

RESUMEN SIMULACIONES Y ENSAYOS MECÁNICOS

Acción Formativa: EXPERTO EN INSTALACIÓN DE ANCLAJES PARA ACTIVIDADES VERTICALES

8, 9 y 10 de Diciembre de 2011 en Ramales de la Victoria y Escobedo (Cantabria).

ENTIDAD ORGANIZADORA



COLABORADORES CON LA ACCIÓN FORMATIVA



AGRADECIMIENTOS:



AYUNTAMIENTO DE
RAMALES DE LA VICTORIA

COORDINADO POR: DAVID DURÁN Y FRANCISCO TORREJON.

SIMULACIONES Y MEDICIONES DE ESFUERZOS

(REALIZADAS CON LOS PARTICIPANTES. Edición Diciembre de 2011 – Escobedo (Cantabria).



INTRODUCCIÓN

Las diferentes pruebas dinamométricas y simulaciones que se presentan a continuación, han sido ejecutadas durante el desarrollo de la fase práctica de la acción formativa de: **“EXPERTO EN INSTALACIÓN DE ANCLAJES PARA ACTIVIDADES VERTICALES”**. Impartido por el DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN DE **DAAN AVENTURA S.L.** y ejecutadas en la localidad de Ramales de la Victoria y Escobedo (Cantabria), los días 8, 9 y 10 de Diciembre de 2011. Dichas pruebas, se han realizado a través de simulaciones y métodos de ensayos mecánicos en directo, y en colaboración con los participantes (21 especialistas).

Los resultados obtenidos son exclusivamente de carácter orientativo y muestran la realidad de lo ocurrido en un caso concreto (configuración, tipo de material que interviene, distancia y otros muchos factores), ATENCIÓN sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos.

El objetivo general de los ensayos ha sido valorar los esfuerzos máximos producidos durante la progresión en las disciplinas verticales, simulando los casos más desfavorables que hemos podido imaginar, y analizando la respuesta del material ante las diferentes configuraciones propuestas. Hay que resaltar que a nivel formativo esta metodología nos está dando muy buenos resultados, ya que, no es igual que un formador te hable de la deformación que llega a sufrir un anclaje ante un gran esfuerzo, que poder verlo con tus propios ojos.

Los objetivos específicos de los ensayos han sido:

- . Conocer y valorar los esfuerzos reales que se producen habitualmente en la progresión vertical por cuerda.
- . Conocer y valorar en directo los esfuerzos en los repartidores de cargas entre dos puntos de anclaje.
- . Conocer y observar el comportamiento mecánico de los anclajes y otros elementos de seguridad.

RECUERDA: la información aportada es la documentación final de un curso, y **NO** un manual exhaustivo; antes de equipar una instalación colectiva hay que realizar un estudio previo del material de base, tomar todas las precauciones posibles (medidas preventivas), limitar los campos de aplicación, y valorar las posibles contingencias (inclusive en casos extraordinariamente desfavorables). Si requieres información detallada acerca de un anclaje en concreto, consultar al fabricante en cuestión. Si necesitas información adicional, encuentras algún problema de comprensión en el documento y/o consultas técnicas:

David Durán. 617 40 91 54.
daviddaan@hotmail.com

MEMORIA DE CÁLCULOS Y ENSAYOS MECÁNICOS

Los elementos empleados para las mediciones, son los siguientes:

- Equipo de medida de la tensión: dinamómetro digital Dynafor de la firma TRACTEL y dinamómetro analógico de DILLON.
- Tensor TILFORD de TRACTEL + Sistema multiplicador de cargas + 1 Equipo de retención de cargas + anclajes: 12 Tornillos de expansión m12 (inox) + 10 chapas M -12 (inox) + 3 chapa con testigo de sobrecarga.
- 8 Eslingas de seguridad de 40mm x 200cm + 6 Anillos de cinta (alargador de anclajes) de 18 mm x 120cm + 22 Conectores de seguridad homologados y de alta resistencia (de 42 KN a 70 KN).

Anclajes utilizados durante la acción formativa:

- . DBZ.
- . SPIT AUTOPERFORANTE.
- . TACO EXPANSIÓN INOX DE RAUMER.
- . TACO DE EXPANSIÓN CONO INTERNO (INDUSTRIAL).
- . LON LIFE PETZL Y SIMILARES DE RAUMER.
- . TORNILLOS DE EXPANSIÓN HILTI Y FIXE (PARABOLTS M-8, M-10, M-12).
- . TORNILLOS DE GRAN EXPANSIÓN.
- . TRIPLEX DE FIXE.
- . HUS Y OTROS TORNILLOS ROSCA PIEDRA.
- . QUÍMICOS DE GOLPE FIXE.
- . QUÍMICOS HY 150 HILTI APLICACIÓN PISTOLA.
- . QUÍMICO PATTEX Y OTRAS MARCAS .
- . VARILLAS ROSCADAS HILTI (M-8, M-10 Y M-12).
- . TENSORES QUÍMICOS VARIADOS (M-8, M-9, M-10 Y M-12).

Selección de anclajes utilizados en las pruebas mecánicas:

- . DBZ Y SIMILARES DE WURTH
- . SPIT AUTOPERFORANTE (M-8).
- . TORNILLOS ROSCA PIEDRA.
- . TORNILLO DE EXPANSIÓN HILTI (M-10 y M12).
- . QUÍMICOS HY 150 HILTI APLICACIÓN PISTOLA.
- . QUÍMICO PATTEX, APLICACIÓN POR PISTOLA SILICONA.
- . QUÍMICO FIXE CANULA DE GOLPE.
- . VARILLA ROSCADA HILTI (M-10).
- . TENSOR QUÍMICO FIXE (M-10).



www.daanaventura.com

Calibración de los dinamómetros: la última calibración de los dos dinamómetros (certificado de calibración), se ha emitido el 08 de Octubre de 2011 y han sido certificados por un laboratorio especializado. El cálculo de la incertidumbre de medida está realizado según la guía Europea EA-4/02 y la acreditación ENAC de su sistema de calidad, asegura un metodología de trabajo con plena garantía y fiabilidad.

1ª. SIMULACIÓN. REGISTRO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS DURANTE LA PROGRESIÓN POR CUERDA FIJA.

Objetivo de la simulación: reproducir y registrar, los esfuerzos habituales y los máximos, que una persona puede alcanzar durante la progresión por cuerdas fijas. Veinte especialistas progresan por una cuerda de manera habitual (registro de esfuerzos moderados) y en un segundo ejercicio, los especialistas progresan de manera brutal e intentando generar los máximos esfuerzos posibles (esfuerzo violento). Ambas simulaciones se han realizado con una cuerda semiestática de 10.5mm de diámetro, UNE-EN 1891 tipo A y fabricada por Kordas.

Fecha del ensayo: 9 de Diciembre de 2011.

Lugar del ensayo: Cantera de Escobedo (Camargo, Cantabria).

Duración del ensayo: 17:00 - 19:30.

Temperatura ambiente inicial y final: 13°C - 11°C.

Ubicación del dinamómetro: el instrumento de medición se encontraba instalado en un fraccionamiento a 5,5 metros del suelo aproximadamente.

Dinamómetro digital: marca Tractel modelo Dynafor 5T. Medidas en daN.

Calibración del dinamómetro: la última calibración del dinamómetro (certificado de calibración), se ha emitido el 08 de Octubre de 2011 y han sido certificados por un laboratorio especializado. El cálculo de la incertidumbre de medida está realizado según la guía Europea EA-4/02 y la acreditación ENAC de su sistema de calidad, asegura un metodología de trabajo con plena garantía y fiabilidad.



1ª. SIMULACIÓN. REGISTRO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS DURANTE LA PROGRESIÓN POR CUERDA FIJA.

De los 21 participantes, 20 colaboraron como ensayistas. En esta tabla se reflejan los datos obtenidos por 4 de los participantes.

CODIGO	PESO CON EQUIPO (kgf)	PESO CON EQUIPO (daN)	DINAMÓMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	ASCENSO SUAVE (daN)	DESCENSO SUAVE (daN)	ASCENSO BRUTAL (daN)	DESCENSO BRUTAL (daN)	OBSERVACIONES
1	64	64	Digital	daN	94	82	222	226	
2	62	62	Digital	daN	88	90	182	316	
3	82	82	Digital	daN	112	90	234	452	Choque brusco contra un nudo, 4 metros de caída.
4	66	66	Digital	daN	80	68	186	318	

Síntesis de los datos obtenidos por los 20 participantes en esta simulación:

ASCENSO SUAVE POR CUERDA SEMIESTÁTICA:	Mínimo registrado: 76 daN
	Media obtenida en los registros: 96 daN
	Máximo registrado: 144 daN
DESCENSO SUAVE POR CUERDA SEMIESTÁTICA:	Mínimo registrado: 68 daN
	Media obtenida en los registros: 102 daN
	Máximo registrado: 138 daN
ASCENSO BRUSCO POR CUERDA SEMIESTÁTICA:	Mínimo registrado: 182 daN
	Media obtenida en los registros: 220 daN
	Máximo registrado: 354 daN
DESCENSO BRUSCO POR CUERDA SEMIESTÁTICA:	Mínimo registrado: 222 daN
	Media obtenida en los registros: 348 daN
	Máximo registrado: 452 daN



2ª. SIMULACIÓN. REGISTRO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS POR UNA CAÍDA (ROTURA DE UN FRACCIONAMIENTO).

Objetivo de la simulación: reproducir la rotura de la fijación de un fraccionamiento (simulación de una caída), registrar los esfuerzos producidos por los participantes. Se realizan 9 ensayos (diferentes participantes). La simulación presentada, se han realizado con una cuerda semiestática de 10.5mm de diámetro, UNE-EN 1891 tipo A y fabricada por Kordas.

Fecha del ensayo: 9 de Diciembre de 2011.

Lugar del ensayo: Cantera de Escobedo (Camargo, Cantabria).

Duración del ensayo: 17:00 - 19:30.

Temperatura ambiente inicial y final: 13°C - 11°C.

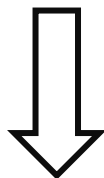
Ubicación del dinamómetro: el instrumento de medición se encontraba instalado directamente en la cabecera superior a 6 metros del suelo aproximadamente.

Dinamómetro digital: marca Tractel modelo Dynafor 5T. Medidas en daN.

Calibración de los dinamómetros: la última calibración del dinamómetro (certificado de calibración), se ha emitido el 08 de Octubre de 2011 y han sido certificados por un laboratorio especializado. El cálculo de la incertidumbre de medida está realizado según la guía Europea EA-4/02 y la acreditación ENAC de su sistema de calidad, asegura un metodología de trabajo con plena garantía y fiabilidad.



EN LA PÁGINA SIGUIENTE, SE EXPONE EL ESQUEMA DE MONTAJE, CONFIGURACIÓN Y CONDICIONES DE LA SIMULACIÓN ENSAYADA (ROTURA DE LA FIJACIÓN DE UN FRACCIONAMIENTO)



SIMULACIÓN DE LA ROTURA DE LA FIJACIÓN DE UN FRACCIONAMIENTO:

Mínimo registrado: 430 daN
(el peso corporal del especialista es de 66 kgf).

Media obtenida en los registros: 514 daN
(la media del peso corporal de los nueve especialistas que han realizado el ensayo es de 76 daN).

Máximo registrado: 588 daN
(el peso corporal del especialista es de 78 kgf).

www.daanaventura.com

CONDICIONES DE LA 2ª SIMULACIÓN:

1º Medición de esfuerzos máximos producidos durante la caída de un especialista sobre cuerda semiestática de 10.5 mm de Kordas, caída producida por la rotura de un fraccionamiento (simulación con fusible). Hemos buscado un caso extraordinariamente desfavorable ya que la simulación se realizó muy cerca del anclaje principal, punto que soportó la caída del especialista (poca cuerda activa para detener la caída 300 cm). Factor de caída real (FCR) alto - FCR aprox. de 0,90 a 1).

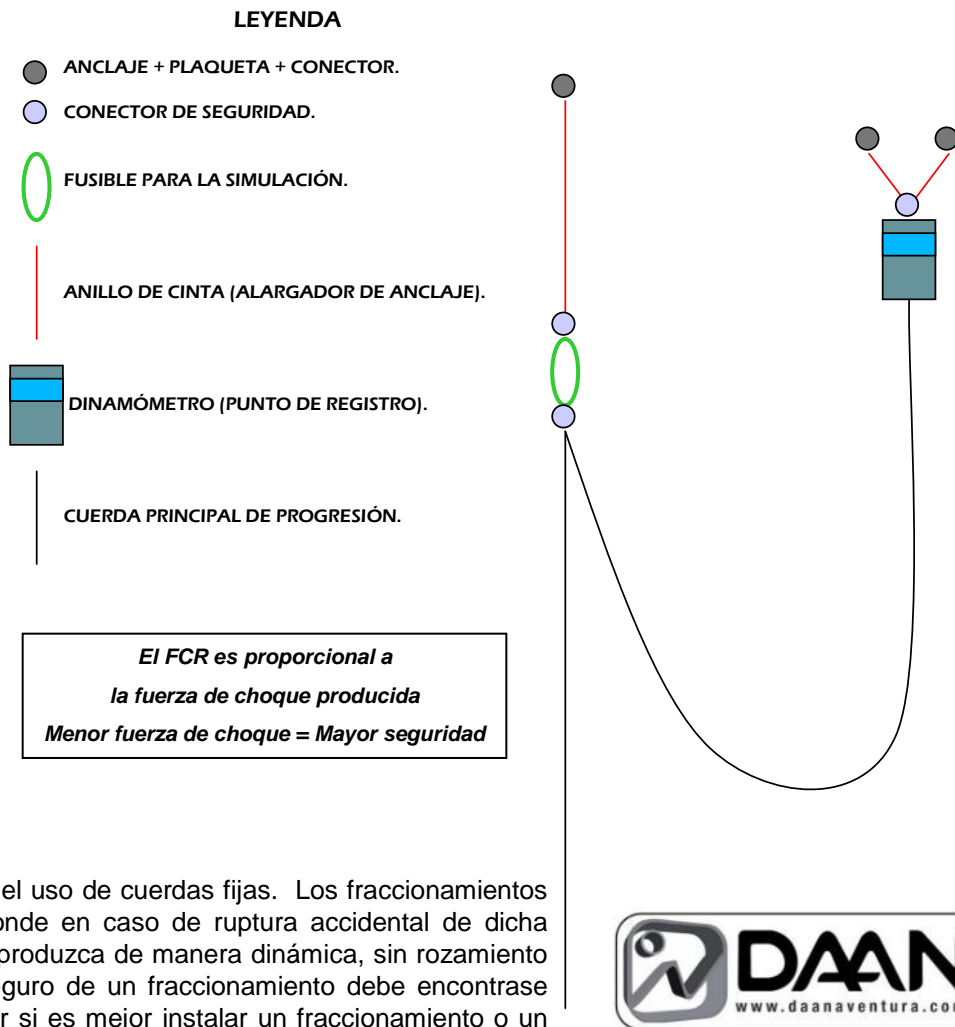
2º Utilización de una cuerda para detener la caída de 10.5mm UNE-EN 1891 TIPO A fabricada por Kordas y con nudos de ocho doble pretensados.

3º Los participantes asumen una caída aprox. de 300 cm, la energía se distribuye sobre una cuerda de escasos 300 cm.

$$\frac{300 \text{ CM DE CÁIDA}}{300 \text{ CM DE CUERDA}} = 1 \text{ (FCR)}$$

4º Los participantes utilizan para la prueba material convencional de ascenso de espeleología, escalada y trabajos verticales, sin ninguna adaptación especial y sin implicar el uso de disipadores de energía. Con esta medida se pretende simular las peores condiciones posibles y agravar la situación, se acumularon tres caídas consecutivas sobre el mismo tramo de cuerda. La caída del especialista la soportó únicamente el bloqueador ventral.

NOTA TÉCNICA: aplicable a todas las actividades que impliquen el uso de cuerdas fijas. Los fraccionamientos sobre un único anclaje están restringidos a casos puntuales, donde en caso de ruptura accidental de dicha fijación, la transmisión de cargas al punto de anclaje principal, se produzca de manera dinámica, sin rozamiento contra la pared u otros objetos peligrosos. **RECUERDA** el reaseguro de un fraccionamiento debe encontrarse obligatoriamente por arriba del anclaje que debe proteger. Evaluar si es mejor instalar un fraccionamiento o un punto de anclaje doble.



3ª. SIMULACIÓN. REGISTRO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS DURANTE LA PROGRESIÓN EN PASAMANOS.

Objetivo de la simulación: reproducir y registrar, los esfuerzos habituales y los máximos, que una persona puede alcanzar durante la progresión por un pasamanos aéreo. Veinte especialistas progresan por una cuerda de manera habitual (registro de esfuerzos moderados) y en un segundo ejercicio, los especialistas progresan de manera brutal e intentando generar los máximos esfuerzos posibles (esfuerzo violento). Esta prueba se ha realizado con una cuerda semiestática de 10 mm de diámetro, UNE-EN 1891 tipo A y fabricada por Kordas.

Fecha del ensayo: 9 de Diciembre de 2011.

Lugar del ensayo: Cantera de Escobedo (Camargo, Cantabria).

Duración del ensayo: 17:00 - 19:30.

Temperatura ambiente inicial y final: 13°C - 11°C.

Ubicación del dinamómetro: el instrumento de medición se encontraba instalado directamente al anclaje que recibe mayor fuerza de choque.

Dinamómetro analógico: marca Dillon, medidas en lbf. Las medidas obtenidas con este instrumento de medición, se han trasladado a daN (unificación de datos).

Calibración de los dinamómetros: la última calibración del dinamómetro (certificado de calibración), se ha emitido el 08 de Octubre de 2011 y han sido certificados por un laboratorio especializado. El cálculo de la incertidumbre de medida está realizado según la guía Europea EA-4/02 y la acreditación ENAC de su sistema de calidad, asegura una metodología de trabajo con plena garantía y fiabilidad.



3ª. SIMULACIÓN. REGISTRO DE ESFUERZOS PRODUCIDOS DURANTE LA PROGRESIÓN EN PASAMANOS.



Síntesis de los datos obtenidos por los 20 participantes en esta simulación:

PROGRESIÓN HABITUAL EN UN PASAMANOS (MOVIMIENTOS SUAVES):	Mínimo registrado: 78 daN
	Media obtenida en los registros: 92 daN
	Máximo registrado: 144 daN
PROGRESIÓN BRUTAL, REALIZANDO SALTOS Y MOVIMIENTOS BRUSCOS:	Mínimo registrado: 176 daN
	Media obtenida en los registros: 205 daN
	Máximo registrado: 370 daN

4ª. SIMULACIÓN. REGISTRO DE ESFUERZOS MÁXIMOS PRODUCIDOS EN PASAMANOS. (ROUTRA DE UNA FIJACIÓN).

Objetivo de la simulación: reproducir la rotura de una fijación intermedia de un pasamanos (simulación de una caída), registrar los esfuerzos producidos por los participantes. La simulación presentada, se ha realizado con una cuerda semiestática de 10 mm de diámetro, UNE-EN 1891 tipo A y fabricada por Kordas.

Fecha del ensayo: 9 de Diciembre de 2011.

Lugar del ensayo: Cantera de Escobedo (Camargo, Cantabria).

Duración del ensayo: 17:00 - 19:30.

Temperatura ambiente inicial y final: 13°C - 11°C.

Tipo de dinamómetro: el instrumento de medición es analógico, fabricado por DILLON, unidad de medida: lbs (los datos obtenidos se han trasladado a daN, con objeto de unificar las unidades de medida).

Ubicación del dinamómetro: el instrumento de medición se encontraba instalado directamente en el anclaje inferior.

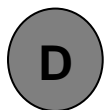
Calibración de los dinamómetros: la última calibración del dinamómetro (certificado de calibración), se ha emitido el 08 de Octubre de 2011 y han sido certificados por un laboratorio especializado. El cálculo de la incertidumbre de medida está realizado según la guía Europea EA-4/02 y la acreditación ENAC de su sistema de calidad, asegura un metodología de trabajo con plena garantía y fiabilidad.

LEYENDA (ESQUEMA DE MONTAJE)

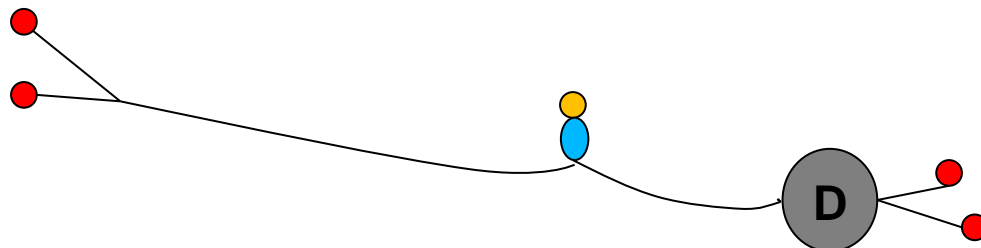
● Fijación + plaqueta de conexión + mosqueton.

● Fijación que se va a fracturar (simulación).

● Fusible para la simulación.



Dinamometro DILLON.



CONDICIONES DE LA 4ª SIMULACIÓN:

1º Medición de esfuerzos máximos producidos durante la caída de un especialista sobre cuerda semiestática de 10mm de Kordas, caída producida por la rotura del anclaje intermedio de un pasamanos (simulación con fusible). Hemos buscado un caso extraordinariamente desfavorable ya que la simulación se realizó muy cerca del anclaje principal, punto que soportó la caída del especialista (poca cuerda activa para detener la caída).

2º Utilización de una cuerda semiestática, 10mm UNE-EN 1891 TIPO A fabricada por Kordas y con nudos de ocho doble pretensados.

4º Los participantes utilizan para la prueba material convencional de ascenso de espeleología, escalada y trabajos verticales, sin ninguna adaptación especial y sin implicar el uso de disipadores de energía. Con esta medida se pretende simular las peores condiciones posibles y agravar la situación, se acumularon tres caídas consecutivas sobre el mismo tramo de cuerda. La caída del especialista la soportó únicamente el bloqueador ventral.

SIMULACIÓN DE LA ROTURA DE LA FIJACIÓN DE UN FRACCIONAMIENTO:
Mínimo registrado: 188 daN (el peso corporal del especialista es de 66 kgf).
Media obtenida en los registros: 254 daN (la media del peso corporal de los nueve especialistas que han realizado el ensayo es de 76 kgf).
Máximo registrado: 398 daN (el peso corporal del especialista es de 78 kgf).



5ª. SIMULACIÓN. CREACIÓN DE UN PUNTO DE ANCLAJE ECUALIZADO, ENTRE DOS FIJACIONES (REGISTRO DE ESFUERZOS).

Objetivo de la simulación: reproducir diferentes configuraciones de anclajes solidarios (dos anclajes que trabajan simultáneamente). Valorar la ecualización y la transmisión de la carga a los anclajes, dependiendo del ángulo que forme el elemento textil del repartidor (cuerda o cinta). Los especialistas fraccionados en 7 subgrupos (total 21 participantes), instalan las configuraciones con los ángulos más acusados posibles, los nudos se ajustan al máximo y luego se pretensan (simulación de casos especialmente desfavorables a nivel teórico); se obtienen registros dinamométricos de las tensiones que se originan en ambos anclajes (superior e inferior).

Material utilizado: cuerda semiestática de Poliamida de Nylón de 8,5mm de diámetro, UNE-EN1891 tipo B. Mod. FINA, fabricada por KORDAS.

Fecha del ensayo: 10 de Diciembre de 2011.

Lugar del ensayo: Cantera de Escobedo (Camargo, Cantabria).

Duración del ensayo: 10:00 - 12:00.

Temperatura ambiente inicial y final: 16°C - 15°C.

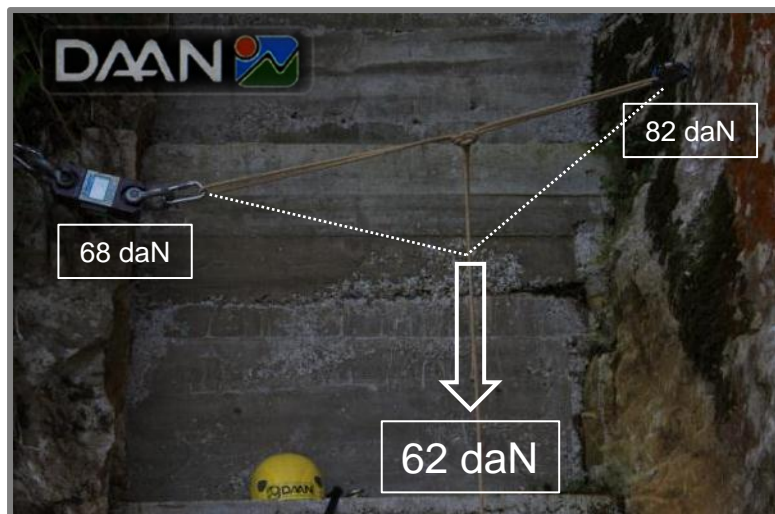
Ubicación de los dinamómetros: el instrumento de medición se encontraba instalado directamente al anclaje.

Dinamómetro digital: marca Tractel modelo Dynafor 5T. Medidas en daN.

Calibración del dinamómetro: la última calibración del dinamómetros (certificado de calibración), se ha emitido el 08 de Octubre de 2011 y han sido certificados por un laboratorio especializado. El cálculo de la incertidumbre de medida está realizado según la guía Europea EA-4/02 y la acreditación ENAC de su sistema de calidad, asegura un metodología de trabajo con plena garantía y fiabilidad.



1º GRUPO: ecualización de dos anclajes mediante un nudo de ocho de doble oreja, los especialistas ajustan al máximo dicho nudo, intentando provocar un ángulo muy desfavorable (a nivel teórico).



NOTA TÉCNICA:

En la fotografía superior se puede observar como ha quedado el nudo instalado y pretensado al máximo por dos especialistas (participantes en las jornadas).

En la fotografía inferior se puede observar como se modifica el ángulo al aplicarle la carga de uno de los especialistas. Peso corporal: 62 kgf (62 daN).

Los registros obtenidos en esta instalación al aplicarle una carga estática de **62 daN**, son:

El anclaje superior recibe: 82 daN.

El anclaje inferior recibe : 68 daN.

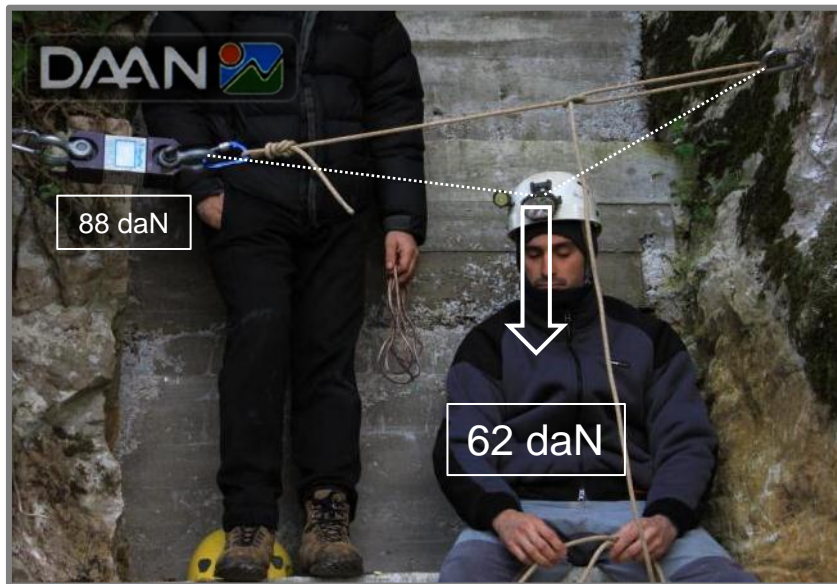


ATENCIÓN:

Los datos ofrecidos son la realidad de lo ocurrido en este caso concreto y con la configuración presentada (cuerda de poliamida de nylon).

Sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos, ya que si implicamos otros materiales ultraestáticos como el cable de acero y/o las cintas de dyneema, los valores obtenidos, serían completamente diferentes, ya que estos materiales, pueden no permitir que se modifique el ángulo inicial al aplicarle una determinada carga.

2º GRUPO: ecualización de dos anclajes mediante un nudo de ocho doble y un nudo bulin, los especialistas ajustan al máximo dichos nudos, intentando provocar un ángulo muy desfavorable (a nivel teórico).



NOTA TÉCNICA:

En la fotografía superior se puede observar como ha quedado el nudo instalado y pretensado al máximo por dos especialistas (participantes en las jornadas).

En la fotografía inferior se puede observar como se modifica el ángulo al aplicarle la carga de un especialista. Peso corporal: 62 kgf (62 daN).

Los registros obtenidos en esta instalación al aplicarle una carga estática de **62 daN**, son:

El anclaje inferior recibe : 90 daN (el especialista en estático).

El anclaje inferior recibe : 150 daN (el máximo alcanzado por el especialista realizando movimientos enérgicos y brutales).



ATENCIÓN:

Los datos ofrecidos son la realidad de lo ocurrido en este caso concreto y con la configuración presentada (cuerda de poliamida de nylon).

Sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos, ya que si implicamos otros materiales ultraestáticos como el cable de acero y/o las cintas de dyneema, los valores obtenidos, serían completamente diferentes, ya que estos materiales, pueden no permitir que se modifique el ángulo inicial al aplicarle una determinada carga.

3º GRUPO: ecualización de dos anclajes mediante un anillo de cuerda semiestática de 10,5 mm de diámetro UNE-EN 1891 tipo A, modelo WORK, fabricada por KORDAS. El anillo de cuerda se une mediante un nudo simple (nudo llano con más de 10 cm de cabo sobrante, ya que el nudo trabaja abierto). Se intenta provocar un ángulo desfavorable (a nivel teórico).



NOTA TÉCNICA:

En la fotografía superior se puede observar como ha quedado el anillo de cuerda instalado, se ha pretensado al máximo por dos especialistas (participantes en las jornadas). Se realiza medio giro y se pasa el conector por las dos cuerdas (sistema tradicional).

En la fotografía inferior se puede observar como se modifica el ángulo al aplicarle la carga de uno de los especialistas. Peso corporal: 82 kgf (82 daN).

Los registros obtenidos en esta instalación al aplicarle una carga estática de **82 daN**, son:

El anclaje inferior recibe : 94 daN. (el especialista en estático).

El anclaje inferior recibe : 142 daN. (realizando movimientos bruscos).



ATENCIÓN:

Los datos ofrecidos representan la realidad de lo ocurrido en este caso concreto y con la configuración presentada (cuerda de poliamida de nylon).

Sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos, ya que si implicamos otros materiales ultraestáticos, como el cable de acero y/o las cintas de dyneema; donde los valores obtenidos serían completamente diferentes, ya que estos materiales, pueden no permitir, que se modifique el ángulo inicial al aplicarle una determinada carga.

4º GRUPO: montaje de una “cuerda tensa entre dos fijaciones” cuenta con un punto de anclaje intermedio. Los especialistas (en este caso verticalistas), ajustan al máximo ambos nudos, con objeto de provocar un esfuerzo extraordinariamente desfavorable (a nivel teórico).



NOTA TÉCNICA:

En primer lugar aclarar que una tirolina (cuerda tensa entre dos puntos de anclaje), debe disponer de 2/3 fijaciones en cada extremo, cada punto de anclaje debe estar constituido por tres fijaciones, mínimo dos fijaciones fiables en cada extremo (dependiendo del uso).

En la fotografía superior se puede observar como ha quedado la instalación, diseñada y tensada al máximo, por dos especialistas (participantes en las jornadas). No se utilizan poleas para el tensado. En un extremo se ha anudado mediante un nudo de ocho doble, en el otro extremo se ha anudado mediante un nudo dinámico con doble cuerda.

En la fotografía inferior se puede observar como se modifica el ángulo al aplicarle la carga de uno de los especialistas. Peso corporal: 66 kgf (66 daN).

Los registros obtenidos en esta instalación al aplicarle una carga estática de 66 daN, son: **anclaje superior 132 daN.**



ATENCIÓN:

Los datos ofrecidos son la realidad de lo ocurrido en este caso concreto y con la configuración presentada (cuerda de poliamida de nylon).

Sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos, ya que si implicamos otros materiales ultraestáticos como el cable de acero y/o las cintas de dyneema, los valores obtenidos, serían completamente diferentes, ya que estos materiales, pueden no permitir que se modifique el ángulo inicial al aplicarle una determinada carga.

5º GRUPO: simulación de un tramo intermedio de un pasamanos (los participantes insisten en realizar una prueba con dos nudos ballestrinques muy tensados).



NOTA TÉCNICA:

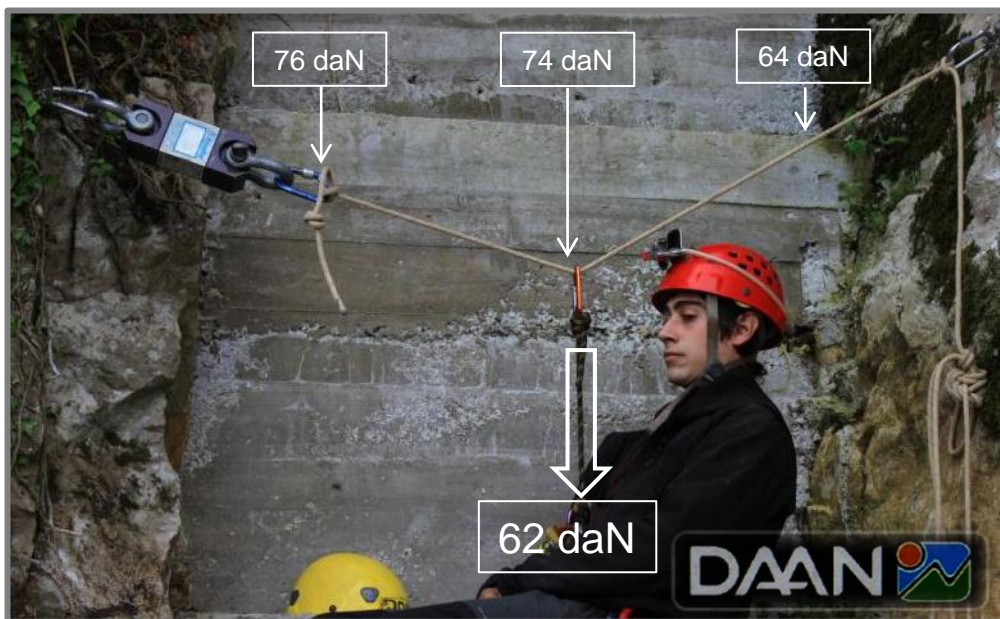
En la fotografía superior se puede observar como ha quedado el supuesto tramo intermedio de un pasamanos, los nudos han sido regulados al máximo por dos especialistas (participantes en las jornadas).

En la fotografía inferior se puede observar como se modifica el ángulo al aplicarle la carga de uno de los especialistas. Peso corporal: 62 kgf (62 daN).

Los registros obtenidos en esta instalación al aplicarle una carga estática de **62 daN**, son de: 76 daN, 74 daN, y 64 daN.

El especialista suspendido en el medio de las instalación, genera 74 daN.

En este caso presentado, ambos anclajes están soportando aproximadamente, las misma tensión (equilibrio estático entre dos puntos).



ATENCIÓN:

Los datos ofrecidos son la realidad de lo ocurrido en este caso concreto y con la configuración presentada (cuerda de poliamida de nylon).

Sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos, ya que si implicamos otros materiales ultraestáticos como el cable de acero y/o las cintas de dyneema, los valores obtenidos, serían completamente diferentes, ya que estos materiales, pueden no permitir que se modifique el ángulo inicial al aplicarle una determinada carga.

6º GRUPO: ecualización de dos anclajes mediante un anillo de cinta compuesta de dyneema /poliamida fabricada por Beal, el objeto es provocar un ángulo muy desfavorable (a nivel teórico). ¡Hay que recordar que las cintas tienen unas características realmente diferentes a las cuerdas, y además, en este caso presentado, la cinta esta construida parcialmente en dyneema (comportamiento muy estático)!

NOTA TÉCNICA:

En el esquema de la fotografía, se puede observar la flecha de inicio y como ha quedado el anillo de cinta instalado. Se realiza medio giro y se pasa el conector por las dos cintas (sistema tradicional). Se puede contemplar, como se modifica el ángulo al aplicarle la carga de uno de los especialistas. Peso corporal: 62 kgf (62 daN).

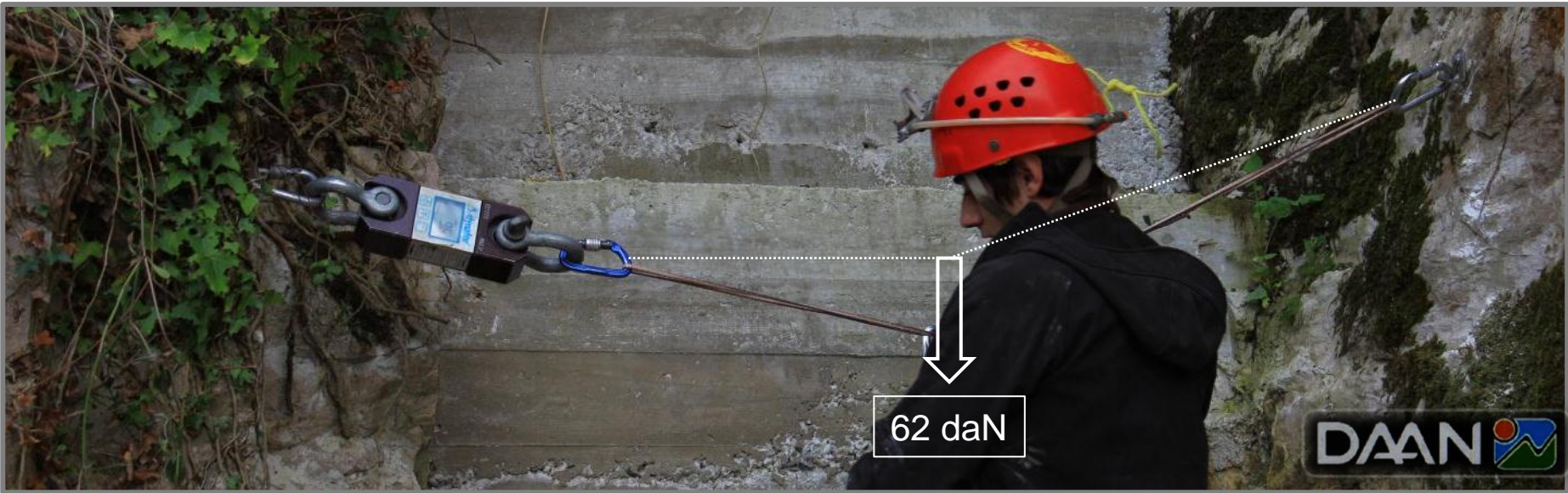
Los registros obtenidos en esta instalación al aplicarle una carga de **62 daN**, son:

Movimientos convencionales: 120 daN. Movimientos enérgicos: 258 daN. Movimientos brutales y simulación de caídas: 350 daN.

ATENCIÓN:

Los datos ofrecidos son la realidad de lo ocurrido en este caso concreto y con la configuración presentada.

Sería un grave error tomar estos datos como únicos o definitivos, ya que si implicamos otros materiales ultraestáticos como el cable de acero, los valores obtenidos, serían completamente diferentes, ya que estos materiales, pueden no permitir que se modifique el ángulo inicial al aplicarle una determinada carga.



7º GRUPO: ecualización de dos anclajes mediante dos nudo de ocho doble, los especialistas realizan la instalación con objeto de causar un ángulo favorable. Representa una configuración adecuada, para conseguir un reparto efectivo de las cargas entre ambas fijaciones (anclajes solidarios).



NOTA TÉCNICA:

En la fotografía superior se puede observar como han quedado ambos nudos instalados, la flecha es adecuada y por ello, las tensiones se reparten favorablemente.

CONCLUSIONES GENERALES:

- Los ángulos que forman los elementos textiles instalados entre fijaciones, afectan a los esfuerzos, que finalmente va a recibir cada anclaje.
- Dependiendo del tipo de actividad, de la fijación y de la calidad del soporte, se ha de valorar el método más seguro. Si los emplazamientos son delicados, optaremos por ecualizar la instalación hasta conseguir un ángulo final idóneo, que reparta los esfuerzos entre ambos anclajes (preferiblemente menor de 60° y obligatoriamente menor a 120°). Por el contrario, si las fijaciones son fiables al 100%, podemos abrir los ángulos al realizar instalaciones de cuerdas fijas para favorecer la progresión de los especialistas. Con este tipo de configuración, obtendríamos mayores esfuerzos sobre las fijaciones (completamente asumibles en condiciones normales de trabajo), al mismo tiempo repercutiría en un menor gasto energético del equipo humano (mejora notable de la ergonomía durante la progresión, con el consiguiente aumento de la seguridad de los especialistas, ya que se pueden evitar muchos movimientos atléticos).

ENSAYOS MECÁNICOS - MATERIAL –

(REALIZADOS CON LOS PARTICIPANTES)

Edición Diciembre de 2011 en Escobedo - Camargo (Cantabria).



Duración del ensayo: 4 horas. Temperatura ambiental inicial/final: 12°C / 15° C.

ENSAYOS Y PRUEBAS MECÁNICAS REALIZADAS DURANTE LA ACCIÓN FORMATIVA: Anclajes de progresión tipo DBZ.

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA FINAL
1	Anclaje tipo cuña, DBZ de HILTI. (6 mm de diámetro x 45 mm de long). Material, caliza masiva de muy buena calidad.	Colocado a 42 mm de profundidad con una chapa recuperable de 2 mm de espesor. 100% cizalladura.	Se fractura el anclaje por la cabeza. La plaqueta recuperable, sufre deformaciones visibles. La roca se esquirle en un radio de 3cm.	952 daN
2	Anclaje tipo cuña, DBZ de HILTI (6mm - mod. largo). Material, caliza masiva de muy buena calidad.	Colocado con una chapa recuperable inox. 100% cizalladura.	Rotura producida en el vástago del anclaje a ras de la roca. La chapa sufre deformaciones leves apreciables. La roca se fractura superficialmente, en un radio de 2 cm aprox.	1.000 daN
3	Anclaje tipo cuña WDN de WURTH (copia del DBZ de HILTI) 6 mm de diámetro por 45 mm de long. Material, caliza de muy buena calidad.	Colocado a 42 mm de profundidad con una chapa recuperable de 2 mm de espesor. 100% cizalladura.	Se fractura el anclaje por la cabeza. La plaqueta recuperable, sufre deformaciones visibles. La roca se esquirle en un radio de 2cm.	938 daN
4	Anclaje tipo cuña, DBZ de HILTI. (6 mm de diámetro x 45 mm de long). Material, caliza masiva de muy buena calidad.	Colocado a 42 mm de profundidad con una chapa recuperable de 2 mm de espesor. Ensayo a tracción.	Se fractura el anclaje por la mitad. La plaqueta recuperable, sufre deformaciones visibles. La roca se esquirle superficialmente, en un radio de 1cm. Aprox.	542 daN



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: anclajes tipo SPIT (exploración y terreno de aventura).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
5	Anclaje tipo SPIT M-8 (taco de expansión). Acero inoxidable, fabricado por RAUMER. Material, caliza de muy buena calidad.	Anclaje bien instalado. En combinación de plaqueta ligera de espeleología, de fabricante desconocido (retirada de uso por faltas de garantías). En la plaqueta marca 18KN, el tornillo es de acero inox. A2 de VIPO. 100% cizalladura	Se fractura la plaqueta, previas deformaciones. No se produce la rotura del taco de expansión, pero se observa que comienza a curvarse y la roca se esquirla superficialmente en un radio de 1cm aproximadamente. ¡Se sustituye la plaqueta y se utiliza el SPIT y el tornillo, para la siguiente prueba!	1.426 daN (fractura de la plaqueta)
6	Anclaje tipo SPIT M-8 Inox. De Raumer. ¡ El mismo spit que fue utilizado en la prueba anterior (ensayo nº 5)! Se utiliza también el mismo tornillo que en la prueba anterior. Material, caliza de muy buena calidad.	Anclaje bien instalado en combinación de plaqueta multidireccional de acero de FADERS. 100% cizalladura	Se fractura la plaqueta de acero por el ojal. El tornillo y la fijación, sufren deformaciones visibles, pero no se fracturan. ¡Se sustituye la palqueta y se utiliza el SPIT y el tornillo, para la siguiente prueba!	1.862 daN (parada de 60"). 2.072 daN (parada de 60"). 2.154 daN (fractura de la plaqueta)
7	Anclaje tipo SPIT M-8 Inox. De Raumer. ¡ El mismo spit que fue utilizado en las pruebas anteriores (ensayo nº 5 y 6)! Se utiliza también el mismo tornillo que en la prueba anterior. Material, caliza de muy buena calidad.	Anclaje bien instalado (se observa que la fijación y el tornillo, se encuentran dañados de los ensayos anteriores). Se combina con una plaqueta multidireccional de acero bicromatada de FIXE. 100% cizalladura	Se fractura la cabeza del tornillo (tercera prueba consecutiva sobre el mismo tornillo) . El taco de RAUMER no se extrae ni fractura. La plaqueta de acero, sufre deformaciones visibles.	2.250 daN (fractura del tornillo)
8	Anclaje tipo SPIT M-8 (taco de expansión autoperforante). Material, caliza de muy buena calidad.	Fijación mal instalada a propósito (el taco no está enrasado con la pared y sobresale 3mm aproximadamente). En combinación de plaqueta de acero bicromatado de FIXE. El tornillo conector es de acero inox. A2 de PETZL. 100% cizalladura	Se fractura el taco de expansión a la altura del tornillo. Saltan esquirlas de roca en un radio de 2 cm alrededor del anclaje, la plaqueta sufre deformaciones apreciables a nivel visual.	1.660 daN (fractura del SPIT)

NOTA TÉCNICA:

El apoyo de la plaqueta contra la pared es muy importante, para reducir el indeseado efecto palanca (imprescindible en plaquetas ligeras). La plaqueta debe quedar en dirección adecuada y orientada hacia los esfuerzos que deba soportar. El apriete final de la plaqueta, debe ser aquel, que fije la plaqueta sin que esta llegue a moverse (en condiciones normales de trabajo) pero que llegado el caso de un cambio repentino de dirección de las cargas de trabajo, esta pueda modificar su emplazamiento y gire de manera idónea, adaptándose para soportar el nuevo esfuerzo exigido.

ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: anclajes tipo SPIT (exploración y terreno de aventura).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
9	Anclaje tipo SPIT M-8 (taco de expansión autoperforante). . Material, caliza de muy buena calidad.	Fijación instalada correctamente (el orificio se realizó con taladro, los últimos milímetros de dicho orificio se remataron utilizando un burilador, con objeto de garantizar la perfecta expansión del SPIT). En combinación de plaqueta de acero bicromatado de FIXE. El tornillo es de acero inox. A2 de PETZL. 100% Tracción	Se extrae la fijación completa, no se fractura ningún elemento. La plaqueta sufre graves deformaciones. Saltan esquirlas de roca en un radio de 3 cm.	1.892 daN
10	Anclaje tipo SPIT M-8 (taco de expansión autoperforante). . Material, caliza de muy buena calidad.	Fijación instalada directamente con taladro. ¡NO se remató el agujero con burilador! En combinación de plaqueta de acero bicromatado de FIXE. El tornillo es de acero inox. A2 de PETZL. 100% Tracción	Se extrae la fijación completa, no se fractura ningún elemento, salvo la roca. La plaqueta sufre deformaciones visibles. Saltan esquirlas de roca en un radio de 4 cm.	1.278 daN (se observa que la fijación se extrae 5 mm). 1.634 daN (se extrae el anclaje completamente)



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: tornillos de expansión (parabolt anclajes multidisciplinares).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
11	Anclaje tipo tornillo de expansión (parabolt mod. HSA M-8 de HILTI) Material, caliza de muy buena calidad.	Combinación de plaqueta m-8 de acero bicromatado de FIXE 100% cizalladura.	Se produce la rotura del tornillo a ras de roca, provocando pequeñas fisuras apreciables en el material de base, en un radio de 2 mm. La plaqueta comienza a deformarse.	1.714 daN
12	Anclaje tipo tornillo de expansión (parabolt mod. HSA M-10 de HILTI) Material, caliza de muy buena calidad.	Combinación de plaqueta m-10 de acero, de FADERS 100 % cizalladura.	Se observan fuertes deformaciones, a partir de 1.900 daN. Finalmente se produce la fractura del ojal de la plaqueta de conexión. Este modelo de plaqueta tiene gravada en el acero que la conforma, la resistencia de 22kN. Se sustituye la plaqueta y se utiliza esta fijación para el siguiente ensayo (nº 12).	2.364 daN
13	Anclaje tipo tornillo de expansión (parabolt mod. HSA M-10 de HILTI). ¡ La misma fijación ensayada anteriormente en la prueba nº11! Material, caliza masiva de buena calidad.	Combinación de plaqueta m-10 de acero inoxidable de FIXE, este modelo de plaqueta tiene gravada en el acero que la conforma, la resistencia de 30 kN. 100 % cizalladura.	Se fractura el tornillo por la cabeza y a ras de roca. La plaqueta sufre deformaciones severas, a nivel visual. La roca se esquirla en un radio de 2 cm aproximadamente.	2.492 daN
14	Anclaje tipo tornillo de expansión (parabolt WURTH M-10) Material, caliza de muy buena calidad	Combinación de plaqueta m-10 de acero inoxidable de RAUMER. 100 % cizalladura.	Se fractura el ojal de la plaqueta, el tornillo muestra signos evidentes de estar debilitado.	2.720 daN



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: tornillos y tacos de gran expansión (anclajes multidisciplinares).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
15	Anclaje tipo taco de expansión inviolable M-12 acero inox. (mod. WING TIME de RAUMER, similar al LONG LIFE de PETZL) Material, caliza de muy buena calidad.	La plaqueta y la fijación son indivisibles. 100% cizalladura.	A partir de 2.100 daN, la plaqueta comienza a deformarse, a 3.016 daN se aprecian graves deformaciones y finalmente se produce la extracción total de la fijación. El material de base, se fractura en un radio de 0,5 cm y con 1,5 cm de profundidad.	3.064 daN
16	Anclaje de gran expansión M-12, tipo "tornillos americanos" (mod. HLC de HILTI acero de gran calidad 8.8) Material, caliza masiva de buena calidad.	En combinación de plaqueta M-10 de acero bicromatado de FIXE. Estos anclajes utilizan plaquetas inferiores a su métrica (fijación M-12 + plaqueta M-10) 100% cizalladura.	La plaqueta sufre fuertes deformaciones apreciables a nivel visual, finalmente, se fractura el ojal de la plaqueta de acero. La fijación visualmente, parece inmutable.	2.872 daN



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: tornillos rosca piedra (anclajes multidisciplinares).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
17	Anclaje tipo tornillo rosca piedra (mod. HUS M-6 de HILTI) Material, caliza de muy buena calidad.	Combinación de plaqueta m-8 de acero bicromatado de FIXE 100% cizalladura.	Se produce la rotura del tornillo a ras de roca, provocando pequeñas fisuras apreciables en el material de base, en un radio de 3mm. La plaqueta comienza a deformarse.	1.902 daN
18	Anclaje tipo tornillo rosca piedra (M-10 de APOLO) Material, caliza masiva de buena calidad.	Combinación de plaqueta m-10 de acero inox. de FIXE 100% cizalladura.	Se produce una espectacular fractura en la roca de un radio de 4cm, aproximadamente. Finalmente se fractura el vástago del tornillo	2.506 daN
19	Anclaje tipo tornillo rosca piedra (M-10 de APOLO + producto químico WURTH) Material, caliza masiva de buena calidad.	Combinación de plaqueta m-10 de acero inox. de FIXE (se rellena el orificio con resina química bicomponente de WURTH). 100% cizalladura.	A 3.000 daN se detiene el ensayo un minuto. Finalmente se fractura la cabeza del tornillo a ras de roca.	3.200 daN

NOTA TÉCNICA:

Los anclajes rosca piedra representan una solución muy interesante para multitud de labores verticales (anclajes auxiliares muy polivalentes), pero hay que saber que pueden llegar a aflojarse si reciben continuas solicitaciones dinámicas o si el anclaje ha de trabajar en diferentes ángulos, por ello y de momento, se desaconseja su uso en equipamientos colectivos en fijo, hasta que se realicen estudios técnicos específicos. No ofrecen de momento suficientes garantías como anclaje principal de seguridad (aplicable a todas las disciplinas verticales).



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: tornillos rosca piedra (anclajes multidisciplinares).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
20	Anclaje tipo tornillo rosca piedra (M-10 de APOLO, el orificio se realiza de un diámetro superior al exigido por el fabricante, prueba solicitada por un participante en las jornadas). Material, caliza masiva de buena calidad.	¡Anclaje instalado incorrectamente a proposito! Combinación de plaqueta m-10 de acero inox. de FIXE 100% tracción.	La plaqueta comienza a deformarse, finalmente se extrae la fijación, el tornillo presenta graves deformaciones visibles.	1.344 daN
21	Anclaje tipo tornillo rosca piedra (M-10 de APOLO, el orificio es del diámetro exigido por el fabricante, prueba solicitada por un participante en las jornadas). Material, caliza masiva de buena calidad.	Anclaje correctamente instalado (comparación con ensayo nº 20) Combinación de plaqueta m-10 de acero inox. de FIXE 100% tracción.	La plaqueta sufre graves deformaciones apreciables a nivel visual, finalmente se fractura el tornillo rosca piedra.	1.890 daN



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: fijaciones químicas (anclajes multidisciplinares).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
22	Anclaje químico: tensor m-9, acero inox. de RAUMER + resina química de WURTH. Mod. WIT-C100. Material, caliza, masiva de buena calidad.	El tensor tiene forma de "9", no requiere de plaqueta de conexión. Este modelo de tensor no es roscado, ni tiene grandes muescas, pero el vastago está rayado (de fabrica) para favorecer la adherencia de las resinas químicas! 100% cizalladura.	Se produce una pequeña grieta entre el tensor y la roca, el producto químico que recubre el encastre de la argolla, se fractura superficialmente. Se suspende la prueba como medida preventiva. ¡La fijación no se fractura!	2.900 daN (se despega) 3.240 daN (parada de un minuto) 3.400 daN (parada de 15 minutos) 3.692 daN (se suspende el ensayo, el anclaje no se extrae, ni se fractura)
23	Anclaje químico: tensor m-10 de acero inox. de FIXE (tensor tipo argolla universal) + resina química de WURTH. Material, caliza de muy buena calidad.	El tensor es en si una argolla, no requiere de plaqueta de conexión. Este tensor es un modelo antiguo de FIXE (aportado por un participante), el tensor no está roscado ni tiene grandes muescas, dispone de 6 pequeños agujeros laterales para favorecer el agarre con la resina química! 100% cizalladura.	Se deforma el tensor químico a 2.044 daN y se fractura la resina química, por el efecto palanca, finalmente se extrae el anclaje, completamente doblado. A nivel visual, parece que el producto químico no se ha adherido al tensor, adecuadamente.	2.044 daN (graves deformaciones) 3.100 daN (extracción completa)
24	Anclaje químico: tensor m-10 de acero inoxidable, (varilla roscada de HILTI) + resina química de HILTI. Mod. HY 150 MAX. Material, caliza masiva de buena calidad.	En combinación de plaqueta de acero inoxidable M-10 de FIXE. 100% cizalladura.	A 3.200 daN, se deforma el tensor y la plaqueta de conexión. Finalmente se fractura la varilla roscada a ras del suelo.	3.200 daN (graves deformaciones) 3.466 daN (fractura del tensor)



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: fijaciones químicas (anclajes multidisciplinarios).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
25	Anclaje químico: tensor m-8 (varilla roscada de HILTI) + resina química de WURTH. Mod. WIT C-100. Material, caliza masiva de buena calidad.	En combinación de plaqueta de acero bicromatado M-8 de FIXE. Tipo de carga combinada: 80% tracción + 20% cizalladura	Se fractura la varilla roscada a ras de la roca.	1.276 daN (fractura del tensor)
26	Anclaje químico: tensor m-10 de acero inox. de FIXE (tensor tipo argolla universal) + resina química de cánula de golpe, comercializada por FIXE. Material, caliza de muy buena calidad.	El tensor es en si, una argolla, no requiere de plaqueta de conexión. ¡este modelo de tensor no está roscado, dispone de grandes muelas en el vástago, para favorecer el agarre con la resina química! 100% cizalladura.	Se deforma levemente el tensor químico a 2.300 daN, a 3.000 daN la argolla del tensor se deforma gravemente y finalmente se fractura el tensor por la soldadura (punto de menor resistencia). Se observa que este modelo de resina de cánula, (FIXE), se adhiere especialmente bien a este tipo de tensores (modelos no roscados).	3.000 daN (graves deformaciones) 3.760 daN (fractura soldadura)



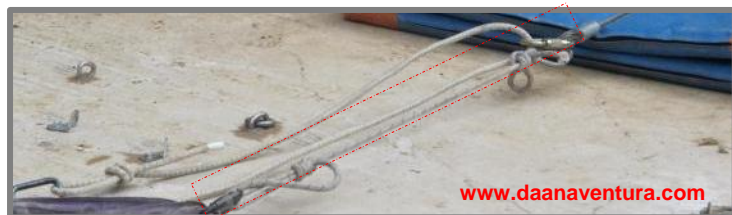
ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS: fijaciones estructurales sobre agujeros constructivos (anclajes multidisciplinares).

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
27	Anclaje estructural sobre agujero constructivo, el orificio ha sido realizado con broca m-8, sobre un saliente, e implica aproximadamente 2,5 cm de roca. Tipo anclaje de progresión, ya que implica muy poca superficie de roca.	Se utiliza un cordino ultraresistente de dyneema 100% y de 5.5mm. Se anuda el anillo de cuerda, mediante un pescador triple.	Se fractura la roca y el cordino a nivel visual, no está dañado, ni se aprecian deformaciones. Se utiliza este cordino, para el siguiente ensayo.	794 daN (fractura de la roca)
28	Anclaje estructural sobre agujero constructivo, el orificio ha sido realizado con broca m-12, sobre un saliente, e implica aproximadamente 4,5 cm de roca.	Se utiliza el mismo cordino del ensayo anterior (prueba nº 27), que no se había roto.	Se fractura el cordino ensayado (segunda prueba consecutiva).	1.936 daN (fractura del cordino)
29	Anclaje estructural sobre agujero constructivo, el orificio ha sido realizado con broca m-6, sobre un saliente, e implica aproximadamente 4 cm de roca.	Se utiliza un cordino ultraresistente de Vectran, de 4 mm de diámetro. Se anuda el anillo de cuerda, mediante un pescador triple.	Se fractura el cordino por el nudo.	1.032 daN (fractura del cordino)
30	Anclaje estructural sobre agujero constructivo, el orificio ha sido realizado con broca m-6, sobre un saliente, e implica aproximadamente 4 cm de roca.	Se utiliza un cordino ultraresistente de Vectran, de 4 mm de diámetro. Se anuda el anillo de cuerda, mediante un pescador triple.	Se fractura el cordino por el nudo, a nivel visual, el cordino no está dañado en las zonas de contacto con las roca.	1.114 daN (fractura del cordino)



ENSAYOS MECÁNICOS: sobre nudos de conexión usados en las diferentes disciplinas verticales.

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
31	Ensayo de una instalación directa sin mosquetón (anclaje flexible 100% de dyneema de 5.5 mm), atado a una cuerda tipo semiestática de 9 mm y de 1.3m de longitud, de fabricante desconocido, retirada de una cavidad del País Vasco por faltas de garantías (elemento aportado por un participante).	El anillo de dyneema (anclaje flexible) esta anudado mediante un pescador doble y la conexión directa a la cuerda , se efectúa con un nudo llano (no confundir con el nudo de alondra).	Se fractura la cuerda semiestática por la mitad (no se fractura por la base de ningún nudo). Referente a la conexión directa sin mosquetón, configuración que pretendíamos ensayar, parece estar en perfecto estado y a nivel visual, no se aprecian desperfectos, desgaste, ni otras anomalías.	604 daN (parada 1 minuto) 948 daN (parada 1 minuto) 1.010 daN (fractura de la cuerda semiestática)
32	Se ensaya una cuerda semiestática de 9mm de diámetro, UNE EN 1891 tipo B, mod. DANA y fabricada por KORDAS. El objeto de esta prueba, es valorar la resistencia de la cuerda ante diferentes nudos. La cuerda esta en uso y a nivel visual, parece en buen estado de conservación (fabricada en 2005, puesta en uso en 2009 y utilizada con baja frecuencia).	El elemento ensayado (cuerda) tiene una longitud de 1,30 m aproximadamente. En un extremo se anuda la cuerda, mediante un nudo de nueve y en el otro extremo se realiza un nudo ballestrinque , concretamente el nudo que se pretende valorar).	Según habladurías populares y algunas publicaciones obsoletas, el ballestrinque desliza a partir de los 600daN. El objetivo de esta prueba es valorar la resistencia real de este nudo, en una cuerda que se encuentra en uso. En este caso observamos que la cuerda se reorganiza en el mosquetón a 208 daN (como el resto de los nudos), pero que no desliza en ningún momento y finalmente se fractura por la base del nudo ballestrinque. El nudo de nueve, se encuentra muy apretado pero no muestra signos de debilidad aparente.	340 daN (parada 1 minuto) 600 daN (parada 1 minuto) 1.220 daN (fractura de la cuerda por la base del nudo)
33	Se ensaya una cuerda semiestática de 9mm de diámetro, UNE EN 1891 tipo B, mod. DANA y fabricada por KORDAS. El objeto de esta prueba, es valorar la resistencia de la cuerda ante diferentes nudos. La cuerda esta en uso y a nivel visual, parece en buen estado de conservación (fabricada en 2005, puesta en uso en 2009 y utilizada con baja frecuencia).	El elemento ensayado (cuerda) tiene una longitud de 1,30 m aproximadamente. En un extremo se anuda la cuerda, mediante un nudo de nueve y en el otro extremo se realiza un nudo dinámico bloqueado con sistema clásico (sin media vuelta adicional), concretamente el nudo que se pretende valorar.	Se fractura el nudo dinámico por su base, el nudo de nueve queda muy apretado, pero a nivel visual, no se aprecian desperfectos ni signos de desgaste.	1.050 daN (parada 1 minuto) 1.178 daN (fractura de la cuerda por la base del nudo)



ENSAYOS MECÁNICOS: sobre nudos de conexión usados en las diferentes disciplinas verticales.

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
34	Se ensaya una cuerda semiestática de 9mm de diámetro, UNE EN 1891 tipo B, mod. DANA y fabricada por KORDAS. El objeto de esta prueba, es valorar la resistencia de la cuerda ante diferentes nudos. La cuerda está en uso y a nivel visual, parece en buen estado de conservación (fabricada en 2005, puesta en uso en 2009 y utilizada con baja frecuencia).	El elemento ensayado (cuerda) tiene una longitud de 1,30 m aproximadamente. En un extremo se anuda la cuerda, mediante un nudo de ocho y en el otro extremo se realiza un nudo medio pescador doble .	Se fractura el nudo de ocho doble por su base, el medio pescador doble queda muy apretado, pero se observa que la cuerda en este tramo, no ha sufrido daños evaluables a nivel visual.	1.040 daN (parada 1 minuto) 1.208 daN (fractura de la cuerda semiestática)
35	Se ensaya una cuerda semiestática de 9mm de diámetro, UNE EN 1891 tipo B, mod. DANA y fabricada por KORDAS. El objeto de esta prueba, es valorar la resistencia de la cuerda ante diferentes nudos. La cuerda está en uso y a nivel visual, parece en buen estado de conservación (fabricada en 2005, puesta en uso en 2009 y utilizada con baja frecuencia).	El elemento ensayado (cuerda) tiene una longitud de 1,30 m aproximadamente. En un extremo se anuda la cuerda, mediante un nudo de nueve y en el otro extremo se realiza un nudo de ocho doble .	Se fractura el nudo de ocho doble por su base, el nudo de nueve, se encuentra muy apretado pero no muestra signos de debilidad aparente. Al cortar la camisa de la cuerda ensayada y observar el alma una vez concluida la prueba, se pudo observar que los filamentos se habían fundido, existiendo zonas muy desgastadas (no longitudinal).	1.032 daN (parada 1 minuto) 1.524 daN (fractura de la cuerda por la base del nudo)
36	Se ensaya una cuerda semiestática de 9mm de diámetro, UNE EN 1891 tipo B, mod. DANA y fabricada por KORDAS. El objeto de esta prueba, es valorar la resistencia de la cuerda ante diferentes nudos. La cuerda está en uso y a nivel visual, parece en buen estado de conservación (fabricada en 2005, puesta en uso en 2009 y utilizada con baja frecuencia).	El elemento ensayado (cuerda) tiene una longitud de 1,30 m aproximadamente. En un extremo se anuda la cuerda, mediante un nudo de nueve y en el otro extremo se realiza un nudo de tope (triple pescador simple) directamente sobre una plaqueta de conexión M-10 de FIXE bicromatada (sin mosquetón).	Se fractura el triple pescador simple por contacto con el canto de la plaqueta.	742 daN (parada 1 minuto) 870 daN (la camisa comienza a fracturarse) 884 daN (Se rompen fibras internas y finalmente la cuerda se fractura).



ENSAYOS MECÁNICOS REALIZADOS SOBRE: material técnico pluridisciplinar.

Nº ENSAYO	CARACTERÍSTICAS	CONFIGURACIÓN	OBSERVACIONES	ROTURA REAL
37	<p>Elemento ensayado es un maillón ligero de gran calidad y de apertura rápida. construido en aleación de aluminio. Modelo SPEEDY, fabricado por PETZL.</p> <p>Material en buen estado, se encontraba en uso antes de realizar el ensayo, aportado por un participante. (2 años de vida aproximadamente).</p>	TRACCIÓN	Se deforma el material a 2.000 daN, finalmente y tras sufrir graves deformaciones visibles, se termina fracturando.	<p>2.168 daN (deformaciones severas)</p> <p>2.548 daN (fractura del maillón)</p>
38	<p>Cuerda de 9mm aportada por un participante y retirada de uso por faltas de garantías (se encontraba instalada en una cavidad en 2011, fue recuperada y se guardo una muestra de 20m. para ensayarla). Se instala con un nudo de ocho doble, en el otro extremo se introduce un bloqueador mecánico modelo BASIC, fabricado por PETZL, retirado de uso ese mismo día por mostrar signos de desgaste acusado asociado al uso continuado (+ de 30.000 metros acumulados).</p>	TRACCIÓN	Se comienza a fracturar la camisa a 380 daN, a 396 daN se fractura la camisa totalmente (efecto calcetín), finalmente el alma de la cuerda resiste y es el BASIC, el que se fractura.	<p>396 daN (fractura de la camisa)</p> <p>710 daN (fractura del Basic)</p>



www.daanaventura.com

www.daanaventura.com

www.daanaventura.com

CONCLUSIÓN: SIMULACIONES Y ENSAYOS MECÁNICOS

LAS PRUEBAS MECÁNICAS PRESENTADAS EN ESTE DOCUMENTO, HAN SIDO DESARROLLADAS EN LA CANTERA DE ESCOBEDO (CANTABRIA). LOS DÍAS, 8, 9 Y 10 DE DICIEMBRE DE 2011, DURANTE EL TRANCURSO DE LA ACCIÓN FORMATIVA DE "EXPERTO EN INSTALACIÓN DE ANCLAJES PARA ACTIVIDADES VERTICALES". IMPARTIDO POR LA EMPRESA DAAN AVENTURA S.L. Y SOLICITADO POR UN GRUPO DE 21 ESPECIALISTAS EN TRABAJO VERTICAL, EMERGENCIAS, ESCALADA, ESPELEOLOGÍA, CAÑONES, RESCATE VERTICAL Y OTRAS DISCIPLINAS.

LOS SUPUESTOS PRÁCTICOS Y LA ELECCIÓN DEL MATERIAL TÉCNICO QUE SE HA SOMETIDO A LAS PRUEBAS MECÁNICAS FUE SELECCIONADO EN CONJUNTO POR EL CUADRO DOCENTE Y EL ALUMNADO.

LOS PARTICIPANTES HAN VISTO EN DIRECTO EL COMPORTAMIENTO FÍSICO DE DIVERSOS MATERIALES.

LOS ENSAYOS HAN ESTADO SUPERVISADOS POR EL EQUIPO DE FORMADORES DE DAAN AVENTURA S.L.

LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE ESTOS ENSAYOS SON DE CARÁCTER ORIENTATIVO Y MUESTRAN LA REALIDAD DE LO OCURRIDO EN ESTOS CASOS EN CONCRETO (CONFIGURACIÓN, MATERIAL QUE INTERVIENE, DISTANCIA, Y OTROS FACTORES.). ATENCIÓN, SERÍA UN ERROR TOMAR ESTOS DATOS COMO ÚNICOS O DEFINITIVOS.

LOS MODELOS, MARCAS Y FABRICANTES DE ANCLAJES QUE SE MUESTRAN EN ESTE DOC. HAN SIDO SELECCIONADAS NEUTRALMENTE, BAJO LOS SIGUIENTES CRITERIOS: CALIDAD, FIABILIDAD Y CAPACIDAD DE APLICACIÓN DE SUS PRODUCTOS A LAS DIFERENTES DISCIPLINAS VERTICALES.

LA FILOSOFÍA DE TRABAJO DEL EQUIPO DE DAAN AVENTURA S.L., Y CON EL ÚNICO OBJETIVO DE QUE LA INFORMACIÓN PRESENTADA SEA OBJETIVA, NO ADMITE COMPENSACIÓN ECONÓMICA DE NINGUNA ENTIDAD POR APARECER EN LA DOCUMENTACIÓN DEL CURSO. LOS ANCLAJES INSTALADOS DURANTE LA ACTIVIDAD FORMATIVA, HAN SIDO APORTADOS POR LAS ENTIDADES PREVIAMENTE SELECCIONADAS.

ATENCIÓN: LAS ACTIVIDADES EN ALTURA SON POTENCIALMENTE PELIGROSAS POR NATURALEZA.

RECUERDA: HAY QUE EXTREMAR PRECAUCIONES PARA PREVENIR POSIBLES INCIDENCIAS Y ACCIDENTES.

NO REALIZAR EQUIPACIONES COLECTIVAS CON MATERIAL DE FABRICANTES DESCONOCIDOS. SOLO UTILIZAR MATERIAL DE CONFIANZA Y DE FABRICANTES QUIENES INFORMEN NITIDAMENTE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE SUS ANCLAJES, Y GARANTICEN SUS PRODUCTOS PARA EL USO EN CUESTIÓN. ¡HAY ANCLAJES DE DIFERENTES MARCAS QUE PARECEN IGUALES A SIMPLE VISTA, PERO **¡NO TODOS TIENEN LA MISMA RESISTENCIA FINAL!**. EXISTEN DIFERENCIAS REALMENTE IMPORTANTE DE LA CALIDAD DE UN PRODUCTO Y NO SIEMPRE SON VISIBLES. ¡UTILIZAR EXCLUSIVAMENTE ANCLAJES DE FABRICANTES CONOCIDOS!

NUNCA Y EN NINGÚN CASO ACOMETER UNA INSTALACIÓN TEMPORAL DE CARÁCTER COLECTIVO SIN HABER ESTUDIADO PREVIAMENTE TODOS LOS AGENTES RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD. RECUERDA LA EJECUCIÓN DE UNA INSTALACIÓN COLECTIVA DESTINADA AL USO PÚBLICO, DEBE ESTAR SUPERVISADA POR UN ESPECIALISTA Y APOYADA EN UN ESTUDIO PREVIO DE LA ZONA EN CUESTIÓN. NO SOLO HAY QUE VALORAR LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS Y DEL EQUIPADOR, EXISTEN OTROS FACTORES QUE HAY QUE CONTEMPLAR:

.- RESPETAR LAS RUTAS CLÁSICAS Y EN REEQUIPACIONES, SIEMPRE QUE SE PUEDA, INTENTAR SER FIELES AL ITINERARIO ORIGINAL (ÉTICA DE EQUIPACIÓN). ES UNA OBLIGATORIEDAD TENER CONSIDERACIÓN CON LAS COSTUMBRES LOCALES, SIENDO RESPETUOSOS CON OTROS USUARIOS (EVITAR POSIBLES FRICCIONES CON OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS TRADICIONALMENTE EN EL ENTORNO).

.- CONOCER Y ACATAR Estrictamente LAS NORMAS DE LOS ESPACIOS NATURALES. EN CASO DE TRABAJAR EN ZONAS CON ALGUNA FIGURA DE PROTECCIÓN ESPECÍFICA, SOLICITAR PERMISO PREVIAMENTE. EN OCASIONES DESVIAR UN ITINERARIO TAN SOLO UNOS MÉTROS, PUEDE EVITAR LA DESTRUCCIÓN INECESARIA DE ELEMENTOS NATURALES Y/O ELUDIR MOLESTIAS A LA FAUNA ENDÉMICA DEL ENTORNO.



Para mas información, consultas técnicas y/o problemas de comprensión:

DIRECTOR DE LA ACCIÓN FORMATIVA:

DAVID DURÁN. daviddaan@hotmail.com

COORDINADOR PRUEBAS MECÁNICAS:

PACO TORREJÓN. soypaker10@yahoo.es