓN.
- EXTRACCIÓN DE TABLESTACAS.

➤ PANTALLAS ARRIOSTRADAS:

- HINCA DE TABLESTACAS.
- PREEXCAVACIÓN HASTA 50 cm POR DEBAJO DE LA COTA DE ARRIOSTRAMIENTO.
- MONTAJE DE ARRIOSTRAMIENTO.
- EXCAVACIÓN.
- EXTRACCIÓN DE TABLESTACAS.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS. PANTALLAS ARRIOSTRADAS Y EN VOLADIZO



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS. PANTALLAS ARRIOSTRADAS CON TIRANTES Y ANCLAJES



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

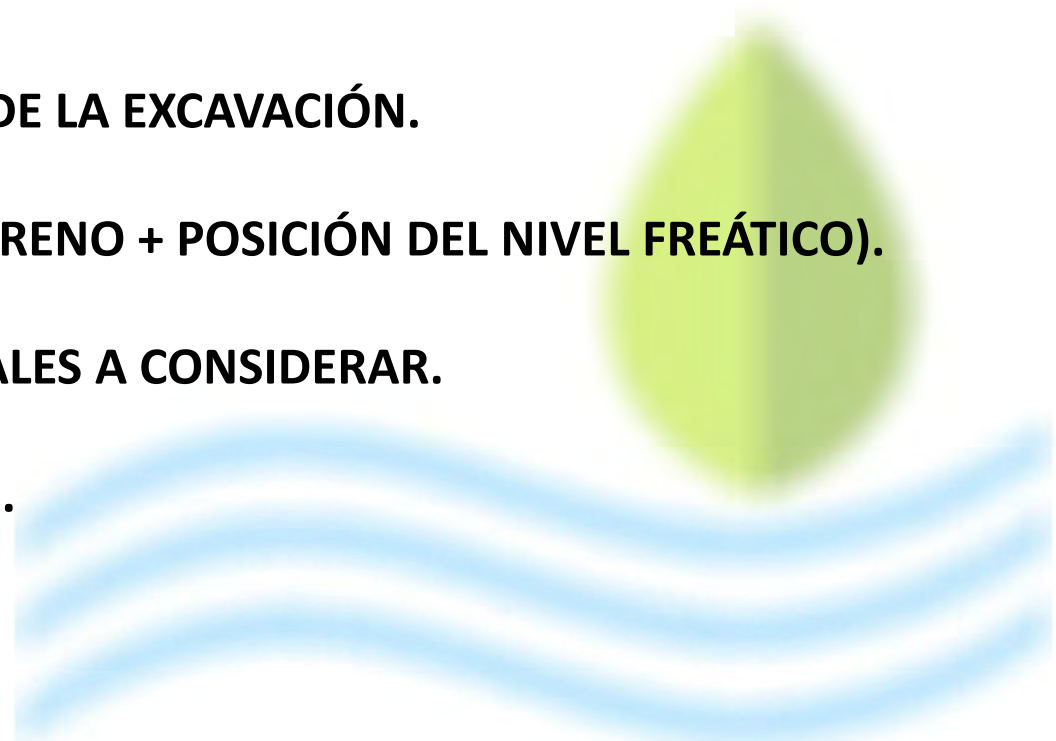
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS.

- **DATOS DE PARTIDA PARA EL CÁLCULO.**
 - **PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACIÓN A REALIZAR.**
 - **GEOMETRÍA EN PLANTA DE LA EXCAVACIÓN.**
 - **PERFIL GEOTÉCNICO (TERRENO + POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO).**
 - **SOBRECARGAS ADICIONALES A CONSIDERAR.**
 - **ELEMENTOS A PROTEGER.**



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

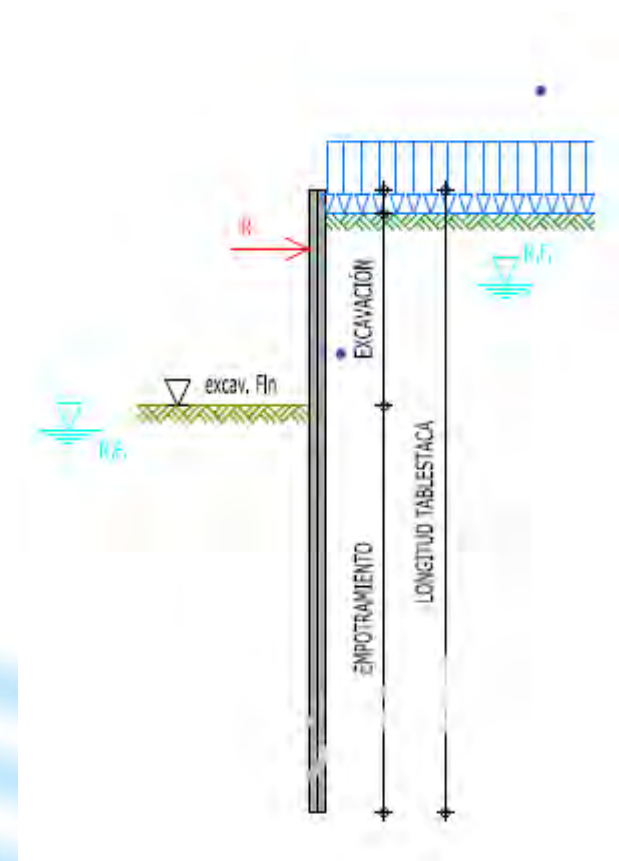
TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS.

➤ OBJETIVOS DEL DISEÑO.

- DEFINIR EMPOTRAMIENTO (LONGITUD).
- ESFUERZOS SOBRE LA PANTALLA (SECCIÓN Y TIPO DE ACERO).
- REACCIÓN EN LOS APOYOS (DISEÑO DEL SISTEMA DE ARRIOSTRAMIENTOS).
- DESPLAZAMIENTOS (DEFORMACIONES Y ASIENTOS).



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

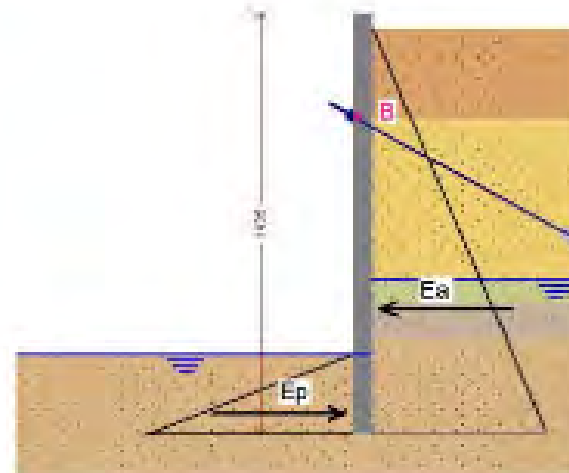
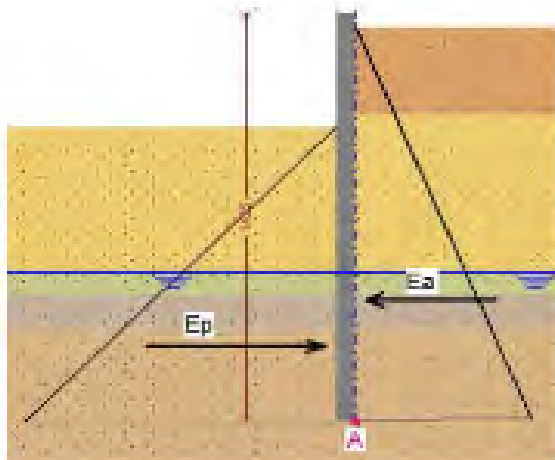
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS. COMPROBACIONES

- **COMPROBACION ESTRUCTURAL DE LAS TABLESTCAS**
 - Comprobación a flexión, cortante
- **COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL EQUILIBRIO GLOBAL.**
 - Relación empuje pasivo en intradós/momento activo en trasdós $>1,5$



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS.

➤ ESTABILIDAD DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN: SIFONAMIENTO.

➤ FACTORES A TENER EN CUENTA:

➤ TIPO DE TERRENO

➤ LONGITUD DEL EMPOTRAMIENTO.

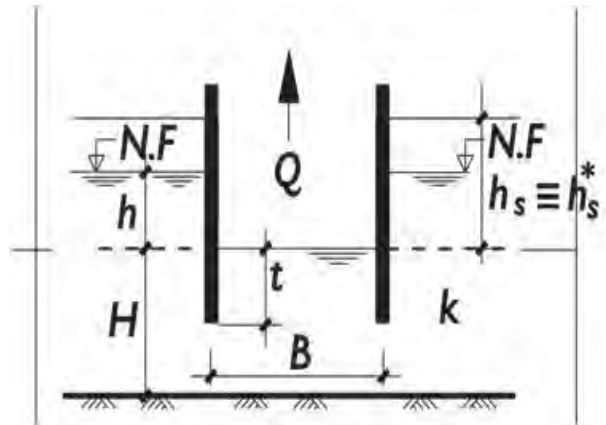
➤ COLUMNA DE AGUA.

➤ SISTEMA DE AGOTAMIENTO DE AGUA.



CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS. COMPROBACIONES

➤ COMPROBACIÓN SIFONAMIENTO



➤ Se debe cumplir $CS > 2/1,5$, donde $C.S. = \frac{\gamma'}{i_r \cdot \gamma_w}$

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$

i_r viene dado por la expresión:

$$i_r = \frac{\Delta u}{\gamma_w \cdot t}$$

Δu viene dado por la expresión.....

Donde..... $h_s^* = h_s \cdot \frac{k_2}{k_1}$ cuando $h > h_s$

$h_s^* = h \cdot \frac{k_2}{k_1}$ cuando $h < h_s$

$$\Delta u = \frac{\gamma_w \cdot h}{1 + \sqrt[3]{\left(1 + \frac{h_s^*}{t}\right)}} \quad \text{para } B > t$$

$$\Delta u = \gamma_w \cdot h \quad \text{para } B < 0.2 \cdot t$$

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

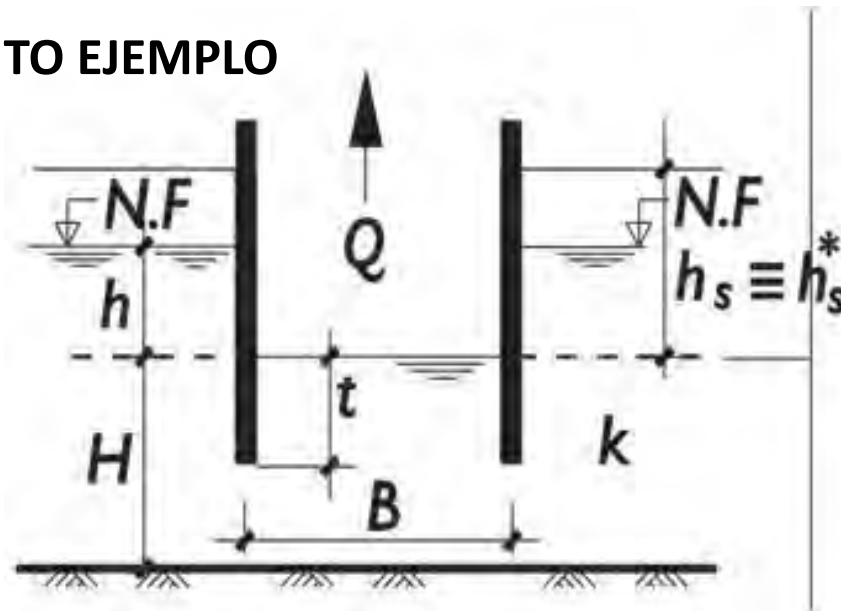
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS. COMPROBACIONES

➤ COMPROBACIÓN SIFONAMIENTO EJEMPLO



Excavación $h_s = 6$ m

Nivel freático $h = 6$ m

Empotramiento $t = 6$ m

$\gamma_{sat} = 20$ kN/m³

Permeabilidad parte superior $k_1 = 0,01$ m/s

Permeabilidad parte inferior $k_2 = 0,0001$ m/s

Separación entre pantallas $B = 15$ m

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CÁLCULO Y DISEÑO DE TABLESTACADOS. COMPROBACIONES

➤ COMPROBACIÓN SIFONAMIENTO RESULTADO

$$h_s^* = h_s \cdot \frac{k_2}{k_1} = 6 \cdot \frac{0.0001}{0.01} = 0.06 \text{ m}$$

$$\Delta u = \frac{\gamma_w \cdot h}{1 + \sqrt[3]{\left(1 + \frac{h_s^*}{t}\right)}} = \frac{10 \cdot 6}{1 + \sqrt[3]{\left(1 + \frac{0.06}{6}\right)}} = 29.95 \text{ kPa}$$

$$i_r = \frac{\Delta u}{\gamma_w \cdot t} = \frac{29.95}{10 \cdot 6} = 0.499$$

$$C.S. = \frac{\gamma'}{i_r \cdot \gamma_w} = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{i_r \cdot \gamma_w} = \frac{20 - 10}{0.499 \cdot 10} = 2$$

INTRODUCCIÓN

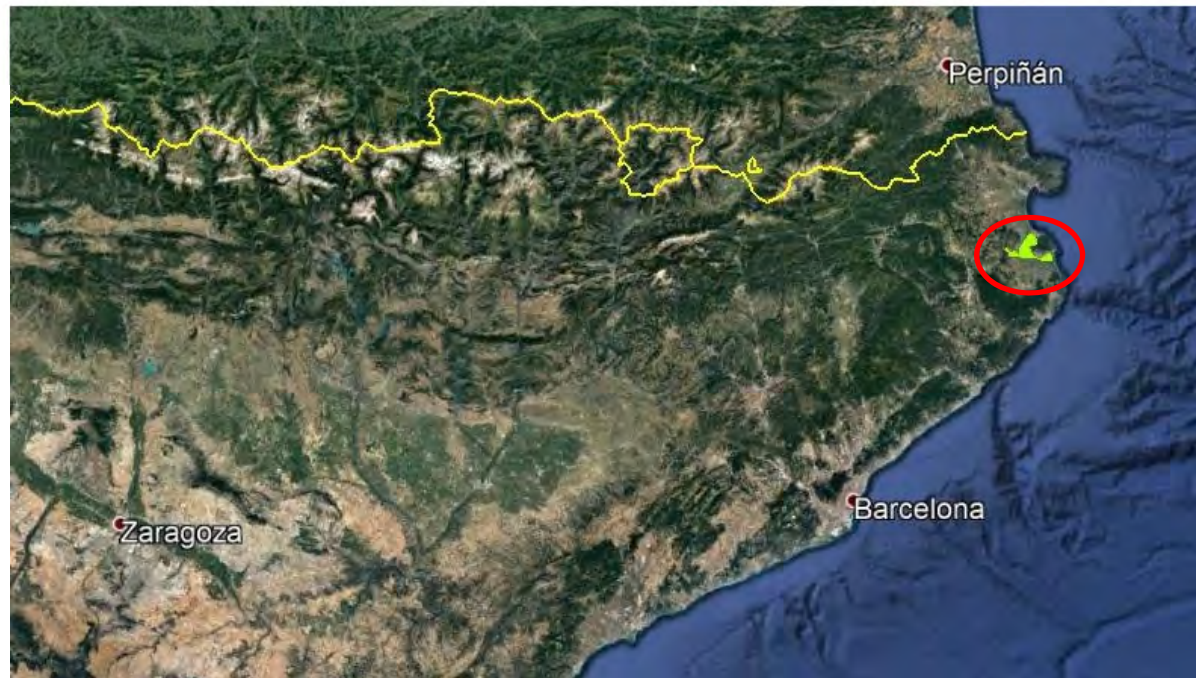
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO 4: PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL REC DE MOLÍ DE PALS. FASES I Y II.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO: PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL REC DE MOLÍ DE PALS. FASES I Y II.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO: PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL REC DE MOLÍ DE PALS. FASES I Y II.

GENERALIDADES DEL PROYECTO:

- **SUPERFICIE REGABLE 2.961 HA (662 propietarios)**
- **CULTIVOS: Forrajes (47%), maíz (6%), manzano (15%), peral (5%), melocotonero (5%), arroz (22%)**
- **OBJETIVO: Construcción de tubería de transporte en trazado paralelo al Rec del Molí de Pals (12,7 km de tubería PE)**
- **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN: 14.732.357,75 € (IVA no incluido)**
- **EMPRESA CONSTRUCTORA: TRAGSA**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO: PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL REC DE MOLÍ DE PALS. FASES I Y II.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



☞ • **CAUDAL DE DISEÑO** → Inicio: 3 m³/s → Final: 0,50 m³/s

☞ • **TUBERÍA INSTALADA:** PE DN 2.000/1.400 mm

☞ • **PARTICULARIDADES:**

PLUVIOMETRÍA 700-900 mm (Abr-May/ Sep-Dic)

CULTIVOS: ALFALFA, ARROZ, FRUTALES

ACTUACIÓN en ZONA INUNDABLE del RÍO TER

INFLUENCIA ACUÍFERO DEL BAIX TER

ZONA DE ARROZALES

CONDICIONANTES AMBIENTALES (DIA)

INTRODUCCIÓN

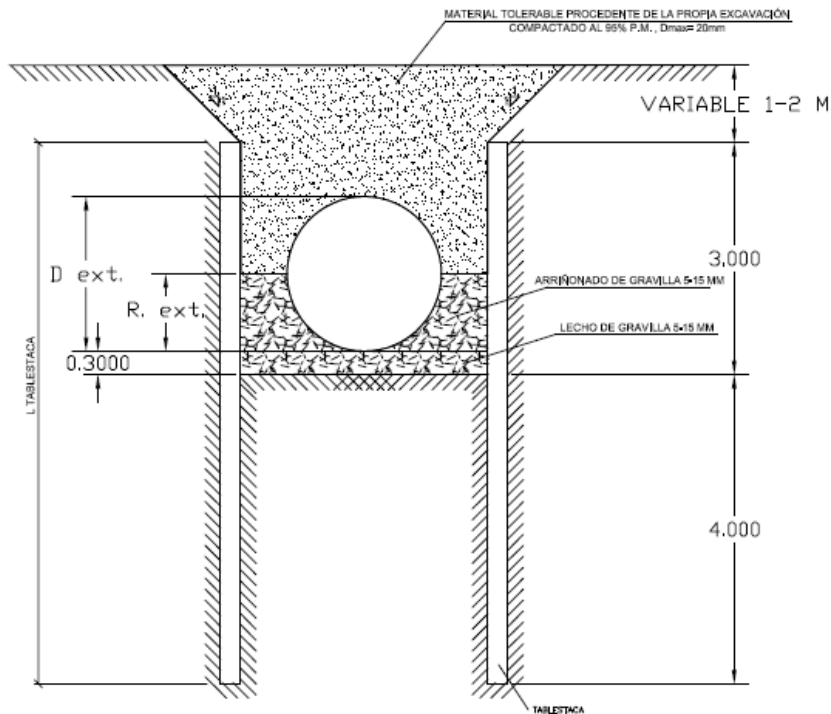
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

ZANJA PROYECTO. SECCIÓN TIPO.



- ANCHOS BASE SUPERIOR ZANJA: 7-10 m.
- VOLÚMEN EXCAVACIÓN : 30 m³/m
- CAMA MATERIAL GRANULAR, 4 m³/m
- RELLENO MATERIAL GRANULAR ARRIÑONAR.
- RESTITUCIÓN CON TIERRA VEGETAL.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

RESÚMEN FOTOGRÁFICO.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

2010												2011												2012																			
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC								
TRABAJOS PREVIOS				TUBERÍA	TRABAJOS MENORES, CAMPAÑA DE RIEGO					COMIENZO TRABAJOS. TABLESTACAS RETRO					HINCA	Ejecución PANTALLAS TABLESTACAS. DOBLE TURNO.					TRABAJOS MENORES, CAMPAÑA DE RIEGO				TOMAS DE PARCELA				Ejecución ARQUETA CAPTACION				RAMALES SECUNDARIOS				SEGUIIMIENTO CAMPAÑA DE RIEGO. TRABAJOS MEDIOAMBIENTALES					FINAL	RECEPCIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

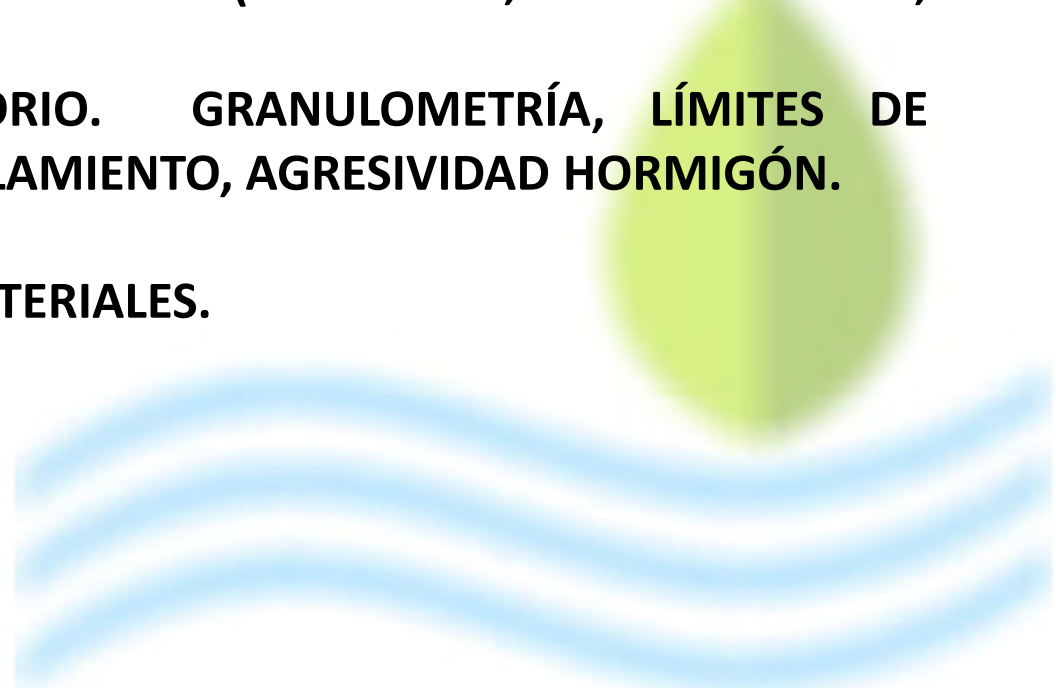
TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

ESTUDIO GEOTÉCNICO TRAZADO CONDUCCION PRINCIPAL.

- **RECONOCIMIENTO DEL TERRENO:**
 - **SONDEOS. 4 SONDEOS DE 12 M. DE PROFUNDIDAD**
 - **ENSAYOS IN SITU. 15 SPT, 2 DPSH.**
 - **MUESTRAS DEL TERRENO (ALTERADAS, INALTERADAS, PARAFINADAS)**
 - **ENSAYOS DE LABORATORIO. GRANULOMETRÍA, LÍMITES DE ATTERBERG, PRESIÓN INFLAMIENTO, AGRESIVIDAD HORMIGÓN.**

- **CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES.**



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

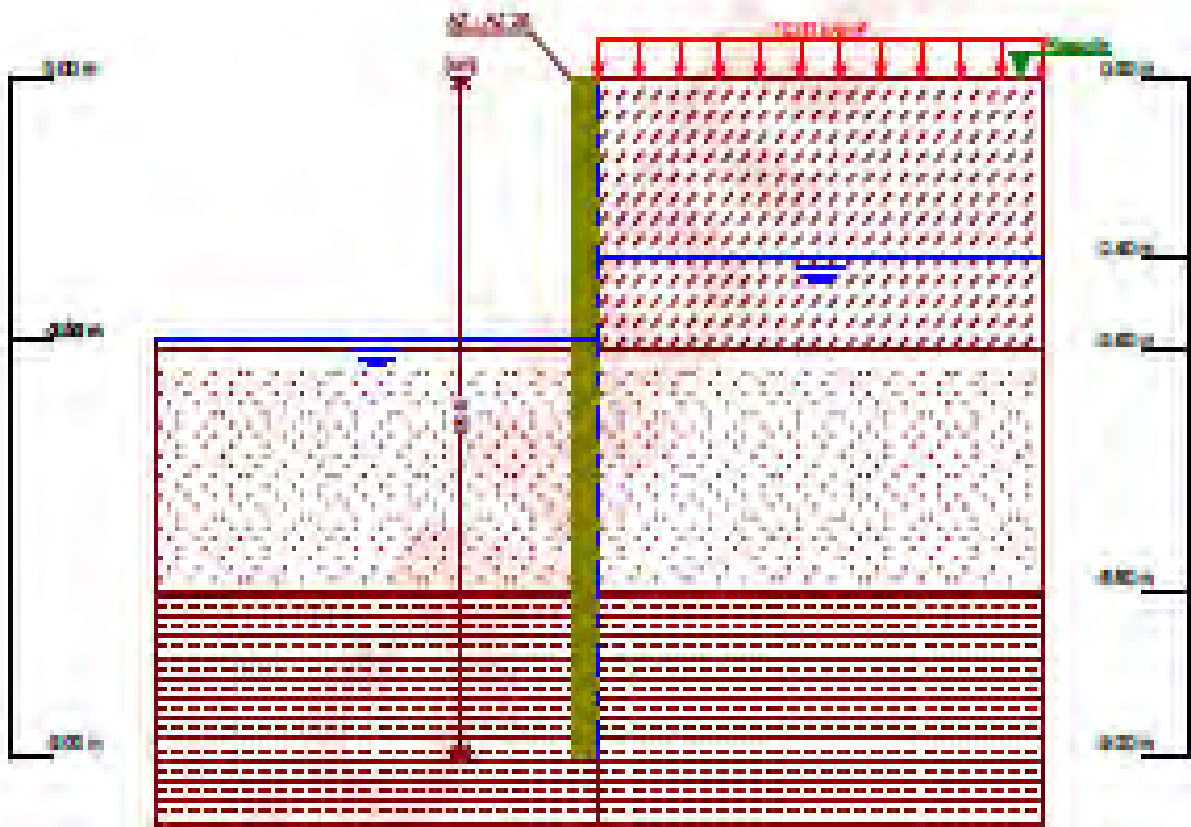
CÁLCULO DIMENSIONES DE LA TABLESTACA. SECCIÓN PROPUESTA.

Nombre Obra: BAZO EMPORDA Fecha: 02/09/10
 AZ-26 de 9.00m Exc. max. 3.50m *VOLADIZO*

Selección de listados

INDICE

1.- NORMA Y MATERIALES.....	2
2.- ACCIONES.....	2
3.- DATOS GENERALES.....	2
4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO.....	2
6.- GEOMETRÍA.....	3
7.- COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA.....	3
8.- ESQUEMA DE LAS FASES.....	4
9.- CARGAS.....	4
10.- RESULTADOS DE LAS FASES.....	5
11.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD).....	5
12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO).....	5



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

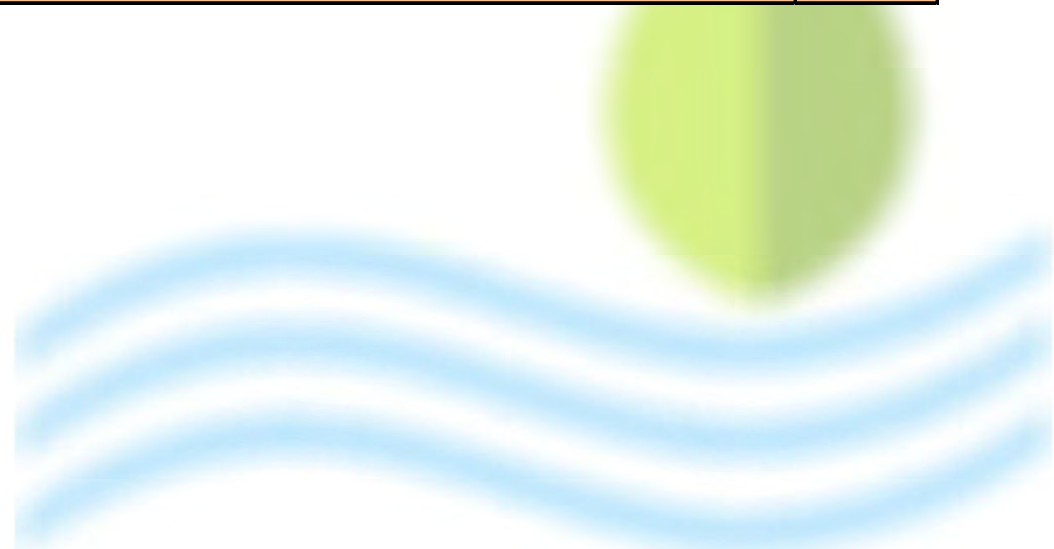
TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

DATOS DE INTERÉS.

➤ **COSTE:**

Ud	Clavado y extracción de tablestacas recuperables de 7m de altura	PEM
m ²	Clavado y extracción de tablestacas recuperables, de acero de calidad de S355GP, con una alzada total de tablestacas de 7 m, en terreno de arenas y o/arcillas, incluido el transporte en camiones hasta la obra y el regreso a fábrica, así como toda la maquinaria, personal y materiales auxiliares para su clavado y extracción.	18,63



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA. TUBOS.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA. TABLESTACAS.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA. HINCADO DE TABLESTACAS.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA. EXCAVACIÓN ZANJA.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

RASANTEO DE ZANJA Y SOLDADURA TUBERÍA.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

AGOTAMIENTO DE ZANJA Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

ARRIÑONADO DE TUBERÍA EN ZANJA Y TAPADO.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

EXTRACCIÓN DE TABLESTACAS.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS

- CAJONES INDIOS
- MICROPILOTES.
- MEZCLA DE MATERIALES. CASO PRÁCTICO 5



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

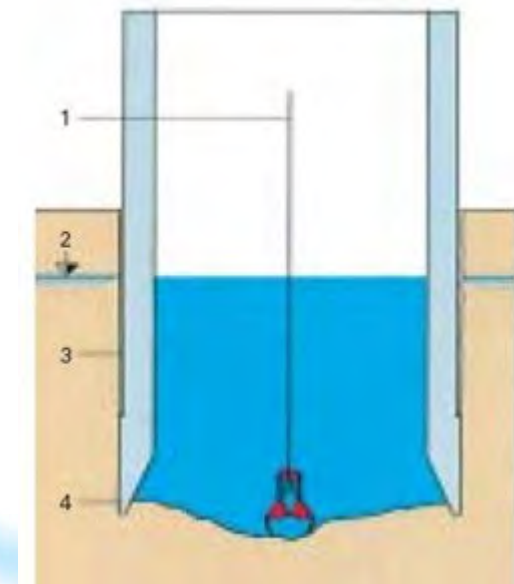
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. CAJONES INDIOS.

- **APLICACIÓN: CONSTRUCCIÓN ARQUETAS CUADRADAS O CIRCULARES EN TERRENOS BLANDOS Y SATURADOS DE AGUA.**
- **SE EJECUTA EN BASE DE CAJONES ABIERTOS POR ARRIBA Y SIN FONDO, CON SU BORDE INFERIOR BISELADO.**
- **EL CAJÓN SE FABRICA TOTAL O PARCIALMENTE EN SU ALTURA TOTAL A NIVEL DEL SUELO.**
- **SE HINCA EN EL TERRENO POR SU PROPIO PESO A MEDIDA QUE SE VA EXCAVANDO. EMPLEO OCASIONAL DE LASTRES.**



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. CAJONES INDIOS.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. MICROPILOTES.

- **ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN PROFUNDA CIRCULARES Y CON DIAMETRO HASTA 350 mm.**
- **ALTA CAPACIDAD PORTANTE A COMPRESIÓN, TRANSMITEN CARGAS AL TERRENO EN PROFUNDIDAD.**
- **PUEDEN DISEÑARSE A FLEXIÓN, CORTANTE E INCLUSO TRACCIÓN.**
- **PERFORADOS EN TERRENO, ARMADO CON TUBERIA DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA E INYECTADOS CON LECHADA O MORTERO.**
- **GRAN VERSATILIDAD, SOBRETUDO PARA ESPACIOS REDUCIDOS DONDE NO PUEDE ACCEDER MAQUINARIA PESADA.**
- **MUY EMPLEADOS PARA MEJORA DE TERRENOS, RECALCES ETC.**

INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. MICROPILOTES.

EMBALSE SAUVELLA. CUENCO AMORTIGUADOR DESAGÜE DE FONDO



INTRODUCCIÓN

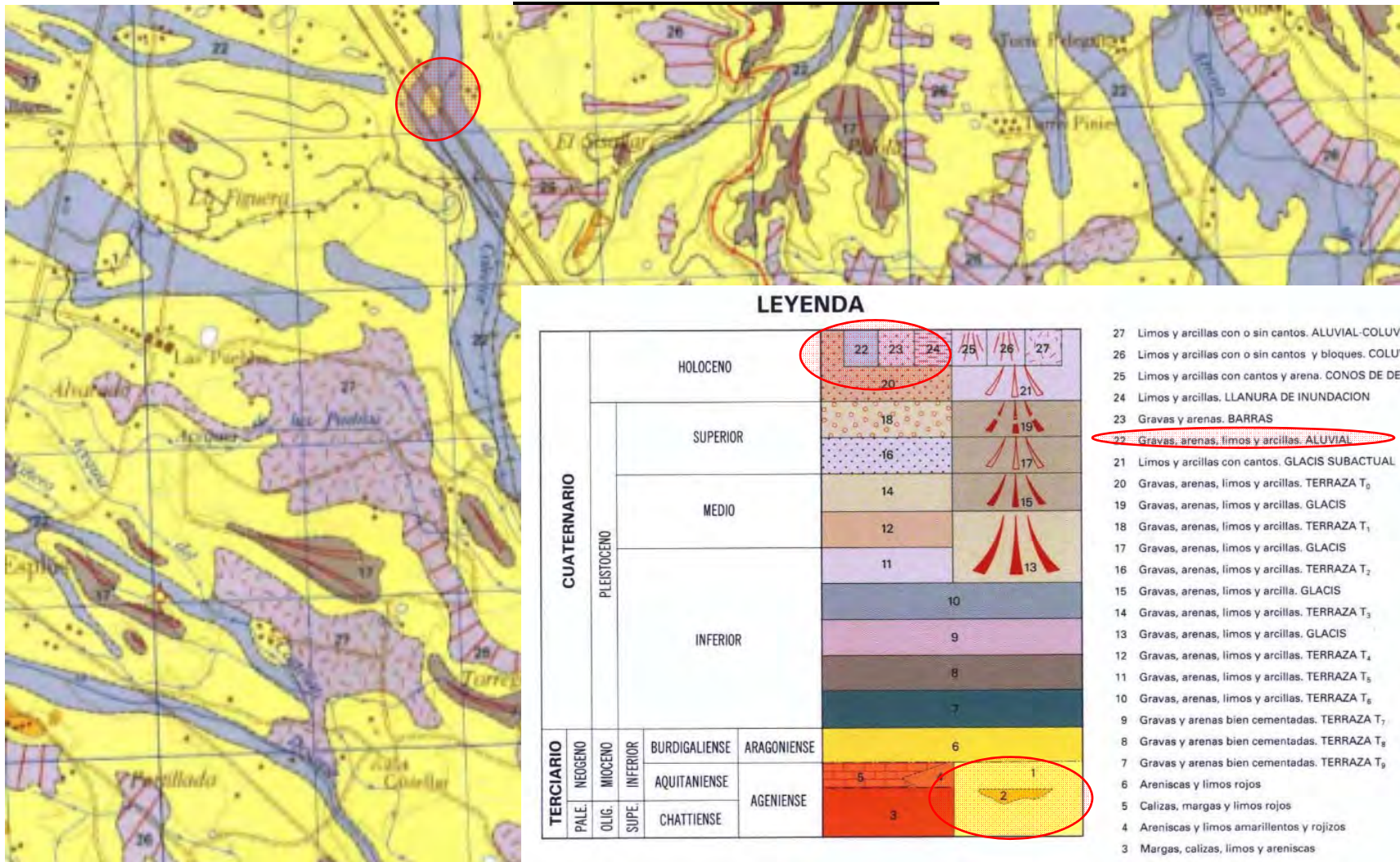
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

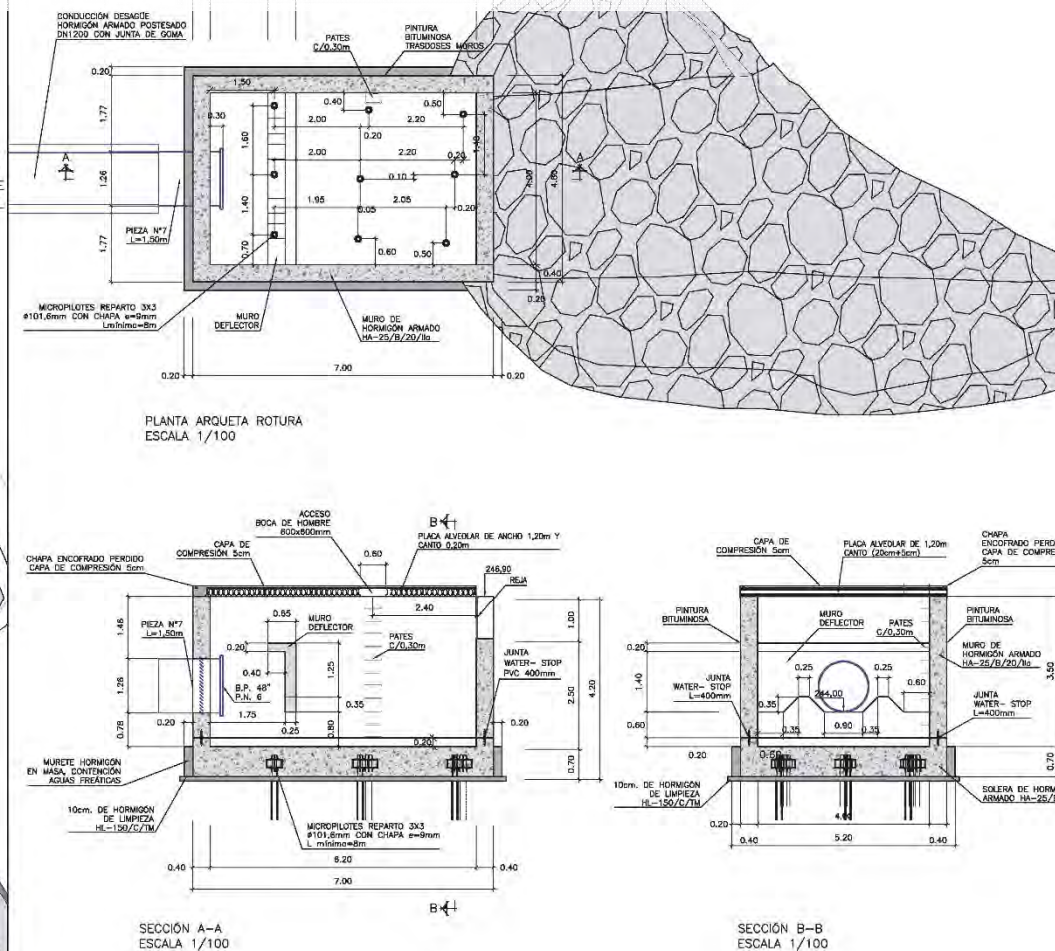
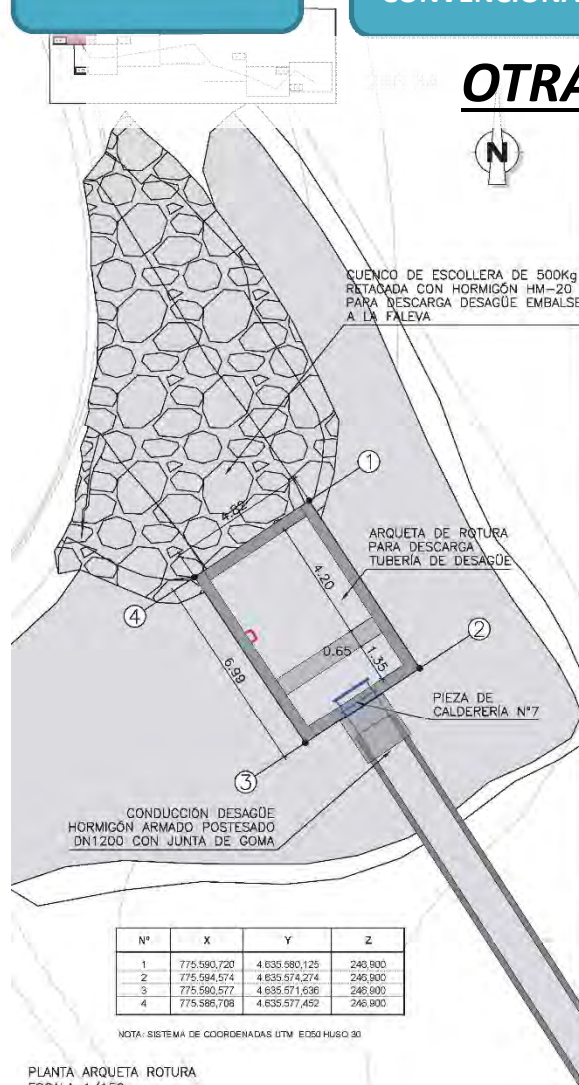
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. MICROPILOTES



INTRODUCCIÓN

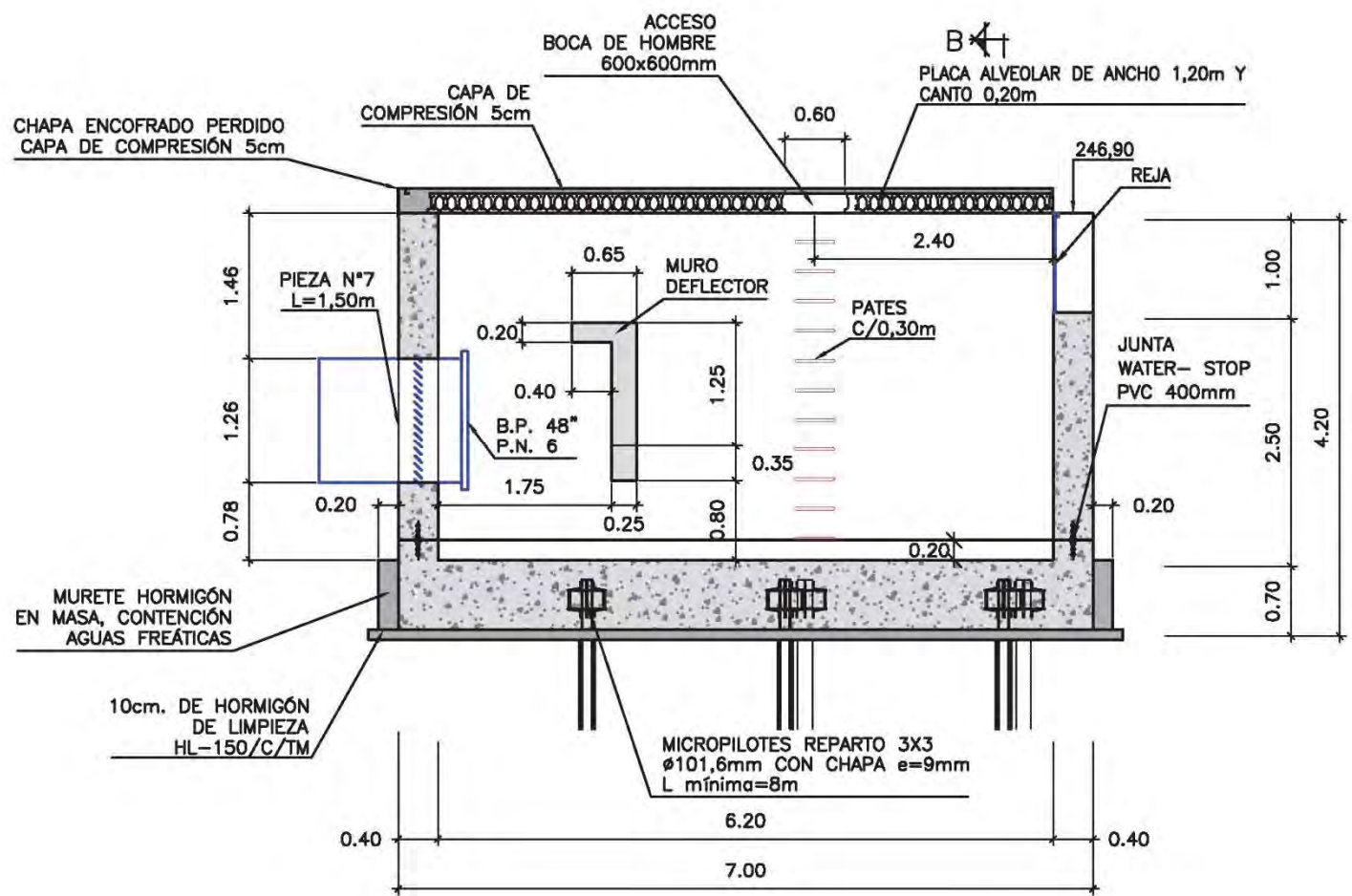
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. MICROPILOTES



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. MICROPILOTES.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

OTRAS TÉCNICAS. MICROPILOTES



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

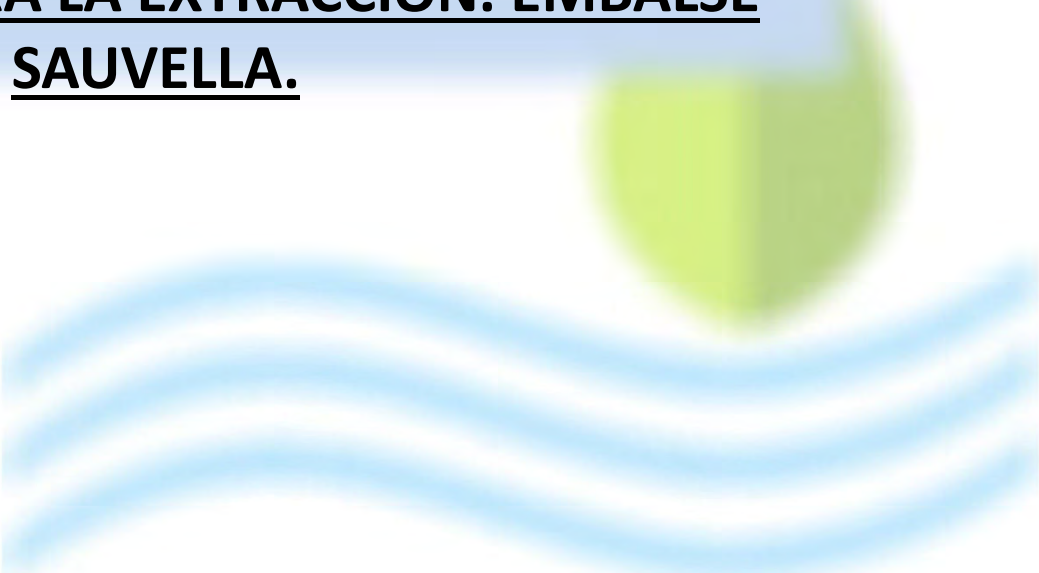
WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CASO PRÁCTICO 5: CR EL PUNTAL

EXCAVACIÓN TERRENOS CONSISTENCIA FLUIDA EN CIMENTACIÓN DIQUE. UTILIZACIÓN MEZCLA DE MATERIALES PARA LA EXTRACCIÓN. EMBALSE SAUVELLA.



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

LOCALIZACIÓN



INTRODUCCIÓN

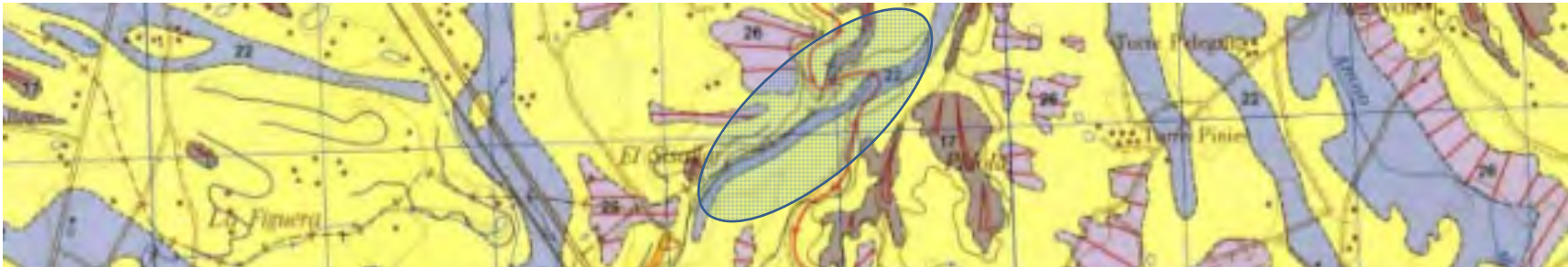
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA



LEYENDA

TERCIARIO	CUATERNARIO		PLEISTOCENO		Diagrama			
	PALEOGENO	NEOGENO	HOLOCENO	PLIOCENO				
			22	23	24	25	26	27
					20		21	
					18		19	
					16		17	
					14		15	
					12			
					11		13	
						10		
						9		
						8		
						7		
						6		
						5		1
						3		2

- 27 Limos y arcillas con o sin cantos. ALUVIAL-COLUVIAL
- 26 Limos y arcillas con o sin cantos y bloques. COLUVIONES
- 25 Limos y arcillas con cantos y arena. CONOS DE DEYECCION
- 24 Limos y arcillas. LLANURA DE INUNDACION
- 23 Gravas y arenas. BARRAS
- 22 Gravas, arenas, limos y arcillas. ALUVIAL
- 21 Limos y arcillas con cantos. GLACIS SUBACTUAL
- 20 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₀
- 19 Gravas, arenas, limos y arcillas. GLACIS
- 18 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₁
- 17 Gravas, arenas, limos y arcillas. GLACIS
- 16 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₂
- 15 Gravas, arenas, limos y arcilla. GLACIS
- 14 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₃
- 13 Gravas, arenas, limos y arcillas. GLACIS
- 12 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₄
- 11 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₅
- 10 Gravas, arenas, limos y arcillas. TERRAZA T₆
- 9 Gravas y arenas bien cementadas. TERRAZA T₇
- 8 Gravas y arenas bien cementadas. TERRAZA T₈
- 7 Gravas y arenas bien cementadas. TERRAZA T₉
- 6 Areniscas y limos rojos
- 5 Calizas, margas y limos rojos
- 4 Areniscas y limos amarillentos y rojizos
- 3 Margas, calizas, limos y areniscas

INTRODUCCIÓN

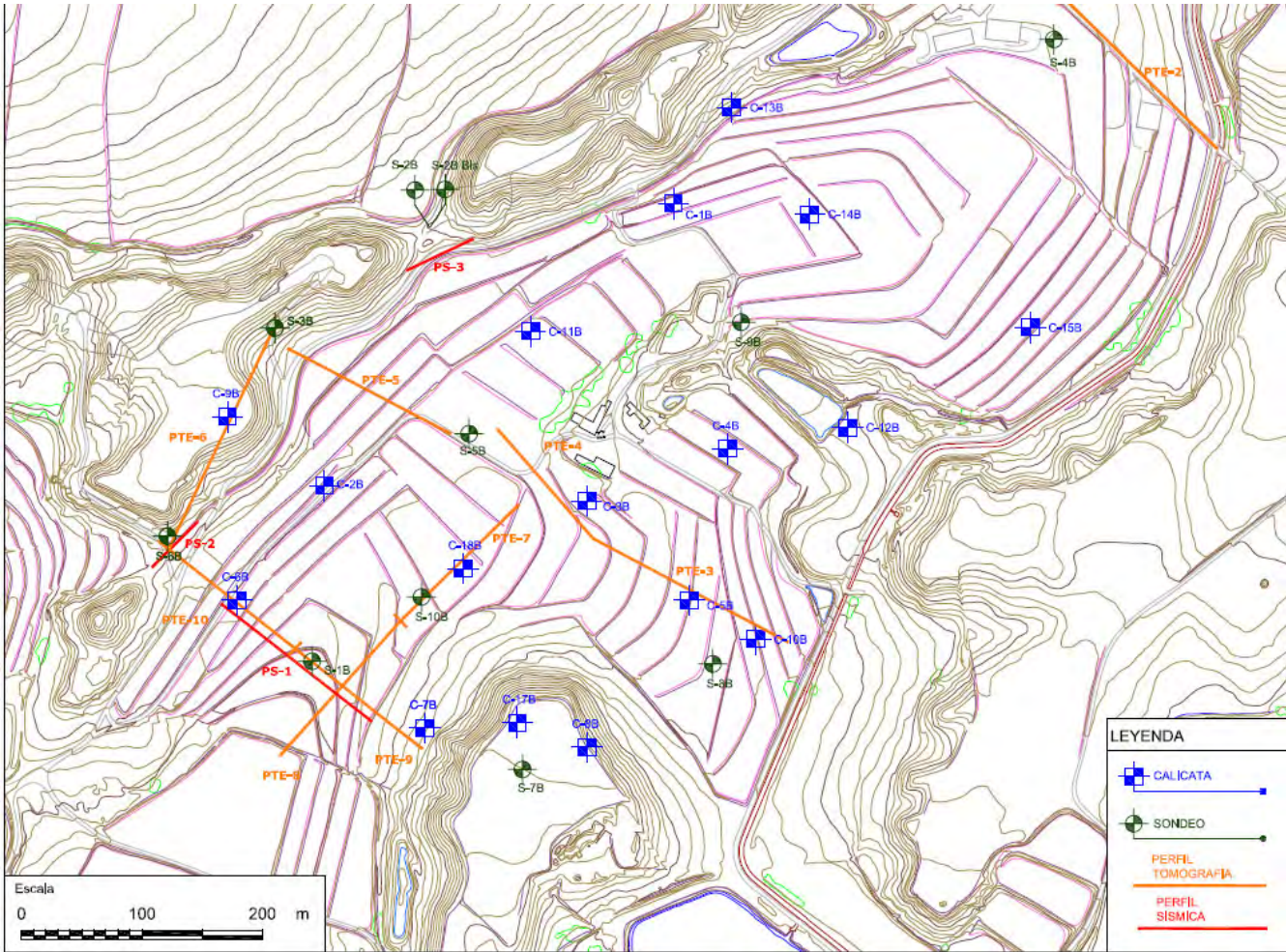
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECCIÓN TIPO – ESTUDIO GEOTÉCNICO



INTRODUCCIÓN

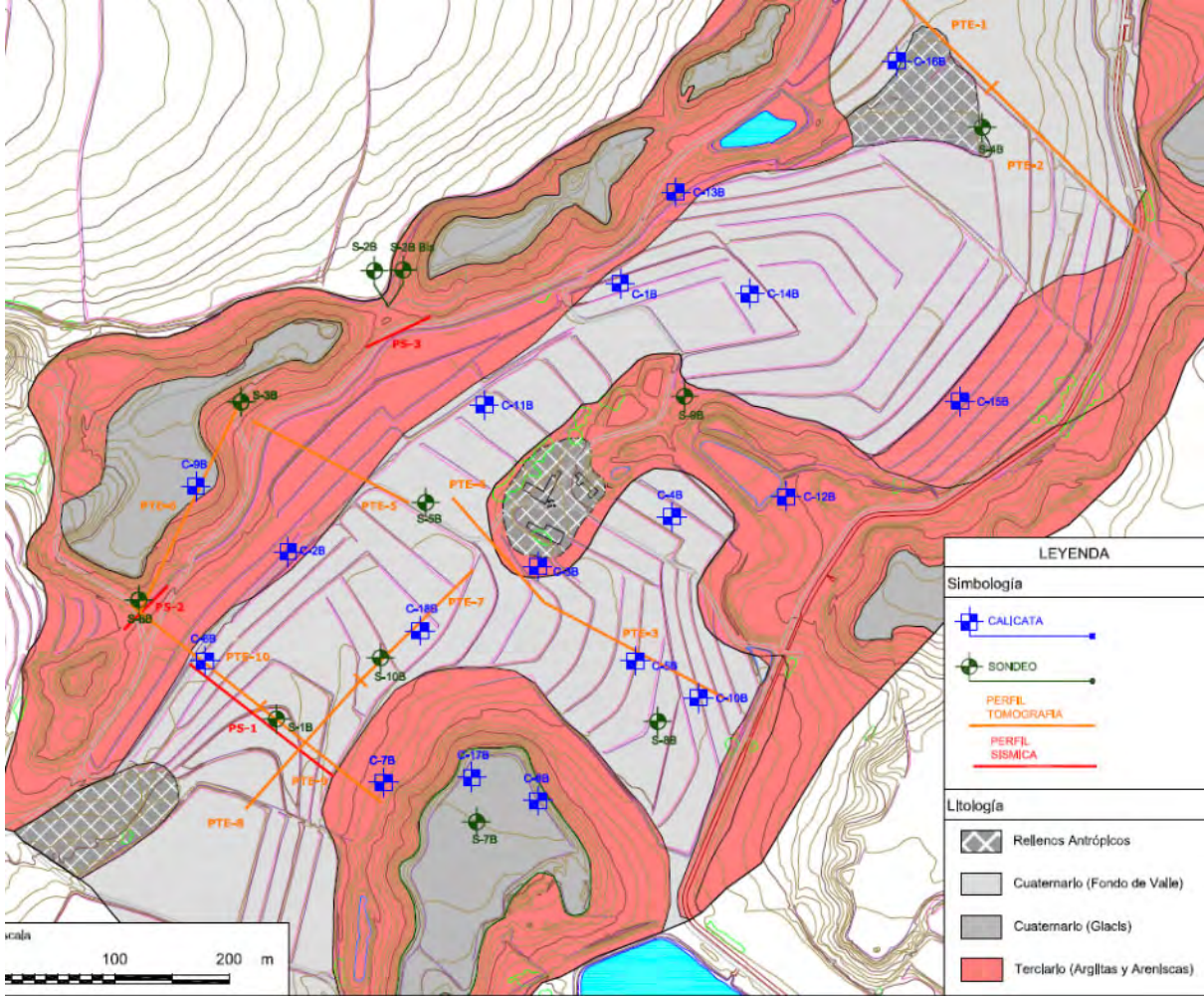
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECCIÓN TIPO – ESTUDIO GEOTÉCNICO



INTRODUCCIÓN

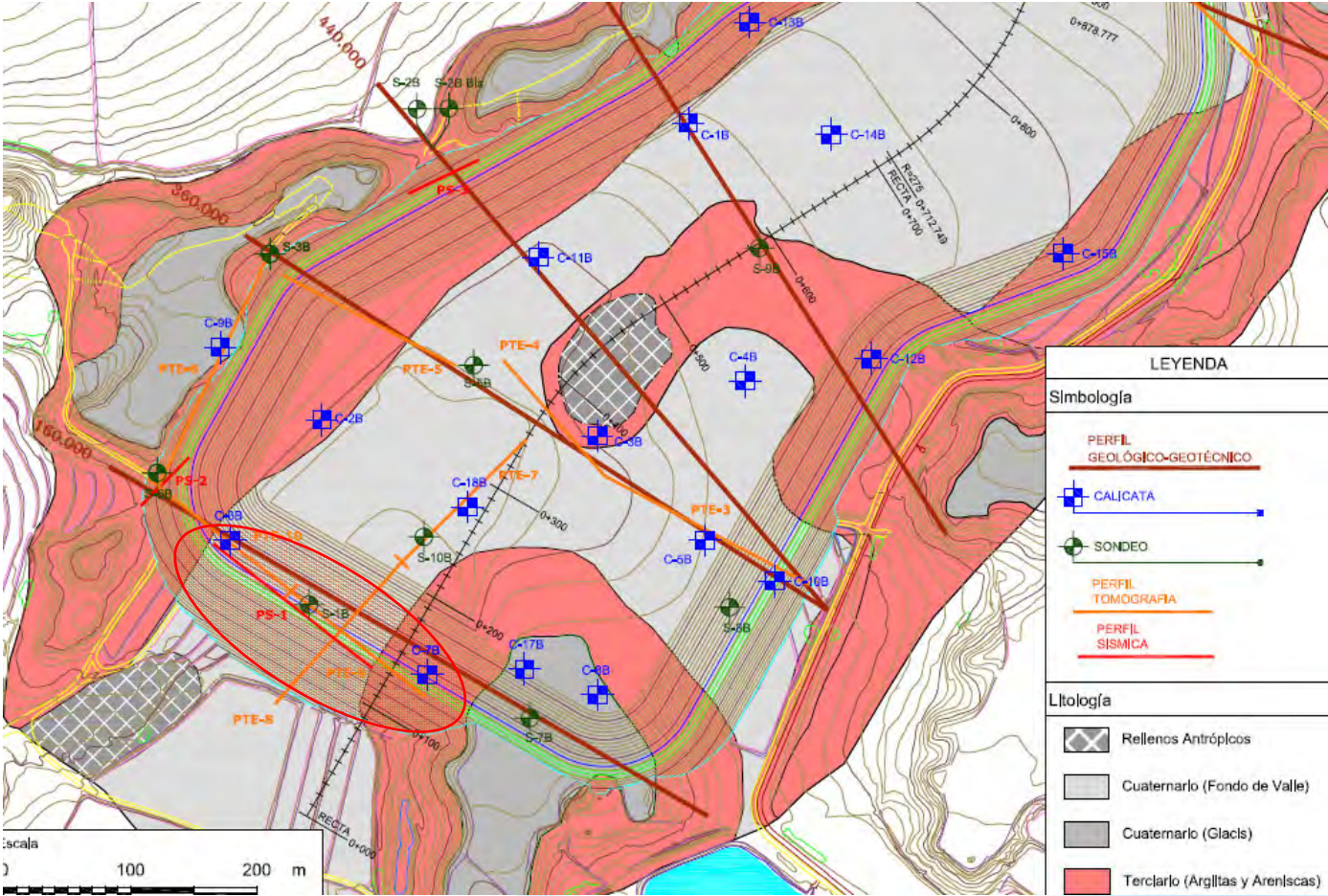
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECCIÓN TIPO – ESTUDIO GEOTÉCNICO



INTRODUCCIÓN

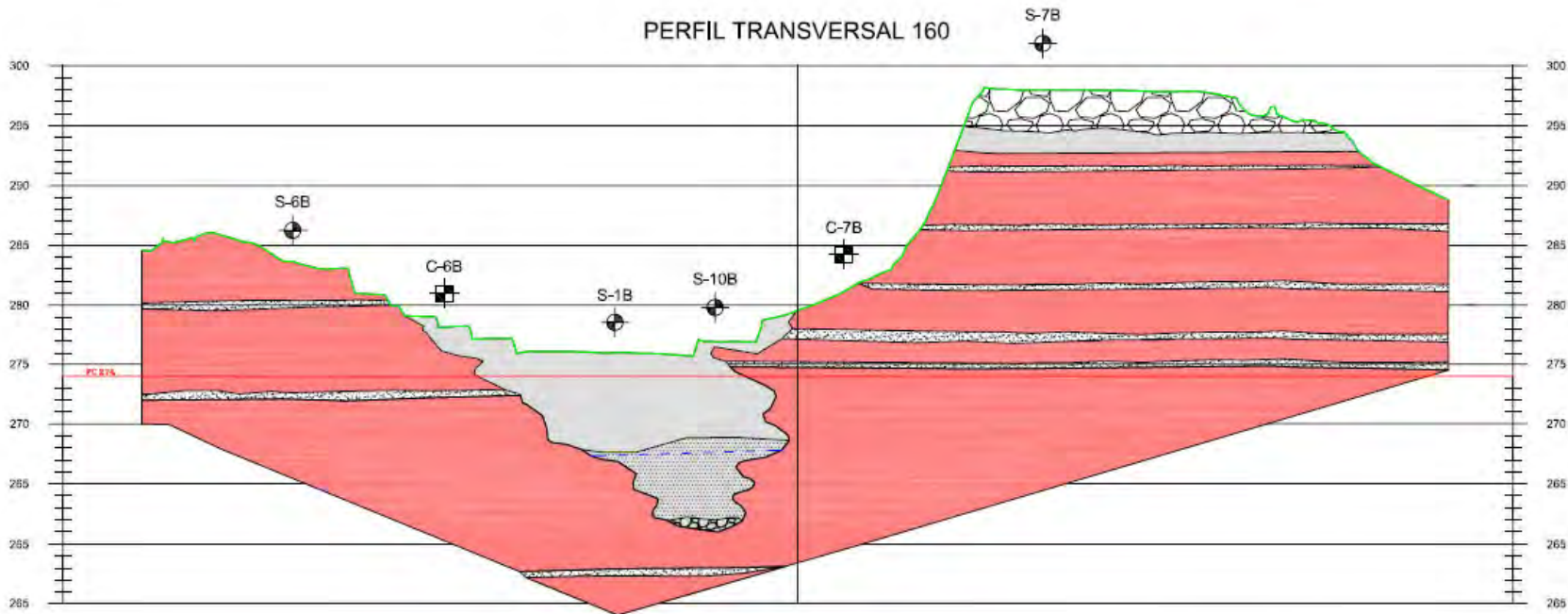
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECCIÓN TIPO – ESTUDIO GEOTÉCNICO



LEYENDA		SIMBOLOGÍA	
Cuaternario	Terciario	CALICATA	NIVEL FREÁTICO
Limo y arcilla	Argilla	SONDEO	CONTACTO SUPUESTO
Limo y arena	Arenisca		
Arena y grava			

INTRODUCCIÓN

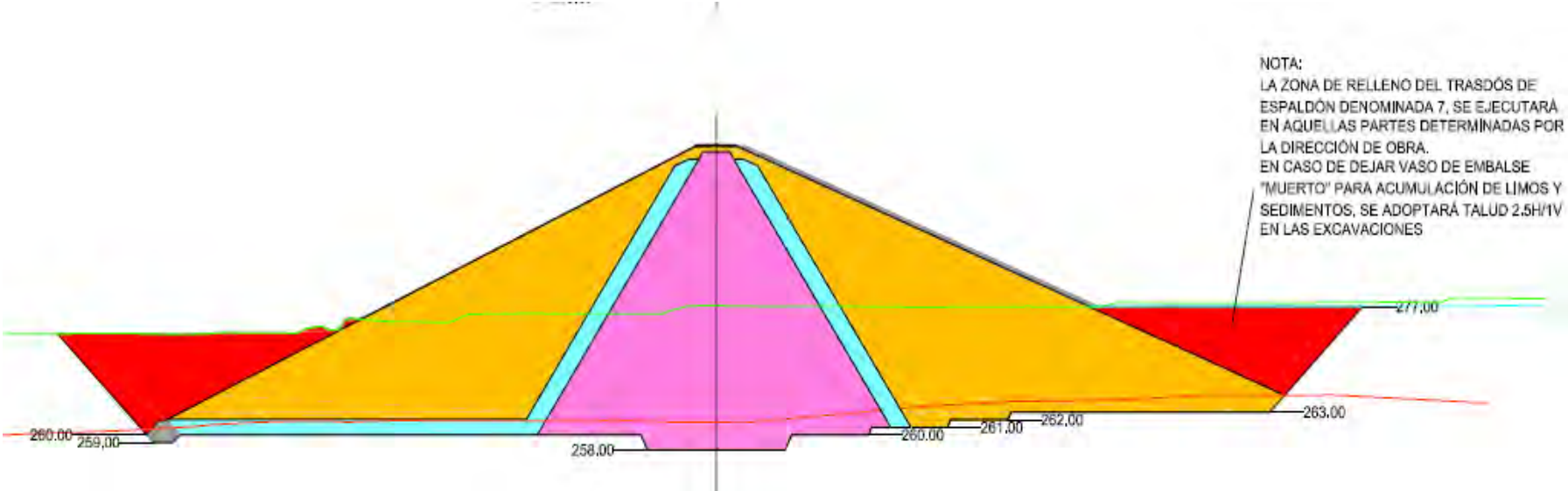
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECCIÓN TIPO



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

COSTES EXCAVACIÓN

- DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA:
 - Sobreprecio en excavación de terrenos saturados de consistencia fluida. Incluye excavación, agotamiento de niveles freáticos, transporte y extendido en acopio intermedio para desecación y reutilización del material para formación de núcleo impermeable, también incluye canon de vertido.
 - Precio 3,15 €/m³
- SE MIDE CON TOPOGRAFÍA.
 - SE ACUERDA LA COTA A PARTIR DE LA CUAL SE APLICA EL PRECIO.

INTRODUCCIÓN

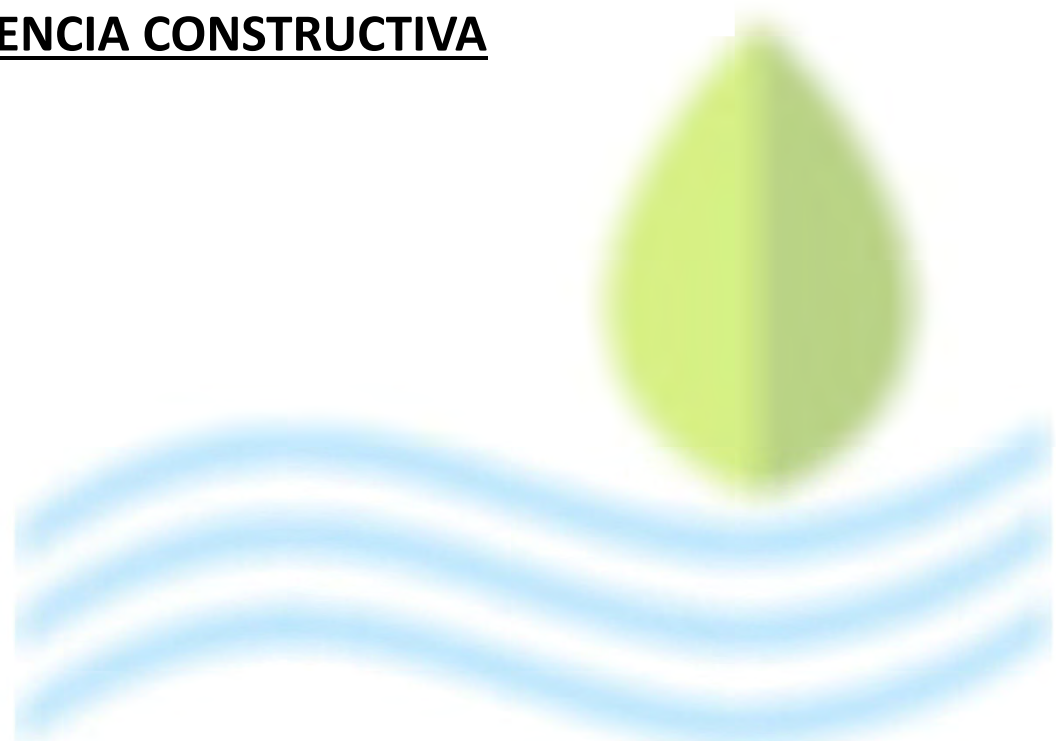
MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS

SECUENCIA CONSTRUCTIVA





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS
CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS



INTRODUCCIÓN

MÉTODOS CONVENCIONALES

WELLPOINTS

TABLESTACADOS

OTRAS TÉCNICAS





2015/04/03 12:11 AM



2015/04/03 12:08 AM



2015/04/03 11:55 AM



2015/04/03 11:57 AM



2015/04/05 10:04 AM







2015/04/12 09:44 AM



2015/04/12 09:42 AM



2015/04/13 09:34 AM



2015/03/26 12:09 AM



2015/03/26 12:09 AM



2015/03/26 12:09 AM



2015/03/26 04:31 PM



2015/03/16 03:18 PM

Gracias por vuestra atención

DANIEL PASTOR MONLLOR

Ingeniero de obras, explotación y proyectos de SEIASA

d.pastor@seiasa.es

https://twitter.com/SEIASA_OFICIAL