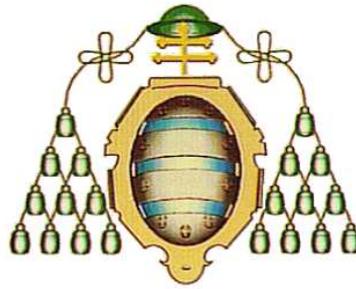


Universidad de Oviedo



Programa de Doctorado: ECONOMÍA Y EMPRESA
Departamento: Administración de Empresas

Tesis Doctoral

**ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TENDIDO DE
CABLE ELÉCTRICO: ERGONOMÍA, BIOMECÁNICA
POSTURAL Y EQUIPAMIENTO**

Carlos Alberto Varela García

2018



RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

1.- Título de la Tesis	
Español/Otro Idioma: ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO: ERGONOMÍA, BIOMECÁNICA POSTURAL Y EQUIPAMIENTO	Inglés: ORGANIZATION OF CABLE LAYING TASKS: ERGONOMICS, BIOMECHANICS AND EQUIPMENT
2.- Autor	
Nombre: CARLOS ALBERTO VARELA GARCÍA	DNI/Pasaporte/NIE:
Programa de Doctorado: ECONOMÍA Y EMPRESA	
Órgano responsable: CIP - Comisión académica del programa de doctorado en Ec. y Empresa	

RESUMEN (en español)

Dentro de la disciplina de la prevención de riesgos laborales, reducir la accidentalidad, concretamente los sobreesfuerzos y los trastornos musculoesqueléticos es una prioridad para numerosos sectores productivos. Las operaciones de tendido de cables eléctricos se caracterizan por una elevada intervención manual de los trabajadores, que requiere de los mismos considerables esfuerzos físicos.

Existen estudios generales de levantamiento y movimiento de cargas; sin embargo, se detecta un vacío de conocimientos específicos en relación al tendido de cable eléctrico.

Por tal motivo, se planteó la necesidad de realizar esta investigación con el objeto de analizar los sistemas de organización del trabajo asociados a esta tarea desde la citada perspectiva de la prevención de riesgos laborales.

El objetivo principal de esta investigación es demostrar que es posible la reorganización de las tareas de tendido de cable, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y salud en las que se realiza. Para ello se analizaron los sistemas de organización del trabajo asociados a estas operaciones desde la perspectiva de las disciplinas preventivas, de la seguridad y de la ergonomía, lo que representa un punto de vista no recogido en el sector eléctrico.

Enmarcado dentro de este objetivo también se logró:

- Recabar datos sobre aspectos comunes de las tareas de tendido en diferentes sectores productivos.
- Desarrollar una nueva clasificación de los diferentes métodos de tendido desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales.
- Identificar equipos de trabajo y de protección que superan a los que habitualmente se utilizan.



- Aplicar técnicas de objetivación muscular con el objeto de seleccionar el método de trabajo más seguro y productivo, en el caso de tendido de cables que sea imprescindible realizar de forma manual.
- Establecer nuevas prácticas y recomendaciones ergonómicas para la realización de esta tarea.

RESUMEN (en Inglés)

Reducing accidents, specifically those related with overexertion and musculoskeletal disorders, is a priority in many productive sectors. The electrical cable laying operations are characterized by an intense manual intervention of the worker, which demands considerable physical effort.

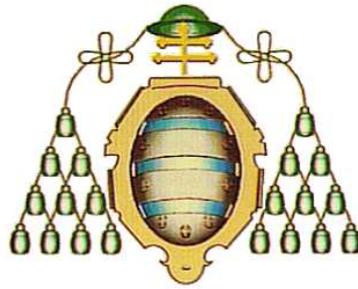
Diverse research works have focused on lifting and manual handling of loads; nevertheless, a specific knowledge gap is detected in relation to the task of electric cable laying. For this reason, this research aims to analyze the work organization systems associated with this task from an occupational health and safety perspective.

The main objective of this research is to demonstrate that it is possible to reorganize the tasks of electrical cable laying, in order to improve the safety and health conditions for the workers. To do so, the work organization systems associated with these operations were analyzed from a safety and ergonomics perspective, which represents a new point of view in the electricity sector.

Within this objective the following achievements were reached:

- Collecting data on common aspects of laying tasks in different productive sectors.
- Developing a new classification of the different laying methods from the occupational health and safety perspective.
- Identifying work and protection equipment that improve the performance of those usually employed in the sector.
- Applying muscular objectification techniques in order to select the safest and most productive working method, in the case of cable laying that is essential to perform manually.
- Establishing new practices and ergonomic recommendations to carry out this task.

Universidad de Oviedo



Programa de Doctorado: ECONOMÍA Y EMPRESA
Departamento: Administración de Empresas

Tesis Doctoral

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO: ERGONOMÍA, BIOMECÁNICA POSTURAL Y EQUIPAMIENTO

Carlos Alberto Varela García

Directores:

Dra. Ana Suárez Sánchez

Dr. Pedro Riesgo Fernández

2018

ÍNDICE

1 PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Tipos y clasificación de los cables eléctricos	3
1.1.3 Métodos de tendido de cables eléctricos	5
1.1.4 Soporte y distribución de cables eléctricos	6
1.2 Objetivos.....	9
2 METODOLOGÍA	11
2.1 Introducción.....	11
2.2 Revisión bibliográfica.....	12
2.2.1 Revistas especializadas en ergonomía.....	14
2.2.2 Revistas especializadas en seguridad laboral	15
2.2.3 Búsqueda en Google Scholar	16
2.2.4 Búsqueda en Google (idioma inglés)	17
2.2.5 Búsqueda en Google (idioma francés)	17
2.2.6 Otro material bibliográfico.....	17
2.3 Trabajo de campo	19
2.3.1 Selección de las obras a visitar.....	19
2.3.2 Reuniones y grupos de mejora	21
2.4 Electromiografía	25
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1 Resultados de la revisión bibliográfica.....	31
3.1.1 Resultados en revistas especializadas de ergonomía.....	35
3.1.2 Resultados en revistas especializadas de seguridad laboral	40
3.1.3 Resultados en Google Scholar.....	41
3.1.4 Resultados en Google.....	45
3.1.5 Resultados de búsquedas indirectas	52
3.2 Resultados del trabajo de campo	57
3.3 Análisis electromiográfico del tendido manual de cable eléctrico.....	66
3.3.1 Técnicas de tiro y resultados obtenidos.....	69
3.3.1.1 Técnica 1: Tracción de cable según técnica habitual de operario experimentado.....	69
3.3.1.2 Técnica 2: Tracción de cable sin bascular.....	71
3.3.1.3 Técnica 3: Tracción de cable basculando.....	74

3.3.2 Análisis comparativo de las técnicas de tiro.....	76
3.4 Reorganización del trabajo de tendido de cable eléctrico.....	80
3.4.1 Equipamiento	80
3.4.1.1 Tendido por tubería y sobre bandeja.....	80
3.4.1.2 Tendido subterráneo.....	82
3.4.1.3 Tendido en zanja.....	83
3.4.1.4 Tendido aéreo/sobre apoyos.....	85
3.4.1.5 Accesorios y equipos complementarios	89
3.4.1.6 Prototipo rodillo tiracables.....	93
3.4.2 Recomendaciones posturales y técnicas específicas para el tendido de cable.....	97
3.4.3 Actividades previas y posteriores.....	103
3.4.3.1 Consejos previos	103
3.4.3.2 Ejercicios de calentamiento y estiramiento.....	104
4 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO	113
4.1 Conclusiones.....	113
4.2 Líneas futuras de trabajo.....	119
5 REFERENCIAS	120
ÍNDICE DE FIGURAS.....	129
ÍNDICE DE TABLAS	131
ANEXO I. Encuestas focus group.....	133
ANEXO II. Evaluación de riesgos de la tarea de tendido de cable	135
ANEXO III. Fichas del manual de seguridad	158
ANEXO IV. Fichas seguridad máquinas.....	161
ANEXO V. Planos prototipo rodillo tiracables.....	168
ANEXO VI. Reportaje fotográfico de las pruebas realizadas en obra con el rodillo tiracables.....	180
ANEXO VII. Trípticos informativos	183
ANEXO VIII. Instrucciones técnicas relacionadas con el tendido de cable	186
ANEXO IX. Publicaciones derivadas	208

1 PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

1.1.1 Antecedentes

Dentro de la disciplina de la prevención de riesgos laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de Prevención de Riesgos Laborales*, 1995), y más concretamente dentro de las especialidades de la seguridad laboral y de la ergonomía, reducir la accidentalidad, concretamente los sobreesfuerzos y los trastornos musculoesqueléticos se ha convertido en una prioridad para numerosos sectores productivos.

El 33% de la población activa de la Unión Europea se encuentra sometida a posturas forzadas al menos durante la mitad de su jornada laboral (Álvarez- Casado, Hernández-Soto y Tello, 2009).

Álvarez-Casado et al. (2009) señalan que, en España, los accidentes producidos por sobreesfuerzos han pasado de representar el 15% del total de los accidentes con baja en 1988, al 37% en 2008. Según señala el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2015), esta cifra alcanzó un 39,7 % en el total de sectores (actividades económicas).

Los accidentes de trabajo por sobreesfuerzos incluyen una enorme variabilidad del tipo de lesión.

Los sobreesfuerzos con afectación de espalda son las lesiones más frecuentes (INSHT, 2015), lo que suponen el 39,9% sobre el total de sobreesfuerzos, mientras que el 60,1% restante de las lesiones se distribuyen en diferentes zonas anatómicas del sistema músculo-esquelético. Dicha afección, es la causa del 50% de las bajas laborales en España, lo que supone un coste del 2% del PIB Español (OIT, 2016).

En términos de incidencia en España, en 2015 se han producido 484,8 accidentes por sobreesfuerzos que afectan a la espalda por cada 100000 afiliados con la contingencia de accidente de trabajo cubierta. A esta localización les siguen las lesiones de pierna con incidencias de 170,5 por 100000.

Si se cotejan los datos numéricos del 2015 con los del 2014, se observa que los mayores incrementos en España los han experimentado las actividades de construcción

especializadas, dentro de las que se encuentra el montaje y mantenimiento eléctrico (INSHT, 2015).

En el sector eléctrico, las operaciones de tendido de cables eléctricos se caracterizan por una elevada intervención manual de los trabajadores, que requiere de los mismos considerables esfuerzos físicos.

Existen estudios generales de levantamiento y movimiento de cargas, incluso alguno específico, como *Escuela de espalda. La mejor postura*, 2004; *Guide de bonnes pratiques pour la prévention des troubles musculosquelettiques dans le secteur de télécommunications*; *Joint declaration on mobile work in the ICT sector*, 2017.

Sin embargo, tras consultar las principales fuentes de información relacionadas con la materia, como las normas europeas tales como la Directiva 90/269/CEE, de 29 de mayo de 1990, *que establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores* y la Directiva Marco 89/391/CEE, de 12 de junio de 1989, *relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*; el Real Decreto 487/1997 de 14 de abril de 1997, *Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores*; Notas Técnicas de Prevención del INSHT; *Guía Técnica para Manipulación Manual de Cargas*; y otras, se detecta un vacío de conocimientos específicos en relación al tendido de cable eléctrico.

Por tal motivo, se plantea la necesidad de realizar esta Tesis Doctoral con el objeto de analizar y mejorar los sistemas de organización del trabajo asociados a las operaciones de tendido de cableado eléctrico desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales.

1.1.2 Tipos y clasificación de los cables eléctricos

Existen cables eléctricos de diferentes tipos, con distintas características y con diversas denominaciones.

Es necesario realizar una introducción sobre los mismos ya que puede tener gran influencia según sus componentes y materiales en cuanto a la prevención de riesgos laborales, en concreto en relación al posible riesgo de sobreesfuerzos al que pueden estar expuestos los trabajadores intervinientes en este tipo de tarea, y porque dependiendo de sus características, algunos de ellos se utilizan en entornos que pueden implicar en su tendido riesgos adicionales como posturas forzadas, caída a distinto nivel, golpes con objetos y/o herramientas, riesgo eléctrico, estancia de los trabajadores en espacios confinados, etc.

Se llama cable a un conductor o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector. Los que se usan para conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más económico.

Generalmente cuentan con aislamiento del orden de 500 μm hasta los 5 cm. Dicho aislamiento es de material plástico, su tipo y grosor dependerá del nivel de tensión de trabajo, la corriente nominal, de la temperatura ambiente y de la temperatura de servicio del conductor.

Según Llorente (2015), un cable eléctrico se compone de:

- Conductor: elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- Aislamiento: recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- Capa de relleno: material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- Cubierta: está hecha de materiales que protegen mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

Un ejemplo de la sección de un cable eléctrico de uso común se detalla en la figura 1.

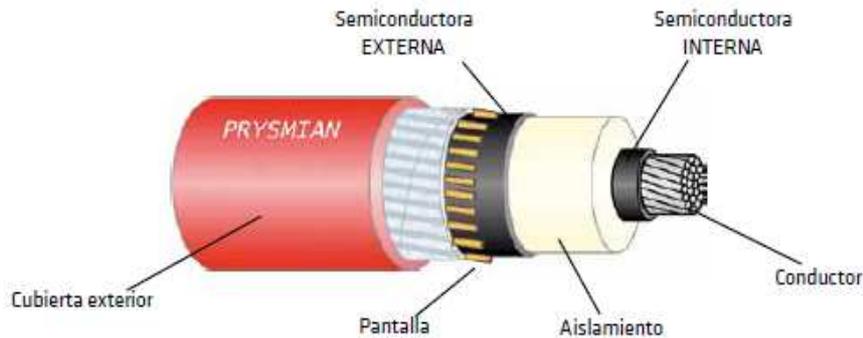


Figura 1. Sección de cable eléctrico (Prysmian, 2016)

El sistema utilizado para la designación de un cable eléctrico se compone de tres partes y en su conjunto es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la norma.

Ejemplo:

H07Z – K 1x16 mm²

H = Cable según normas armonizadas

07 = Tensión nominal del aislamiento 450/750 V

Z = Aislamiento de mezcla reticulada a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos.

K = Cable flexible para instalación fija. Clase 5.

1 x 16 = unipolar de 16 mm² de sección.

Los sistemas de designación de cables eléctricos están recogidos en las diferentes normas UNE (por ejemplo, serie de normas: UNE 21031: Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento termoplástico; UNE 21153: Cables flexibles planos con cubierta de policloruro de vinilo; etc.).

A pesar de que los cables eléctricos están normalizados, al contar con diversas características: pesos, radios de curvatura, etc., existen muchas denominaciones

comerciales de reconocido prestigio internacional como por ejemplo: Prysmian, General Cable, Top Cable, Nexans, etc., que también hay que tener en cuenta a la hora de seleccionar cables, dependiendo de las diferentes necesidades. Se muestra un ejemplo en la figura 2.

Cable Retenax AL 6,6 kV - Categoría I								
Datos dimensionales								
Sección nominal	Diámetro Conductor	Espesor aislante nominal	Espesor de envoltura nominal (cable sin armar)	Diámetro Exterior aprox. (cable sin armar)	Masa aprox. (cable sin armar)	Espesor de vaina nominal (cable armado)	Diámetro Exterior aprox. (cable armado)	Masa aprox. (cable armado)
mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/km	mm	mm	Kg/km
Unipolares Cat I								
25	6,0	2,5	1,8	19	465	1,8	24	730
35	7,0	2,5	1,8	20	550	1,8	25	830
50	8,2	2,5	1,8	21	585	1,8	26	870
70	9,9	2,5	1,8	23	690	1,8	28	1000
95	11,7	2,5	1,8	24	820	1,8	29	1150
120	13,1	2,5	1,8	26	920	1,9	31	1290
150	14,6	2,5	1,8	27	1040	1,9	32	1420
185	16,3	2,5	1,9	29	1200	2,0	34	1590
240	18,6	2,6	1,9	32	1430	2,1	37	1880
300	20,9	2,8	2,0	35	1720	2,2	40	2220
400	23,7	3,0	2,1	38	2100	2,3	43	2670
500	26,8	3,2	2,2	42	2520	2,4	47	3140
630	30,3	3,2	2,4	47	3130	2,5	53	3820

Figura 2. Datos técnicos de cable eléctrico (Prysmian, 2016)

1.1.3 Métodos de tendido de cables eléctricos

Los métodos de tendido de cables eléctricos son tan variados como el terreno involucrado en la colocación del cable.

Una de las diversas clasificaciones más aceptada sobre los distintos métodos de tendido de cable eléctrico fue la propuesta por Kellenberg, quien indica que las características del tendido de cable son comunes en varios sectores económicos como son el de la construcción naval, construcción civil, instalaciones industriales, energías renovables, etc.; y clasifica los tipos de tendido, entre otros, en los siguientes métodos:

- **Perforación direccional**

Este método de tendido se utiliza principalmente en dos aplicaciones: cerca de las playas, para proteger los cables contra el agua y la erosión de la arena y también en terreno duro y rocoso donde la excavación superficial es demasiado difícil o costosa.

Los cables pueden ser alimentados o tirados a través de túneles excavados con la perforación direccional y pueden incluso ser expuestos verticalmente, si es necesario, utilizando este método.

- **Excavación de zanjas**

Es un método de tendido de cables en el que se excava un surco o zanja, en la tierra más suave, luego se llena con los cables, tal y como se puede y es recubierta. A menudo, los cables tendidos usando esta técnica están enfundados en PVC, para protegerlos del polvo, la ionización y la interferencia de otros servicios públicos.

- **Tendidos aéreos**

Se trata, como su nombre indica, de tendidos eléctricos colgados y elevados sobre el suelo. En este método, los cables están soportados en distancias intermitentes por polos, también llamados postes, apoyos o torres, los cuales pueden ser de hormigón, metálicos o de madera.

Desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, para esta Tesis Doctoral fue necesario desarrollar posteriormente otra clasificación de los tendidos de cable eléctrico, teniendo en cuenta además del terreno involucrado en el tendido, los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores participantes en esta tarea.

1.1.4 Soporte y distribución de cables eléctricos

Muchos cables eléctricos son distribuidos por el interior de tuberías y/o soportados por bandejas.

Las bandejas son sistemas de apoyo rígido continuo, diseñadas para el soporte y distribución de cables eléctricos o redes de comunicación. Pueden soportar líneas de potencia de alta tensión, cables de distribución de potencia de baja tensión, cables de control, distintos tipos de cables para telecomunicaciones, etc. En la figura 3 se muestran bandejas de una instalación industrial.



Figura 3. Bandejas de una instalación
Fuente: Elaboración propia

Existen diferentes tipos de bandejas: tipo escalera, perforada, blindada, etc.

En la figura 4 puede verse a modo de ejemplo un tipo concreto de bandeja.

VIATEC
Perforated side 110
Perforada ala 110

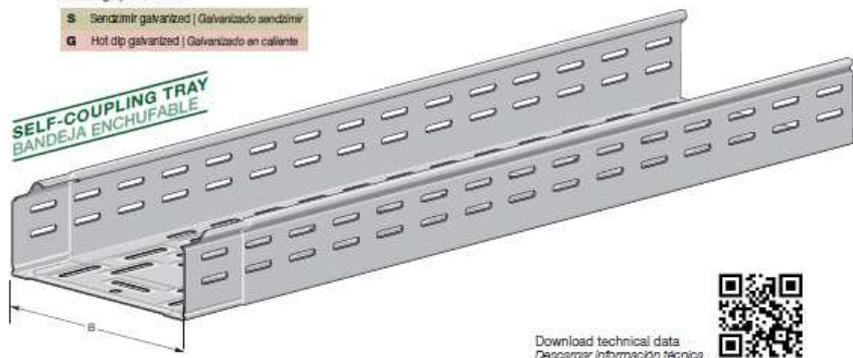


Laminated and stamped sheet steel cable tray with die cut holes and protected edges
Bandeja de acero laminado, troquelada, embutida y con bordes de protección.

Length 3 m
 Longitud 3 m

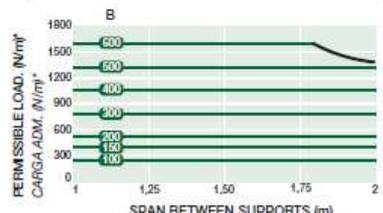
Coatings | Acabados:

- S** Sendzimir galvanized | Galvanizado sendzimir
- G** Hot dip galvanized | Galvanizado en caliente



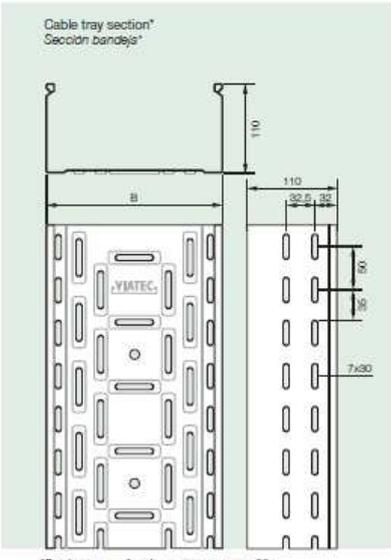
Download technical data
 Descargar información técnica

Referencia	B	Weight/Peso kg/m	Useful cross section Sección útil mm ²	m pack.
P1010S	100	1,47	10120	12
P1015S	150	1,97	15520	12
P1020S	200	2,17	20920	6
P1030S	300	3,08	31720	6
P1040S	400	4,04	42520	6
P1050S	500	5,30	53320	6
P1060S	600	6,12	64120	6
P1010G	100	1,99	10120	12
P1015G	150	2,27	15520	12
P1020G	200	2,50	20920	6
P1030G	300	3,54	31720	6
P1040G	400	5,34	42520	6
P1050G	500	6,10	53320	6
P1060G	600	7,04	64120	6



*Values obtained using 3 TCA612... bolts with toothed lock nut (1 on each side and 1 on the bottom)
 *Valores obtenidos utilizando 3 tornillos TCA612... con tuerca dentada (1 en ambos lados y 1 en la base).

All measurements in mm
 Dimensiones en mm



*See bottom perforation pattern on page 55.
 *Ver resto de dimensiones y perforaciones en la página 55.

Figura 4. Bandeja portacables
(Interflex/Marca MULTIVIA, 2016)

1.2 Objetivos

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral es demostrar que es posible la reorganización de las tareas de tendido de cable eléctrico con el fin de mejorar las condiciones de seguridad y salud en las que se realiza. Para ello se analizan los sistemas de organización del trabajo asociados a las operaciones de tendido de cableado eléctrico desde la perspectiva de las disciplinas preventivas, de la seguridad laboral y de la ergonomía, lo que representaría un punto de vista no recogido hasta ahora en el sector eléctrico.

Enmarcado dentro de este objetivo principal, en esta investigación, se pretende alcanzar otros objetivos específicos:

- Revisión a nivel de publicaciones científicas existentes sobre la tarea de tendido de cable eléctrico desde el enfoque de la prevención de riesgos laborales, con el objeto de recabar datos e informaciones sobre análisis ergonómicos, recopilar estadísticas sobre incidencias laborales en los trabajadores (tasa de absentismo, costes económicos, etc.) y conocer la incidencia, así como otros aspectos comunes de las tareas de tendido de cable en diferentes sectores productivos.
- Clasificar y analizar los diferentes métodos de tendido de cable eléctrico, desarrollando una nueva clasificación de los mismos desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales.
- Identificar todos aquellos equipos de trabajo, de protección colectiva y personal, disponibles actualmente en el mercado para este tipo de tarea, con el objeto de recopilar todos lo existentes, identificando aquellos que superaran a los que más habitualmente se utilizan.
- Identificar otros posibles equipos y medios auxiliares, que utilizándose en actividades distintas a la del tendido de cable eléctrico, pudieran ser igualmente de interés y aplicabilidad para esta tarea objeto de investigación.
- Explorar la posibilidad del desarrollo de prototipos auxiliares que ayudaran a los trabajadores a realizar esta tarea de una forma más segura, así como posibles

equipamientos, que eliminaran los riesgos asociados, combinado materiales ligeros, pero de gran resistencia que actualmente se puedan estar utilizando en otro tipo de actividades.

- En el caso de tendido de cables que sea imprescindible que fueran realizados de forma manual, aplicar técnicas de objetivación muscular con el objeto de seleccionar la técnica de tiro más adecuada, más segura y saludable para los trabajadores, y a su vez más productiva.
- Reorganizar el trabajo de tendido de cable eléctrico y establecer nuevas prácticas y recomendaciones ergonómicas específicas para la realización de esta tarea específica, con el fin de mejorar las condiciones en las que se realiza, reducir la siniestralidad e incrementar la productividad.

2 METODOLOGÍA

2.1 Introducción

Con el fin de conocer en profundidad el alcance y estado de la investigación actual sobre la tarea de tendido de cable, fue necesario realizar una revisión bibliográfica a nivel de normativa, publicaciones científicas, así como de catálogos de fabricantes de equipos de trabajo, equipos auxiliares y de protección.

Complementariamente se realizó un trabajo de investigación de campo analizando los diferentes tipos de tendido, visitando para ello obras en las que se aplicaron diferentes métodos de tendido de cable y en distintos entornos de trabajos, con el objeto de establecer con los datos obtenidos, reuniones y grupos de mejora aplicando técnicas de focus group (Sampieri, Collado y Lucio, 2010), con los mandos y trabajadores intervinientes en esta tarea.

Y para el caso en el que ciertos tendidos era necesario que se realizaran de forma manual, se aplicaron técnicas de objetivación de la actividad muscular, con el fin de poder evaluar métodos diferentes de tendido, con el objeto de seleccionar el método más adecuado desde un punto de vista biomecánico (Konrad, 2005).

2.2 Revisión bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se fundamentó en la revisión de publicaciones científicas especializadas en ergonomía y seguridad laboral de mayor impacto, mediante la revisión automatizada en bases de datos electrónicas y la utilización de recursos informáticos.

Entre las herramientas empleadas en este análisis se incluye la Web of Science (Fecyt, 2015) la Biblioteca de la Universidad de Oviedo (Buo.uniovi, 2015), el Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo (Buo.uniovi, 2015), buscadores académicos, así como la internet invisible, con el objeto de:

- Recabar datos e informaciones sobre análisis ergonómicos y posibles mejoras detectadas.
- Recopilar estadísticas sobre incidencias laborales en los trabajadores (tasa de absentismo, costes económicos, etc.).
- Conocer la incidencia, así como otros aspectos comunes de las tareas de tendido de cable en diferentes sectores productivos.
- Obtener equipos y equipos auxiliares que superen a los actualmente utilizados en este tipo de tarea.

En definitiva, se realizó una revisión bibliográfica sobre las operaciones de tendido de cable desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales; ergonomía y seguridad laboral.

El listado obtenido en el *Journal Rankings on Human Factors and Ergonomics*, de las revistas científicas en el ámbito de la ergonomía y la seguridad laboral se muestra en la figura 5.

	Title	Type	SJR	H index	Total Docs. (2014)	Total Docs. (3years)	Total Refs.	Total Cites (3years)	Citable Docs. (3years)	Cites / Doc. (2years)	Ref. / Doc.	Country
1	IEEE Transactions on Human-Machine Systems	j	Q1 2,443	76	106	298	3.481	1.175	289	3,57	32,84	
2	Journal of Personal Selling and Sales Management	j	Q1 1,644	27	16	78	921	160	73	2,04	57,56	
3	Journal of Anthropological Archaeology	j	Q1 1,349	42	56	121	5.964	285	120	1,95	106,50	
4	Accident Analysis and Prevention	j	Q1 1,193	88	350	1.084	14.762	2.969	1.068	2,44	42,18	
5	Applied Ergonomics	j	Q1 0,974	58	209	363	8.150	815	346	2,29	39,00	
6	Human Factors	j	Q1 0,957	72	109	223	4.387	504	219	2,06	40,25	
7	International Journal of Human Computer Studies	j	Q1 0,898	82	90	210	3.933	468	204	2,07	43,70	
8	Ergonomics	j	Q1 0,893	72	181	409	6.347	706	401	1,70	35,07	
9	International Journal of Industrial Ergonomics	j	Q2 0,677	49	117	212	3.959	344	202	1,31	33,84	
10	International Journal of Sustainability in Higher Education	j	Q2 0,661	24	30	79	1.129	142	79	1,41	37,63	
11	International Journal of Human-Computer Interaction	j	Q2 0,638	38	76	176	3.868	323	172	1,62	50,89	
12	Telecommunications Policy	j	Q2 0,632	45	100	254	4.108	448	240	1,66	41,08	
13	New Technology, Work and Employment	j	Q2 0,536	28	18	54	911	96	51	1,94	50,61	
14	Employee Responsibilities and Rights Journal	j	Q2 0,429	17	27	78	1.340	43	59	0,72	49,63	
15	Facilities	j	Q2 0,427	15	44	115	2.190	109	114	0,77	49,77	
16	Color Research and Application	j	Q3 0,418	44	88	175	2.200	164	137	1,03	25,00	
17	Theoretical Issues in Ergonomics Science	j	Q3 0,413	9	39	104	1.986	79	99	0,69	50,92	
18	SAE International Journal of Transportation Safety	j	Q3 0,401	2	16	34	384	21	34	0,62	24,00	
19	Footwear Science	j	Q3 0,366	6	23	253	248	97	249	0,45	10,78	
20	Technology in Society	j	Q3 0,317	31	53	93	2.458	96	85	1,09	46,38	
21	Journal of Evidence-Based Social Work	j	Q3 0,315	10	34	112	1.276	54	108	0,43	37,53	
22	Human Factors and Ergonomics in Manufacturing	j	Q3 0,312	23	76	160	2.888	81	131	0,66	38,00	
23	Historical Records of Australian Science	j	Q4 0,295	6	18	12	1.943	7	12	0,70	107,94	
24	Reviews of Human Factors and Ergonomics	k	Q4 0,294	5	0	24	0	23	21	0,46	0,00	
25	Journal of Physiological Anthropology	j	Q4 0,272	30	33	102	861	98	98	0,94	26,09	
26	Revista de Psicopatología y Psicología Clínica	j	Q4 0,250	5	22	57	885	42	57	0,70	40,23	
27	Travail Humain	j	Q4 0,235	13	8	49	466	20	48	0,39	58,25	
28	Ergonomics in Design	j	Q4 0,204	14	26	86	423	22	64	0,38	16,27	
29	Sports Technology	j	Q4 0,116	1	0	25	0	4	20	0,20	0,00	

Figura 5. Revistas científicas en el ámbito de la ergonomía y la seguridad laboral
(Journal Rankings on Human Factors and Ergonomics)

2.2.1 Revistas especializadas en ergonomía

De las revistas especializadas se seleccionaron en una primera fase las relacionadas con la ergonomía. Se puede ver en la tabla 1 las revistas especializadas en ergonomía seleccionadas para su análisis.

ERGONOMÍA	
Revista	URL
APPLIED ERGONOMICS	http://www.journals.elsevier.com/applied-ergonomics/
ERGONOMICS	http://www.tandfonline.com/toc/terg20/current
INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ERGONOMICS	http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-industrial-ergonomics/
HUMAN FACTORS	http://www.sagepub.com/journals/Journal201912
NEW TECHNOLOGY WORK AND EMPLOYMENT	http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1468-005X
Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries	http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1520-6564
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics	http://archiwum.ciop.pl/757.html

Tabla 1. Revistas científicas de ergonomía seleccionadas

Se eligieron las palabras clave, y sus combinaciones para lanzar la búsqueda en los correspondientes portales web de los editores. Debido al alcance de la investigación, la búsqueda se ciñó a lo relacionado con el tendido de cable por parte de trabajadores, incluyendo en todas las búsquedas la palabra “CABLE”, salvo en la búsqueda con “ELECTRICIAN”.

Se dieron por adecuados los artículos cuya temática de estudio fuese la de instalación de cableado (tendido o levantamiento) realizada por trabajadores.

- CABLE LAYING PULLING
- WIRE LAYING PULLING
- CABLE LAYING
- CABLE DRAGGING
- CABLE
- ELECTRICIAN

2.2.2 Revistas especializadas en seguridad laboral

Desde el punto de vista de seguridad laboral el tendido de cable eléctrico también podría ser de interés, por lo que también se planificó una búsqueda en las revistas científicas que se pueden ver en la tabla 2.

SEGURIDAD LABORAL	
Revista	URL
ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION	http://www.journals.elsevier.com/accident-analysis-and-prevention/
JOURNAL OF SAFETY RESEARCH	http://www.journals.elsevier.com/journal-of-safety-research/
RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY	http://www.journals.elsevier.com/reliability-engineering-and-system-safety/
SAFETY SCIENCE	http://www.journals.elsevier.com/safety-science/

Tabla 2. Publicaciones científicas seleccionadas sobre seguridad laboral

Las palabras clave para estas pesquisas fueron similares a las empleadas en las revistas sobre ergonomía, es decir:

- CABLE LAYING PULLING
- WIRE LAYING PULLING
- CABLE LAYING
- CABLE DRAGGING
- CABLE
- ELECTRICIAN

2.2.3 Búsqueda en Google Scholar

Una vez completada la fase de búsqueda en revistas científicas, y ante el reducido número de publicaciones encontradas, se decidió ampliar las indagaciones en el buscador específico Scholar de Google. En este caso la selección de palabras clave se realizó con operadores AND (combinaciones de términos entre comillas), lo que permitió hacer una búsqueda más acotada al ámbito del estudio. Por ejemplo, los términos “cable” y “pulling” arrojaban resultados de muy diversa naturaleza, por lo que decidió emplear las expresiones en inglés de “tiro de cable” más comúnmente empleadas en diversos artículos encontrados previamente.

Las palabras clave seleccionadas fueron:

- “CABLE DRAGGING” ERGONOMIC
- “FEEDING WIRE” ERGONOMIC
- "PULLING CABLE" MUSCLE EMG
- "PULLING CABLE" EMG MUSCULOSKELETAL
- "PULLING CABLE" ERGONOMIC
- “PULLING CABLE” MUSCULOSKELETAL
- "CABLE PULLING" MUSCLE EMG
- "PULLING CABLE" FRICTION FOREST
- "PULLING CABLE" FRICTION MINERY

2.2.4 Búsqueda en Google (idioma inglés)

Para completar la búsqueda, se decidió emplear el buscador generalista Google, considerando que con las palabras clave convenientemente elegidas, se ampliarían los posibles resultados obtenidos. Los términos de búsqueda fueron similares a los empleados en Google Scholar salvo en algunos operadores AND (términos entre comillas) para poder ampliar el rango de búsqueda.

- CABLE DRAGGING ERGONOMIC
- FEEDING WIRE ERGONOMIC
- "PULLING CABLE" MUSCLE EMG
- "PULLING CABLE" EMG MUSCULOSKELETAL
- PULLING CABLE ERGONOMIC
- "PULLING CABLE" MUSCULOSKELETAL
- "CABLE PULLING" MUSCLE EMG

2.2.5 Búsqueda en Google (idioma francés)

Se lanzó una búsqueda también en francés, dado que en este idioma se encuentran publicaciones sobre ergonomía de gran calidad.

Las palabras clave fueron las siguientes:

- TIRAGE CABLE
- TIRAGE CABLE EMG DEROULER
- TIRAGE CABLE ERGONOMIQUE DEROULER

2.2.6 Otro material bibliográfico

En el tendido de cable existen otros problemas mecánicos adicionales derivados del desfase de la acción conjunta de las personas que traccionan el cable, desde posibles accidentes, a posibles problemas, como alargamientos del cable o en su recubrimiento que, de no ser descubiertos en el acto, pueden ocasionar problemas posteriores y difíciles de resolver, que necesiten localizar la avería, y para ello deba procederse a desinstalar

gran parte del tendido, con las consiguientes molestias, riesgos para los trabajadores, gastos adicionales, etc.

Por los citados problemas, se consideró también necesario analizar catálogos de proveedores de reconocido prestigio especialistas en la materia de los sistemas existentes, con el objeto de identificar los equipos de trabajo y medios auxiliares que ayudaran a minimizar los esfuerzos de tracción sobre el cable y que facilitaran la labor de tendido, disminuyendo la necesidad de mano de obra de personal hasta unos mínimos, o incluso evitaran la utilización de ésta si se realiza el tendido mediante algún tipo de motorización.

Asimismo, se buscaron equipos de protección personal que pudieran facilitar estas labores e identificar otros posibles equipos de interés que utilizándose actualmente en otras actividades fueran también útiles para la tarea objeto de esta investigación.

2.3 Trabajo de campo

Complementariamente a la revisión bibliográfica, el análisis de equipos de trabajo, medios auxiliares y de protección de los diferentes catálogos de proveedores especialistas en los mismos, se consideró oportuno realizar un trabajo de campo analizando los diferentes métodos de tendidos con el objeto de poder visualizar su ejecución y analizarlos en reuniones y grupos de mejora con los trabajadores de diferentes empresas del Grupo Isastur (Isastur, 2016), que realizan y participan habitualmente en estos trabajos.

2.3.1 Selección de las obras a visitar

Se hizo una selección previa de las obras en ejecución por parte de las empresas del Grupo Isastur que realizan esta actividad, incluyendo también a sus subcontratas.

Con el objeto de analizar la diferencia entre los diferentes métodos de tendido seleccionados, en la citada selección se tuvo en cuenta no sólo la variedad de los tipos de tendido, sino también obras con diferente orografía, climatología, así como la posible influencia en relación a la cultura, costumbres y medios disponibles en diferentes Países.

Teniendo en cuenta lo comentado, se seleccionaron obras en distintas localizaciones en: España, en Rumanía y en Chile, centrándonos en los tendidos más habituales realizados en los sectores de industria y de nuevas energías. Ver tabla 3.

PAÍS	REGIÓN	TIPO DE TENDIDO	TIPO DE CABLE	OBRA
RUMANÍA	ALBESTI	En zanja	Cable de aislamiento seco tipo RHZ1-OL (con obturación longitudinal por encima de pantalla) 12/20 kV 1x400 mm ² Al H16	Parque eólico
ESPAÑA	ASTURIAS	En zanja	HEPRZ1 12/20kV 1x150 mm AL+H16 (conductor clase 2), con armadura de hilos de cobre y con un peso lineal de 2,01 Kg/m (cable seleccionado para las pruebas de electromiografía posteriores)	Parque eólico
ESPAÑA	GALICIA	Aéreo	LA-110 y LA-56	Mto. eléctrico
CHILE	PAMPA NORTE	Aéreo	Conductor ACAR 700 MCM Cable desnudo de aluminio acero (ACSR) LA-280	Fotovoltaica
ESPAÑA	ANDALUCÍA	Subterráneo	A.T.: cables entre 9 y 12 cm de diámetro aprox. y con un peso/metro de unos 8 hasta 30 kg/m en función del material del conductor y la sección (aluminio/cobre)	Industria
ESPAÑA	ASTURIAS	Sobre bandeja y tubería	Diversidad de cables: apantallados, sin apantallar, armados, sin armar, multipolar, unipolar, cobre aluminio, etc. B.T: cables RV-K, RVKV-K, VV-K y Lyici. Son cables de fuerza, cables de variadores apantallados, cables de control. B.T: cables de distribución RZ1-K 0,6/1kV, aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina	Industria

Tabla 3. Obras visitadas

Durante las visitas a las diferentes obras, se realizaron anotaciones, entrevistas, grabaciones y fotografías, algunas de las cuales se muestran a lo largo de esta Tesis Doctoral.

2.3.2 Reuniones y grupos de mejora

Posteriormente se analizó el material obtenido en las visitas a obra en reuniones y grupos de mejora establecidos con los mandos y trabajadores del Grupo Isastur que realizaban habitualmente tendido de cable.

En las citadas reuniones, se aplicaron técnicas de focus group.

Los focus group, también conocidos como grupos focales suelen utilizarse para explorar un tema de interés para la investigación pudiendo dar información muy valiosa acerca del potencial de un concepto (Sampieri, Collado y Lucio, 2010).

Su utilización es habitual en estudios de mercado y en este caso particular serviría para conocer la opinión de los trabajadores, usuarios últimos de cualquier innovación que se realice en esta disciplina.

Para ello durante una sesión se alienta a los participantes en la reunión a discutir sobre el tema investigado y se analizan las reacciones que provocan en ellos. Son por ello una herramienta muy importante para recibir retroalimentación de diversos temas, obteniéndose información muy valiosa de primera mano (Sampieri et al., 2010).

Los grupos focales constituyen una técnica cualitativa de recolección de información basada en entrevistas colectivas y semiestructuradas realizadas a grupos homogéneos. Para el desarrollo de esta técnica se instrumentan guías previamente diseñadas y en algunos casos, se utilizan distintos recursos para facilitar el surgimiento de la información (mecanismos de control, dramatizaciones, relatos motivadores, proyección de imágenes, etc.) (Aubel, 1994).

Para que esta técnica funcione adecuadamente los grupos tienen que ser reducidos (de seis a doce personas) y con la guía de un moderador.

Los grupos focales se utilizan para:

- Ayudar a revelar información sobre una temática.
- Obtener mayor cantidad y variedad de respuestas que pueden enriquecer la información respecto de un tema.
- Enfocar mejor una investigación.
- Obtener ideas para desarrollar estudios ulteriores.

La utilización de estas técnicas cuenta con las siguientes ventajas:

- El ambiente de grupo puede entregar una atmósfera de seguridad, en la cual los participantes no se sientan presionados a responder cada una de las preguntas formuladas, pudiendo de este modo expresarse de una manera espontánea.
- La flexibilidad que ofrece este ambiente grupal le permite al facilitador o moderador (entrevistador a cargo de la técnica) explorar otros temas relacionados a medida que van surgiendo.
- Los resultados se encuentran disponibles con mayor rapidez para los miembros del proyecto.
- La técnica promueve un proceso de comunicación colaborativa con los beneficiarios del proyecto y hace que el personal del mismo mejore sus habilidades para comunicarse.

Aunque también pueden tener las siguientes desventajas:

- Los resultados no pueden trabajarse estadísticamente, puesto que los entrevistados no son representativos de la población total.
- Los participantes pueden sentirse incómodos al discutir en grupo ciertos temas.
- El que tiene mayor facilidad de palabra puede dominar la discusión grupal.
- Los participantes tienden a estar de acuerdo, a coincidir con los demás integrantes del grupo, en lugar de expresar opiniones de la minoría.

Se piensa que la calidad de la información relevada mediante esta técnica depende, en gran parte, del trabajo realizado por los facilitadores. Al respecto, Scrimshaw y Hurtado (1988) nos proporcionan algunas recomendaciones y técnicas que ayudan a obtener mejores datos durante la realización de las entrevistas. Las mismas son:

- **Sustitución:** Es un cambio en la presentación de la pregunta, usando algunas palabras diferentes, pero sin variar el sentido de la misma. El facilitador debe estar seguro de que la forma en que se formula la pregunta no sugiere en sí una contestación determinada.
- **Clarificación:** Después de que la pregunta haya sido contestada por el participante, se puede repetir dicha respuesta a fin de clarificar o profundizar más en el tema.
- **Reorientación:** Esta técnica ayuda a animar la discusión entre todos los participantes.
- **El experto:** Es preferible que personas "especializadas" (autoridades, etc.) no asistan a las reuniones.
- **El que no participa:** Para animar a un participante apacible, el facilitador debe dirigirse directamente a él utilizando su nombre y puede abiertamente solicitarle su opinión.
- **El participante dominante:** Cuando en el grupo exista un participante dominante, el facilitador puede solicitar una participación más activa del resto.

Para el desarrollo de esta técnica cualitativa de recolección de información, se crearon tres grupos de mejora.

Dos de ellos formado por seis trabajadores en los que había trabajadores con mayor y con menor experiencia en este tipo de tareas y a su vez, alguno había estado desempeñando sus funciones en las obras analizadas durante el trabajo de campo.

Otro de los grupos se formó con seis integrantes con nivel de mando / jefe de obra con experiencia en la realización de esta tarea y dos de ellos habían estado desempeñando sus funciones de mando en dos de las obras analizadas durante el trabajo de campo.

Se organizaron tres reuniones, una con cada grupo, con una duración aproximada de una hora cada una de ellas.

Cada reunión fue dirigida por un técnico de prevención con formación en las especialidades de seguridad laboral y ergonomía.

En cada una de ellas, se les informó de las anotaciones tomadas durante el trabajo de campo y se visualizaron las fotografías de obra, analizándose y evaluando los riesgos de este tipo de trabajos empleándose la metodología de evaluación de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2016).

También se analizó documentación sobre los equipos de trabajo y medios auxiliares de los catálogos de proveedores de reconocido prestigio que se utilizan habitualmente en este tipo de trabajos. La citada documentación se les hizo llegar a los trabajadores previamente a las reuniones.

En el Anexo I se pueden ver los cuestionarios utilizados en las citadas reuniones.

2.4 Electromiografía

Con el objeto de evaluar la demanda muscular asociada a la operación manual de tiro de cable, se consideró necesario emplear técnicas de electromiografía de superficie.

Los resultados de emplear dichas técnicas nos permitirían comparar diferentes técnicas de tiro y realizar recomendaciones ergonómicas que optimizaran el rendimiento biomecánico.

Según Konrad (2005), la técnica de medición electromiográfica (EMG) permite registrar la actividad muscular en el desarrollo de una operación, permitiendo obtener una valoración del esfuerzo que cada tarea demanda de la persona que la realiza, a través de señales eléctricas.

La señal obtenida, y monitorizada, es expresada en micro voltios, y es filtrada mediante un tratamiento de alisado RMS (root mean square) que consiste en aplicar la media cuadrática al valor puro de la señal.

El resultado de este alisado es posteriormente normalizado con respecto a la Máxima Contracción Voluntaria (MCV) de cada músculo, obtenida mediante contracciones isométricas de cada uno de ellos. El cálculo de la MCV se obtiene a partir de un ancho de ventana (window width) de 0,5 segundos. En resumen, la electromiografía (EMG) consiste en el análisis de:

- Microvoltajes originados por activación muscular
- Máxima contracción voluntaria (MCV)
- Nivel de actividad muscular
- Sincronización de los resultados con señal de vídeo

Debido a la necesidad de utilizar un equipamiento específico, se desarrollaron las citadas técnicas de objetivación de la actividad muscular para evaluar de entre diferentes técnicas de tendido la más adecuada desde un punto de vista biomecánico, en el Centro Tecnológico para la Automoción de Galicia (CTAG - Centro Tecnológico de Automoción de Galicia, 2016).

Al tratarse de una investigación desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales y de carácter ergonómico, con el fin de obtener los resultados más ajustados a la realidad, para las citadas pruebas se seleccionó el cable eléctrico:

HEPRZ1 12/20Kv 1x150mm AL+H16 (conductor CLASE 2), con armadura de hilos de cobre y con un peso lineal de 2,01 Kg/m, por tratarse de uno de los cables eléctricos que en la actualidad es tendido con mayor frecuencia, principalmente en el sector de nuevas energías (parques eólicos). Y, porque además este cable tiene un peso considerable.

En la investigación participaron 3 voluntarios, todos varones, (M= 27,6 años; DT=3,06). Uno de ellos trabajaba habitualmente en tareas de tendido de cable en el Grupo Isastur (sujeto 1), mientras que los otros dos no tenían experiencia en este tipo de operaciones, aunque presentaban una buena forma física.

La media de peso y talla de los participantes en este estudio fue 73,9 Kg (DT=5,35) y 1,76 m (DT=0,03), respectivamente.

El equipamiento utilizado para la simulación fue el siguiente:

- Banco de pesas estándar, similar a los empleados en musculación, como el de la figura 6.
- Cable eléctrico HEPRZ1 12/20Kv 1x150mm AL+H16 (conductor CLASE 2), con armadura de hilos de cobre y con un peso lineal de 2,01 Kg/m (facilitado por el Grupo Isastur).
- 2 Electromiógrafos, MEGA, modelo ME6000, de MEGA ELECTRONICS LTD, para el registro del potencial eléctrico del músculo.
- 2 DVTrigger, de MEGA ELECTRONICS LTD para la sincronización de las señales EMG con vídeo.
- Software MegaWin (v 2.3.1), de MEGA ELECTRONICS LTD, para el tratamiento de los datos.
- Electrodo para ECG Ag/AgCl, con adhesivo conductor de MEDIATRACE, diámetro 3 mm.
- Cámaras de vídeo para el registro de las imágenes.



Figura 6. Banco de pesas estándar para la simulación de la tracción del cable
Fuente: Elaboración propia

En el laboratorio se reprodujeron las condiciones dinámicas de estas operaciones mediante un banco de pesas mecánico, que reproduce los esfuerzos de tiro reales asociados a esta tarea.

De la información recabada por la técnica de EMG, se pretendía determinar aquellas actividades que dan lugar a mayores niveles de tensión muscular, y cuantificaron dichos niveles con objeto de permitir:

- Justificar la definición del proceso de trabajo con los medios y/o ayudas mecánicas necesarias.
- Establecer técnicas de trabajo más seguras y saludables, contribuyendo a la reducción de accidentes.

Bajo criterio fisioterápico, se seleccionaron los músculos relacionados con los movimientos objeto de la investigación. Ver tabla 4.

BRAZOS Y HOMBRO	Bíceps braquial derecho (Bb dcho)	ELECTROMIOGRAFO 1	Canal 1
	Redondo mayor derecho (Rm dcho)		Canal 2
	Bíceps braquial izquierdo (Bb izq)		Canal 5
	Redondo mayor izquierdo (Rm izq)		Canal 6
ESPALDA	Multifidus derecho (M dcho)		Canal 3
	Erector espinal derecho (Ee dcho)		Canal 4
	Multifidus izquierdo (M izq)		Canal 7
	Erector espinal izquierdo (Ee izq)		Canal 8
EXTREMIDADES INFERIORES	Vasto interno derecho (Vi dcho)	ELECTROMIOGRAFO 2	Canal 1
	Vasto externo derecho (Ve dcho)		Canal 2
	Bíceps femoral derecho (Bf dcho)		Canal 3
	Semimembranoso-semitendinoso izquierdo (S-S dcho)		Canal 4
	Vasto interno izquierdo (Vi izq)		Canal 5
	Vasto externo izquierdo (Ve izq)		Canal 6
	Bíceps femoral izquierdo (Bf izq)		Canal 7
	Semimembranoso-semitendinoso izquierdo (S-S izq)		Canal 8

Tabla 4. Músculos: Colocación de electrodos y asignación de canales
Fuente: Elaboración propia

Sobre la piel, previamente limpiada con alcohol, se colocaron los electrodos en los grupos musculares objeto de estudio. Respetando una distancia entre electrodos de 2 mm aproximadamente, y un sentido de colocación coincidente, en cada caso, con la dirección de las fibras musculares (*Recommendations*, 2015).

Para evitar que el cableado obstaculizase la libertad de movimiento del voluntario y garantizar la fijación de los electrodos ante movimientos accidentales, se procedió al vendaje de las zonas corporales.

En la figura 7 se muestra la posición de los electrodos para cada grupo muscular:

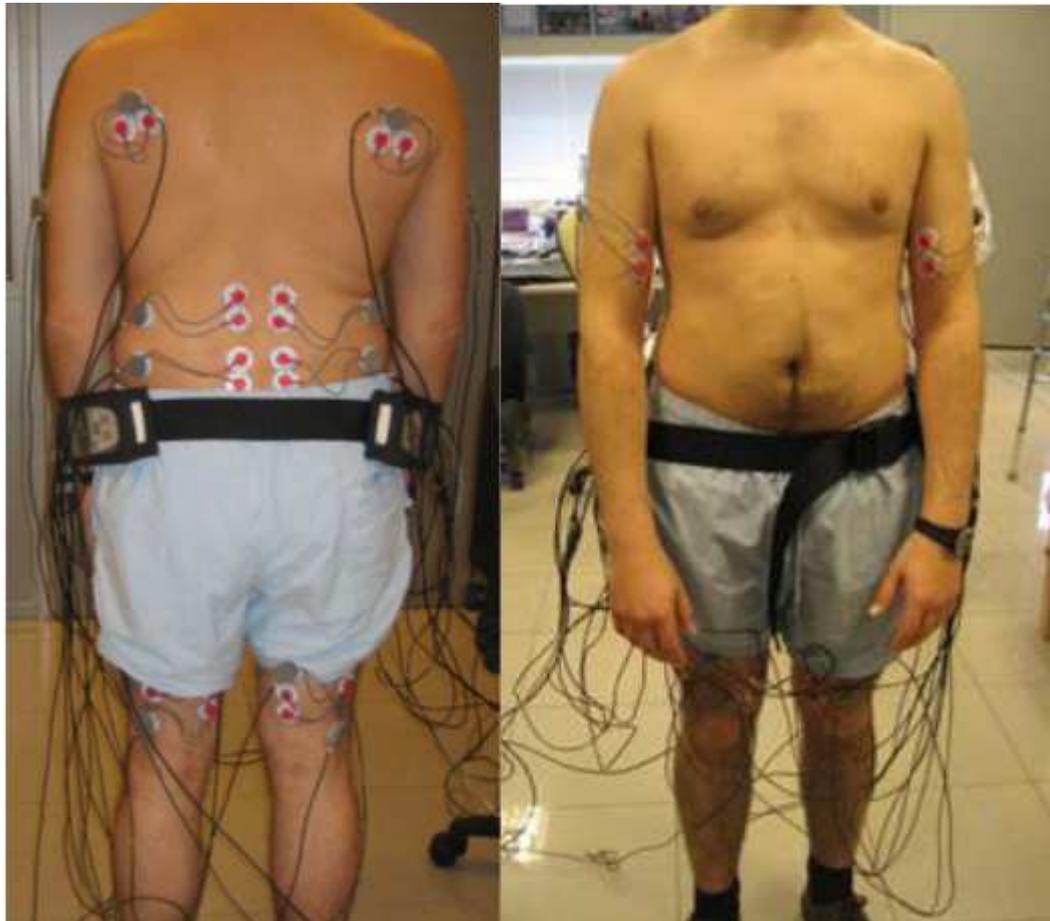


Figura 7. Colocación de electrodos en los músculos objeto de estudio
Fuente: Elaboración propia

A continuación, y sobre la muestra de trabajadores ya mencionada, se registró la Máxima Contracción Voluntaria (MCV) de cada músculo, mediante contracciones en diferentes posturas, y de forma isométrica.

Se tuvo en cuenta el método OCRA para la interpretación de los resultados; concretamente la escala Borg de esfuerzo (NTP 629: *Movimientos repetitivos: métodos de evaluación Método OCRA*, 1998).

Se realizaron 2 series de 10 segundos de relajación, 5 segundos de contracción del músculo y otros 10 segundos de relajación al final del ejercicio.

El registro electromiográfico se realizó en tiempo real, sincronizado con 2 señales de vídeo y a una frecuencia de 1000 Hz.

Se solicitó a cada sujeto que realizase una serie continuada de movimientos de tracción del cable, bajo distintas condiciones posturales previamente definidas:

- **Técnica 1:** Tracción de cable según técnica habitual de operario experimentado.
- **Técnica 2:** Tracción de cable sin bascular.
- **Técnica 3:** Tracción de cable basculando.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de la revisión bibliográfica

A la vista de los resultados de la búsqueda sistemática, de las palabras clave, y sus combinaciones para lanzar la búsqueda en los correspondientes portales web de los editores indicados, se observó en primer lugar que la problemática, desde el punto de vista de seguridad laboral y ergonomía, era que las tareas de tiro de cable no son exclusivas del sector eléctrico. Se encuentran dificultades similares en ámbitos tales como:

- Construcción naval.
- Sector de telecomunicaciones.
- Sector de la construcción.
- Sector de minería.
- Sector forestal.

De la recopilación de literatura científica, se observa que en los sectores donde se han llevado a cabo un mayor número de investigaciones es en los sectores eléctrico (23%) y de minería (23%). En la figura 8 se indica el número de publicaciones por sector

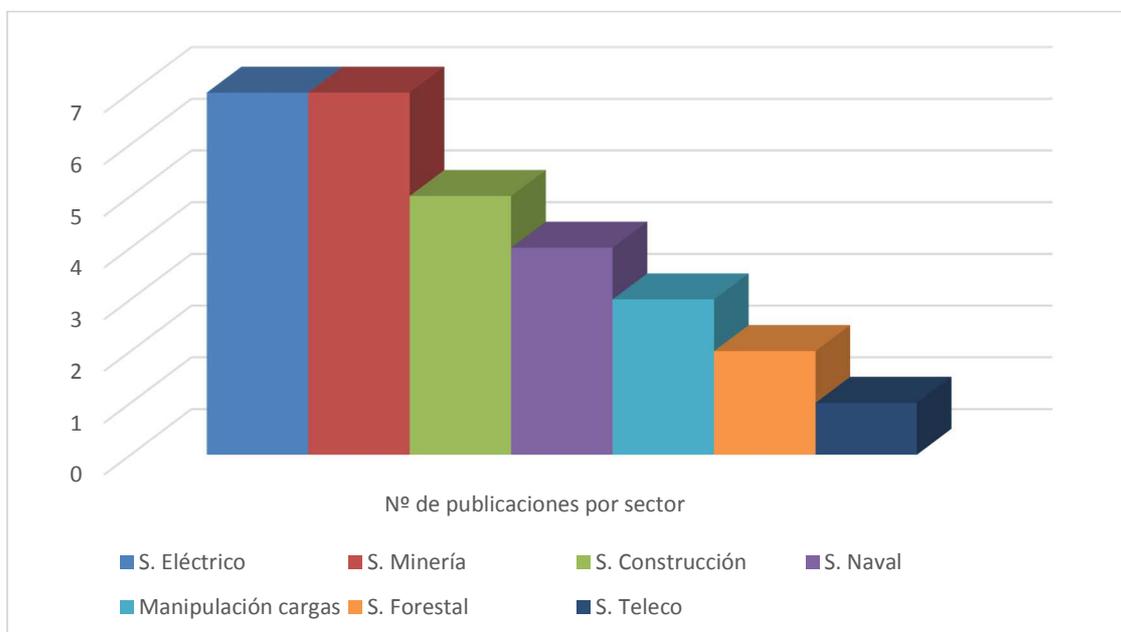


Figura 8. Número de publicaciones por sector

En todos los sectores, excepto en el forestal, los factores de riesgo observados tienen estos elementos en común:

- Cables con un peso elevado de hasta 15.7 Kg/m (sector naval) (Jeong, Kazerooni, Solowjow y Katz, 2011), y 10 Kg/m (sector minería) (Gallagher, Marras, Davis y Kovacs, 2002).
- Posturas que en ocasiones son extremas por el escaso espacio disponible para el/los trabajadores
- Trabajo en cuadrillas de hasta 20 trabajadores que exige una adecuada coordinación entre ellos (Hudock, Wurzelbacher y Johnston, 2011)
- Movimientos repetitivos.
- Duración prolongada realizando estas tareas.
- Un elevado esfuerzo realizado con las extremidades superiores.
- Suelos o superficies de apoyo mojadas, resbaladizas y con objetos que limitan el movimiento de los pies.

En las faenas de explotación forestal, el tiro de cable difiere en cierta medida del resto, ya que se trata del tendido del cable que parte de un cabrestante, que el trabajador tira colina arriba, para luego ser usado para el transporte de los troncos talados.

Además de estas exigencias para los trabajadores, en las operaciones de tiro de cable existe un factor de riesgo para el cable: no se puede exceder en un valor los esfuerzos de tracción a los que está sometido, bien sea manualmente, bien sea con ayudas mecánicas. Sobre este aspecto, existe literatura científica que estudia este fenómeno, calculando por ejemplo la tensión de tracción que sufre un cable para ser conducido por un tubo del que se conoce su coeficiente de rozamiento, mediante el uso de modelos matemáticos, como por ejemplo el de multicuerpos (Yang, Hong, Ren y Zhao, 2013).

En lo que respecta a los años de publicación de los artículos, se observa que con anterioridad al 1988 no se han encontrado estudios. Esto hace pensar que el interés por observar este tipo de trabajos es relativamente reciente, y atendiendo a las publicaciones de los últimos años se observa un incremento notable del número de estudios en el período 2011-2015. Ver el detalle en la figura 9.

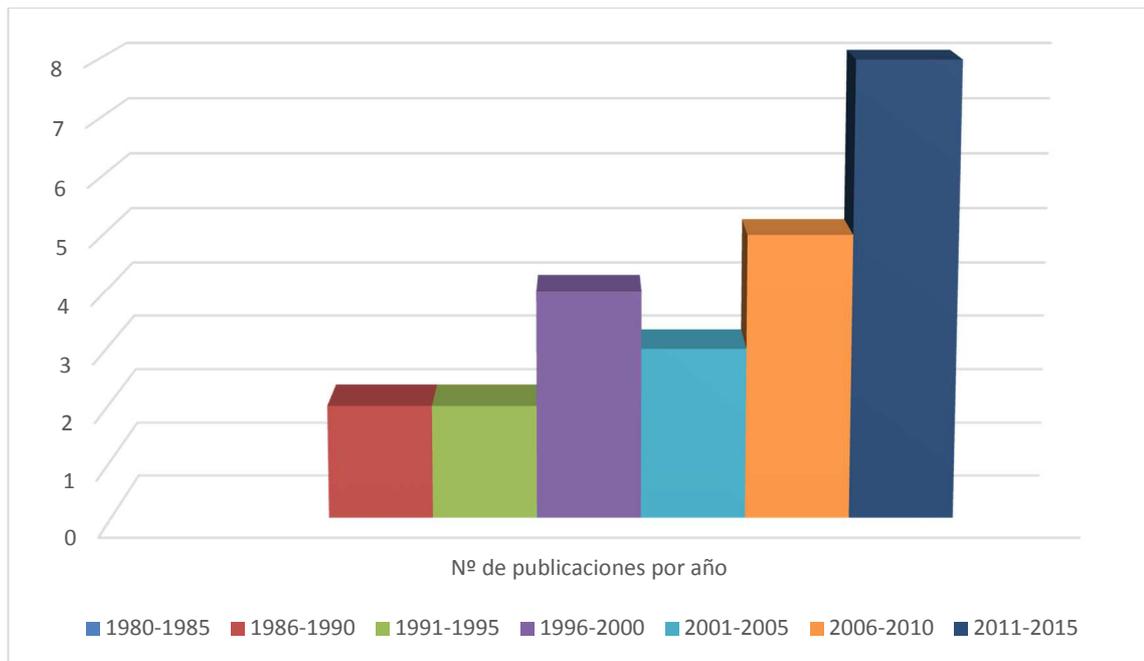


Figura 9. Número de publicaciones por año

En el sector de minería se han documentado ya en 1991 los elevados costes laborales que suponían las tareas de tiro manual de cable (Gallagher et al, 2002). Se concluyó que los mineros que realizaban tareas de tendido de cable, acumulaban alrededor del 24% de tiempo perdido por lesiones, incluso cuando solo representan el 9.2% de la población de trabajadores de minería. En otro artículo sobre las condiciones de los mineros, recomendaba que la mejor manera de reducir este riesgo, era hacer que el trabajador no realice este tipo de operaciones, si esto no era posible, se aconsejaba reducir la frecuencia con la que se tiene que hacer (Gallagher et al., 1993).

En 2001 un estudio estableció que la manipulación manual de cables se identifica como una tarea particularmente estresante, que probablemente contribuye a las molestias de espalda identificadas en trabajadores del sector minero (Gallagher et al., 2001). Los mismos autores recogieron el mayor ratio de jornadas laborales perdidas en mineros que realizan tareas de manipulación de cables. En otra publicación de 1998, se concluye que, en términos de horas de trabajo perdidas a causa de lesiones de espalda, los trabajadores que manipulan cables experimentan 2,5 veces mayor incidencia de la esperada (Gallagher et al., 1998).

En una estadística sobre accidentes laborales entre los mineros de Estados Unidos, recogida en un informe sobre la reducción de problemas de espalda en estos trabajadores,

se refiere el dato de que mover cables, en el sector minero, produce el 5% de las lesiones de espalda en el período 1996-2005 (Gallagher, 2008).

En el sector de la construcción, en un informe irlandés de 1996, se calificó la tarea de tiro de cable como de riesgo medio-alto. El nivel de riesgo dependió de la cantidad de operaciones manuales y de las posturas adoptadas. El riesgo se cuantificó como alto, si se tiraban cables de peso elevado a lo largo de distancias considerables. Si el trabajo se realizaba en el exterior, en condiciones climatológicas adversas, el riesgo de trastornos musculoesqueléticos se elevaba, agravado por los riesgos de caídas y resbalones (Hunter, 2009).

En el sector de mantenimiento, en un artículo de 2010 (Gangakhedkar, 2010) se identificaron las tareas de tiro de cable como de alto riesgo ergonómico, debido a la presencia de elevadas fuerzas ejercidas por ambas manos, posturas extremas y repetición de la tarea.

Para ilustrar este factor de riesgo refieren otro resultado importante: los valores recomendados (Chengalur, Rodgers y Bernard, 1986) para los trabajos de tiro de objetos, con fuerzas horizontales, son de 225 N si participa todo el cuerpo y si solo se usan los brazos totalmente extendidos de 110 N. En un estudio del año 2000, realizado en el sector de la construcción se registraron valores medios de 224 N con una desviación típica de 96,3. En este mismo sector, según un estudio internacional entre Brasil y Noruega (Frings-Dresen, Windhorst, Hoozemans, van der Beek y van der Molen, 2000), los electricistas son el colectivo en el que mayor número de días perdidos se registraron debido a trastornos musculoesqueléticos.

En los diferentes organismos de seguridad laboral y ergonomía, se han publicado documentos que recopilan los problemas asociados a estas tareas, y se incluyen en algunos de ellos posibles mejoras a implementar. Estos estudios se han realizado para los sectores de la construcción (OHSA, 2015), sector naval (Hudock et al., 2011) y eléctrico (OHSA, 2015).

Como ejemplo de las mejoras que se han documentado, en un estudio (Electrical Group at Norfolk Naval Shipyard, NNSY) del sector naval se menciona que los trabajos de tendido de cable ocupaban a entre 30 y 70 trabajadores, dependiendo del barco. Mediante el uso de un cabrestante, láminas de Teflón para reducir la fricción y cuerdas

doblemente trenzadas, se redujo el número de trabajadores de 7-12, frente a los 30-70. Y los costes fueron de un 50% menor, sin ningún accidente.

En otra publicación (Hudock et al., 2011) se plantean como soluciones la rotación de los trabajadores, el uso de herramientas semiautomáticas para el tiro basadas en cabrestantes y el uso de Teflón para reducir la fricción del cable. El uso de las mismas redujo un 50% el tiempo necesario para la operación y sin accidentes. El sistema tuvo un coste de 37.463,11 dólares. Con estadísticas de coste por bajas debidas a tareas de tiro, se calculó el ratio coste beneficio y se pudo justificar económicamente la inversión.

Como consecuencia de estas condiciones de trabajo, desde 1970 se vienen registrando numerosas patentes y diseños de máquinas que faciliten este tipo de trabajos a los operarios (Jeong et al., 2011).

En los siguientes apartados, se detallan los resultados pormenorizados obtenidos de la citada revisión bibliográfica.

3.1.1 Resultados en revistas especializadas de ergonomía

En la tabla 5 se recogen los resultados de búsqueda en las revistas seleccionadas especializadas en ergonomía, detallando el texto de búsqueda utilizado.

Tabla 5. Resultados de búsquedas en revistas sobre ergonomía

RESULTADOS BÚSQUEDA REVISTAS DE ERGONOMÍA							
REVISTAS	NÚMERO DE PUBLICACIONES	CABLE LAYING PULLING	WIRE LAYING PULLING	CABLE LAYING	CABLE DRAGGING	CABLE	ELECTRICIAN
APPLIED ERGONOMICS	1	0	0	0	1 Occupational posture exposure among construction electricians	0	0
ERGONOMICS	2	1 The effect of a slack-pulling device in reducing operator physiological workload during log winching operations	0	0	0	1 Effects of posture on dynamic back loading during a cable lifting task	0
INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ERGONOMICS	0	0	0	0	0	0	0
HUMAN FACTORS	2	1 Trunk Muscle Use during Pulling Tasks: Effects of a Lifting Belt and Footing Conditions	0	1 Predictive Models of Upper Extremity Rotary and Linear Pull Strength	0	0	0
NEW TECHNOLOGY WORK AND EMPLOYMENT	0	0	0	0	0	0	0
Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries	0	0	0	0	0	0	0
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics	0	0	0	0	0	0	0

En las tablas desde la 6 a la 10 ambas inclusive, se recogen en formato de ficha los resultados obtenidos de cada artículo científico analizado de las citadas revistas especializadas en ergonomía, en el que se indica el año de publicación, el sector, el método utilizado y las conclusiones del análisis.

TÍTULO	Occupational posture exposure among construction electricians		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	S. Eléctrico
PUBLICACIÓN	APPLIED ERGONOMICS		AÑO 2013
AUTOR	Moriguchi	POBLACIÓN DE ESTUDIO	12 electricistas brasileños y 12 noruegos
MÉTODO	Se realizaron observaciones en la jornada de trabajo de los voluntarios, cuantificando los tiempos que permanecían en posturas consideradas con riesgo (brazos, cuello y cabeza), así como la duración y número de pausas		
CONCLUSIONES	Los resultados afirman que los patrones de posturas para las diferentes partes del cuerpo evaluadas son similares para las 2 poblaciones, por lo que se podría extrapolar conclusiones. La elevación del brazo, junto con la flexión y extensión del cuello fueron mayores comparativamente con otras profesiones. Se concluye que debido a las posturas incómodas observadas, se hace necesario la aplicación de mejoras ergonómicas que intenten paliarlas.		
URL	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22683173		

Tabla 6. Artículo científico sobre sector eléctrico (*Applied Ergonomics*)

TÍTULO	Effects of posture on dynamic back loading during a cable lifting task		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	S. Minería
PUBLICACIÓN	ERGONOMICS		AÑO 2002
AUTOR	GALLAGHER	POBLACIÓN DE ESTUDIO	7 mineros
MÉTODO	Se registraron mediante electromiografía la actividad muscular en la zona de tronco, así como su cinemática durante 8 tareas de manipulación de cable. Las posturas resultaron de combinar posturas (de pie, agachado, arrodillado sobre una y dos rodillas) con diferentes niveles de carga del cable		
CONCLUSIONES	El incremento del peso del cable resultó en un aumento de la actividad de EMG en todos los músculos del tronco, y un aumento de momentos flectores en la columna vertebral. Los cambios en la postura causaron más ajustes selectivos en el reclutamiento de fibras. La magnitud de los cambios en la columna fue considerablemente alta.		
URL	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12028722		

Tabla 7. Artículo científico (*Effects of posture dynamic back loading during a cable lifting tasks*)

TÍTULO	The effect of a slack-pulling device in reducing operator physiological workload during log winching operation		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	S. Minería
PUBLICACIÓN	ERGONOMICS		AÑO 2014
AUTOR	Spinelli	POBLACIÓN DE ESTUDIO	5 voluntarios
MÉTODO	Test comparativo para determinar si la introducción de un tensor de holgura hidráulico reducía la carga física de trabajo de los operarios de mover troncos con cabrestantes en el norte de Italia. Se registró el ritmo cardíaco como medida de la carga física		
CONCLUSIONES	Con la introducción de la herramienta se mejoró la eficiencia del cabrestante cuesta abajo, ya que permitió que un solo operador pudiera tirar del cable por su cuenta, sin necesidad de la ayuda de un colega. Sin embargo, la introducción del tensor no dio lugar a ninguna reducción de la carga fisiológica de trabajo del operador.		
URL	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25409752		

Tabla 8. Artículos científicos sector minería (*The effect of a slack-pulling device in reducing operator physiological workload during log winching operation*)

TÍTULO	Trunk Muscle Use during Pulling Tasks: Effects of a Lifting Belt and Footing Conditions		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Manipulación cargas
PUBLICACIÓN	HUMAN FACTORS		AÑO 1998
AUTOR	Lavender	POBLACIÓN DE ESTUDIO	12 voluntarios
MÉTODO	En las tareas de tiro en general, el torso se comporta como un enlace rígido entre las manos y los pies, entre los que transmite las fuerzas. Se pretendió comprobar si el uso de un cinturón lumbar, al proporcionar mayor rigidez al torso tenía algún efecto (aumentando la fuerza de tiro, reduciendo la actividad muscular del torso, o ambos). Se registró la actividad EMG de 8 músculos del torso, así como las fuerzas de reacción contra el suelo, y la cinemática del tronco. Se registraron medidas sobre una superficie normal, y otra deslizante.		
CONCLUSIONES	Se concluyó que el uso de un cinturón lumbar no tuvo influencia en los máximos esfuerzos de las máximas fuerzas de tiro, con independencia de la postura de tiro. Tan solo en el caso de la superficie resbaladiza se registró un aumento de la coactivación de la musculatura del tronco, aumentando la rigidez del torso en caso de un resbalón.		
URL	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9579110		

Tabla 9. Artículo científico manipulación de cargas 1

ÍTULO	Predictive Models of Upper Extremity Rotary and Linear Pull Strength		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Manipulación cargas
PUBLICACIÓN	HUMAN FACTORS		AÑO 1988
AUTOR	Imrhan	POBLACIÓN DE ESTUDIO	7 voluntarios
MÉTODO	Se elaboraron modelos de regresión para predecir la resistencia de tiro, lineal e isocinética, de una extremidad superior en base a resistencias isocinéticas rotatorias de codo y hombro, así como de otros factores		
CONCLUSIONES	Los datos recogidos de 7 voluntarios permitieron crear el modelo matemático que predice la máxima fuerza de tiro. Este modelo se validó con los datos de 3 voluntarios. Los voluntarios permanecieron sentados durante las mediciones		
URL	http://hfs.sagepub.com/content/30/1/83.short		

Tabla 10. Artículo científico manipulación de cargas 2

3.1.2 Resultados en revistas especializadas de seguridad laboral

En la tabla 11 se indican los resultados obtenidos del análisis de la búsqueda realizada en las revistas especializadas en seguridad laboral, en relación a los criterios previamente seleccionados como entradas de búsqueda.

RESULTADO BÚSQUEDA REVISTAS SEGURIDAD LABORAL						
REVISTAS	CABLE LAYING PULLING	WIRE LAYING PULLING	CABLE LAYING	CABLE DRAGGING	CABLE	ELECTRICIAN
ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION	0	0	0	0	0	0
JOURNAL OF SAFETY RESEARCH	0	0	0	0	0	0
RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY	0	0	0	0	0	0
SAFETY SCIENCE	0	0	0	0	0	0

Tabla 11. Resultados de búsqueda en revistas de seguridad laboral

Se concluyó que la investigación en este tipo de problemática predomina claramente en el ámbito de la ergonomía, dado los inexistentes resultados de las búsquedas en el campo de la seguridad laboral.

3.1.3 Resultados en Google Scholar

En la búsqueda con el Google Scholar, se obtuvieron varios resultados. En la tabla 12 se recogen los resultados obtenidos referentes a la citada búsqueda:

RESULTADOS BÚSQUEDA GOOGLE SCHOLAR		
TEXTO BUSCADO	RESULTADOS	TÍTULO
"cable dragging" ergonomic	0	
"feeding wire" ergonomic	0	
"pulling cable" muscle emg	0	
"pulling cable" emg musculoskeletal	0	
"pulling cable" ergonomic	1	Round Reaction Forces during Miner Cable Pulling Tasks (Hamrick)
"pulling cable" musculoskeletal	2	<p>INTERIM SURVEY REPORT: RECOMMENDATIONS FOR ERGONOMICS INTERVENTIONS FOR SHIP CONSTRUCTION PROCESSES at LITTON INGALLS SHIPBUILDING SHIPYARD</p> <p>PRELIMINARY SURVEY REPORT: PRE-INTERVENTION QUANTITATIVE RISK FACTOR ANALYSIS FOR SHIP CONSTRUCTION PROCESSES at BATH IRON WORKS CORPORATION SHIPYARD (Wurzelbacher)</p>
"cable pulling" muscle emg	1	Biomechanics of a cable hanging task (Gallagher)
"pulling cable" friction forest	1	Forces Required for Pulling Out a Winch Steel Cable and Physical Load of Choker
"pulling cable" friction minery	0	

Tabla 12. Resultado de búsqueda en Google Scholar

De estos resultados, una primera conclusión es que buena parte de las particularidades del tiro de cable en el sector eléctrico, son comunes a las que se producen en otros sectores como son el de la minería, explotación forestal y el de construcción naval.

A continuación, en las tablas 13, 14, 15, 16 y 17, se recogen en formato ficha los resultados obtenidos, indicándose en detalle el sector, año de publicación, el método y las conclusiones de los diversos tipos de documentos analizados:

TÍTULO	A biomechanical of a bolter cable pulling task		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Minería
PUBLICACIÓN	Advances In Industrial Ergonomics VI	AÑO	1994
AUTOR	Hamrick	POBLACIÓN DE ESTUDIO	7 mineros
MÉTODO	Se fijaron 2 variables independientes: resistencia del cable y condiciones de elevación		
CONCLUSIONES	En la postura de arrodillado se registró una menor estabilidad durante el tiro de cable, lo que aumenta la probabilidad de lesión al incremento de la fuerza muscular		
URL	https://books.google.es/books?id=v996lADepAEC&pg=PA646&dq=dragging+cable+ergonomics&hl=gl&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=dragging%20cable%20ergonomics&f=false		

Tabla 13. Artículo científico minería (*Biomechanical of bolter cable pulling task*)

TÍTULO	Biomechanics of a cable hanging task		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Minería
PUBLICACIÓN	Advances in Occupational Ergonomics and Safety	AÑO	1998
AUTOR	Gallagher-S	POBLACIÓN DE ESTUDIO	6 mineros
MÉTODO	Se registraron datos cinemáticos, fuerzas de reacción contra el suelo y actividad muscular (EMG) de 10 músculos del tronco.		
CONCLUSIONES	Se concluye que si se reduce el espacio vertical se incrementa el momento en la zona lumbar de la espalda, sin importar qué postura fuese adoptada. La sujeción del cable se logró con mayor rapidez con un gancho que con un cable atado		
URL	https://books.google.es/books?id=8zPRk5xMH7AC&pg=PA244&lpg=PA244&dq=BIOMECHANICS+OF+A+CABLE+HANGING+TASK&source=bl&ots=hO62dOdvxc&sig=o8tp1b5s6xXP-W7ggLkVHR9EK_w&hl=gl&sa=X&ved=0ahUKEwjnh4vT78rJAhVFvhQKHRzxBdcQ6AEIHzAA#v=onepage&q=BIOMECHANICS%20OF%20A%20CABLE%20HANGING%20TASK&f=false		

Tabla 14. Artículo científico (*Biomechanics of a cable hanging tasks*)

TÍTULO	Physical load of choker-man during pulling of the winch cable		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Forestal
PUBLICACIÓN	Artículo web	AÑO	2011
AUTOR	Pandur	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No detallado
MÉTODO	El objetivo fue medir la carga física y las fuerzas ejercidas por trabajadores en la tarea de tirar el cable de un cabrestante, a lo largo de 5 pendientes de diferente inclinación. Para ello se basaron en la Directiva europea “90/269/EEC-manual handling of loads”		
CONCLUSIONES	Se concluyó que la carga física de un trabajador tendiendo el cable del cabrestante colina arriba se clasifica como trabajo con cargas elevadas, de acuerdo con la Directiva 90/269/EEC		
URL	https://www.academia.edu/2548123/Physical_load_of_choker-man_during_pulling_of_the_wimch_cable		

Tabla 15. Artículo Web (*Physical load of choker-man during of the winch cable*)

TÍTULO	Interim survey report: Recommendations for ergonomics interventions For ship construction processes at Litton Ingalls shipbuilding shipyard		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe web	SECTOR	Naval
PUBLICACIÓN	NIOSH		AÑO 2001
AUTOR	Hudock	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Se realizó un informe previo cuantitativo de los factores de riesgo en el astillero Halter Moss Point. Se elaboraron varias intervenciones ergonómicas		
CONCLUSIONES	Plantean como soluciones la rotación de los trabajadores, el uso de herramientas semiautomáticas para el tiro basadas en cabrestantes y el uso de teflón para reducir la fricción. El uso de las mismas redujo un 50% el tiempo necesario para la operación y sin accidentes. El sistema tuvo un coste de 37463.11 dólares. Con estadísticas de coste por bajas debidas a tareas de tiro, se calculó el ratio coste beneficio y justificaba económicamente la inversión.		
URL	http://www.cdc.gov/niosh/surveyreports/pdfs/229-15b.pdf		

Tabla 16. Informe web (*Recommendations for ergonomical intervention for ship*)

TÍTULO	Preliminary survey report: Pre-intervention quantitative risk factor analysis For ship construction processes at Bath iron works corporation shipyard, Bath, Maine		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe web	SECTOR	Naval
PUBLICACIÓN	NIOSH		AÑO 2001
AUTOR	Wurzelbacher	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Se realizó un informe sobre varias mejoras ergonómicas en diferentes tareas en un astillero. En lo que respecta a la manipulación de cable, se recoge en el documento que las tareas de tendido del mismo, las cuadrillas son de hasta 20 personas. Las ubicaciones fueron de diferente naturaleza, detrás de mamparos, debajo de la cubierta, sobre bandejas. El tiro de cable se realiza en diferentes posturas, debido a los espacios reducidos, incluso sentado.		
CONCLUSIONES	Plantean como soluciones la rotación de los trabajadores, el uso de herramientas semiautomáticas para el tiro basadas en cabrestantes y el uso de Teflón para reducir la fricción. El uso de las mismas redujo un 50% el tiempo necesario para la operación y sin accidentes. El sistema tuvo un coste de 37463.11 dólares. Con estadísticas de coste por bajas debidas a tareas de tiro, se calculó el ratio coste beneficio y justificaba económicamente la inversión.		
URL	http://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/ergship/PIQRFAContinentMaritime.pdf		

Tabla 17. Informe Web (Pre-intervention quantitative risks factor analysis)

3.1.4 Resultados en Google

En la búsqueda general con Google, no se incluyeron los resultados ya obtenidos en las búsquedas de Google Scholar, ni en las revistas científicas ya indicadas en los apartados anteriores.

Los resultados de la citada búsqueda en idioma francés no fueron de interés para esta Tesis Doctoral.

En la tabla 18 se recoge el resultado obtenido de la búsqueda en Google, detallando el texto de búsqueda utilizado:

RESULTADOS BÚSQUEDA GOOGLE		
TEXTO BUSCADO	RESULTADO	TÍTULO
cable dragging ergonomic	2	Improved ergonomic cable pulling method A biomechanical analysis of a bolter cable pulling task
feeding wire ergonomic	1	Ergonomic Solutions for Electrical Contractors
"pulling cable" muscle emg	0	
"pulling cable" emg musculoskeletal	0	
pulling cable ergonomic	2	Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work
"pulling cable" musculoskeletal	0	
"cable pulling" muscle emg	1	The Effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle Activation and Task Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks.

Tabla 18. Resultados búsqueda en Google

En las tablas desde la 19 a la 28, ambas inclusive, se recogen en formato ficha los resultados obtenidos de la citada búsqueda, detallando año de publicación, el sector, el método y las conclusiones de los diversos tipos de documentos analizados:

TÍTULO	Cable installation simulation by using a multibody dynamic Model			
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Eléctrico	
PUBLICACIÓN	Multibody System Dynamics		AÑO	2013
AUTOR	Cai Jin Yang	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica	
MÉTODO	Se aplicó un modelo de multicuerpos para calcular la interacción de un cable traccionado con el conducto por el que es movido			
CONCLUSIONES	Se muestran resultados de la precisión del modelo al usarlo para estimar la tensión a la que está sometida el cable			
URL	http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11044-013-9364-9#page-1			

Tabla 19. Artículo científico (*Cable installation simulation by using a multibody dynamic model*)

TÍTULO	Ergonomic Solutions for Electrical Contractors			
TIPO DE DOCUMENTO	Informe web	SECTOR	Eléctrico	
PUBLICACIÓN	Web		AÑO	-
AUTOR	Zywave / Built Insurance	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica	
MÉTODO	Recomendaciones ergonómicas para la instalación de cableado			
CONCLUSIONES	No aplica			
URL	https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors/			

Tabla 20. Informe Web (*Ergonomic solutions for electrical contractors*)

TÍTULO	Cap. 7. Manual Handling in Occupational Tasks.		
TIPO DE DOCUMENTO	Capítulo de LIBRO	SECTOR	Manipulación de cargas
PUBLICACIÓN	Ergonomic design for people at work (Eastman Kodak Company)	AÑO	1986
AUTOR	Somadeepti Chengalur	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Se fijan unas recomendaciones de fuerzas de tiro y empuje horizontal		
CONCLUSIONES	Si todo el cuerpo participa. 225N y si solo se usan los brazos totalmente extendido 110 N		
URL	http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/push1.html		

Tabla 21. Capítulo de un libro (*Cap. 7. Manual Handling in Occupational tasks*)

TÍTULO	The effects of restricted workspace on lumbar spine loading.		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Minería
PUBLICACIÓN	Occupational Ergonomics	AÑO	2001
AUTOR	Gallagher	POBLACIÓN DE ESTUDIO	6 mineros
MÉTODO	Se registraron los movimientos de los trabajadores con un sistema de captura óptico, así como plataformas dinámicas para conocer las fuerzas de reacción contra el suelo		
CONCLUSIONES	El estudio establece que la manipulación manual de cables se identifica como una tarea particularmente estresante, que probablemente contribuye a las molestias de espalda identificadas en trabajadores del sector minero		
URL	http://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/teorw.pdf		

Tabla 22. Artículo científico (*The effects of restricted workspace on lumbar spine loading*)

TÍTULO	Pullflex-new software for duct-cable pulling forces		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Eléctrico
PUBLICACIÓN	Power Delivery, IEEE Transactions on	AÑO	1996
AUTOR	Iordanescu, M	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Se propone un nuevo modelo de cálculo para estimar las fuerzas de tiro de un cable, no despreciando rigideces por doblado que no se tenían en cuenta en anteriores métodos de cálculo		
CONCLUSIONES	Se observa la importancia de no someter a excesivas tensiones de tracción a los cables porque se pueden deteriorar		
URL	http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=489322&url=ht tp%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F61%2F10569%2F00489322.pdf%3Farnumber%3D489322		

Tabla 23. Artículo científico (*Pullflex-new software for duct-cable pulling forces*)

TÍTULO	Push and pull forces in the building and construction industry		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Construcción
PUBLICACIÓN	Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting	AÑO	2000
AUTOR	Frings-Dresen	POBLACIÓN DE ESTUDIO	115 trabajadores
MÉTODO	Se evaluaron las fuerzas externas de empuje y tiro en diferentes puestos del sector de la construcción		
CONCLUSIONES	Las mediciones se realizaron in situ y a lo largo de la jornada laboral de los trabajadores, empleando una célula de carga. En numerosos casos, los valores registrados superaban el máximo recomendado		
URL	http://pro.sagepub.com/content/44/33/6-209.abstract		

Tabla 24. Artículo científico (*Push and pull forces in the building and construction industry*)

TÍTULO	Manual Handling in the Irish Construction Industry: Summary Report, (ERG/09/21)		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Construcción
PUBLICACIÓN	Informe elaborado por la Health and Safety Laboratory (HSL) de Irlanda	AÑO	2009
AUTOR	Hunter	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Se realizó un análisis recopilatorio sobre las tareas manuales realizadas en el sector de la construcción irlandés, con la finalidad de elaborar recomendaciones que reduzcan los efectos de los trastornos músculoesqueléticos y enfermedades asociadas.		
CONCLUSIONES	Entre otras conclusiones, se calificó la tarea de tiro de cable como de riesgo medio-alto. El nivel de riesgo dependió de la cantidad de operaciones manuales y de las posturas adoptadas. El riesgo se cuantificó como alto, si se tiraban cables de peso elevado a lo largo de distancias considerables. Si el trabajo se realizaba en el exterior, en condiciones climatológicas adversas, el riesgo de trastornos músculoesqueléticos se elevaba, agravado por los riesgos de caídas y resbalones		
URL	http://www.hsa.ie/eng/Publications_and_Forms/Publications/Construction/Manual_Handling_in_the_Irish_Construction_Industry_-_Summary_Report.pdf		

Tabla 25. Informe Web (*Manual handling in the Irish construction industry: Summary report*)

TÍTULO	The Effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle Activation and Task Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks.		
TIPO DE DOCUMENTO	Tesis	SECTOR	Construcción
PUBLICACIÓN	Tesis publicada en la Faculty of North Carolina State University	AÑO	2011
AUTOR	GANGAKHEDKAR	POBLACIÓN DE ESTUDIO	9 voluntarios
MÉTODO	Se analizaron bases de datos para identificar trabajos con alto grado de accidentes entre trabajadores de mantenimiento		
CONCLUSIONES	Entre otras conclusiones, se identificaron las tareas de tiro de cable como de alto riesgo ergonómico, debido a la presencia de elevadas fuerzas ejercidas por ambas manos, posturas extremas y repetición de la tarea.		
URL	http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/6641/1/etd.pdf		

Tabla 26. Tesis (*The effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle and Tasks Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks*)

TÍTULO	Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Construcción
PUBLICACIÓN	Informe OSHA		AÑO No indicado
AUTOR	OSHA	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Recopilación de recomendaciones para el tiro de cable eléctrico con seguridad		
CONCLUSIONES	Se resumen los posibles riesgos del tiro manual de cable y se proponen posibles soluciones		
URL	https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors/installation/pulling.html		

Tabla 27. Informe Web (*Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire*)

TÍTULO	Improved ergonomic cable pulling method		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Naval
PUBLICACIÓN	Portal web OSHA		AÑO No indicado
AUTOR	Electrical Group at Norfolk Naval Shipyard (NNSY)	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No detallado
MÉTODO	Se realizó una revisión de la literatura científica en busca de estudios previos. Se elaboró una lista de tareas a estudiar. Finalmente se seleccionaron 15 tareas que fueron estudiadas mediante grabaciones de campo		
CONCLUSIONES	Los trabajos de tendido de cable suponían entre 30 y 70 trabajadores, dependiendo del barco. Mediante el uso de un cabrestante, láminas de teflon para reducir la fricción y cuerdas doblemente trenzadas, se redujo el número de trabajadores de 7-12, frente a los 30-70. Y los costes fueron de un 50% menores, sin registrarse ningún accidente.		
URL	http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/SuccessStories/009_Ergo_Cble_Pull.pdf		

Tabla 28. Informe Web (*Improved ergonomic cable pulling method*)

3.1.5 Resultados de búsquedas indirectas

En las tablas desde la 29 a la 36, ambas inclusive, se incluyen los resultados obtenidos por búsquedas indirectas encontrados a lo largo de la investigación bibliográfica. Se detalla el tipo de documento encontrado, sector, año de publicación, el método y las conclusiones.

TÍTULO	Reducing Low Back Pain and Disability in Mining		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Minería
PUBLICACIÓN	NIOSH		AÑO 2008
AUTOR	Gallagher	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Informe sobre lesiones de espalda en el sector minero de Estados Unidos		
CONCLUSIONES	Se registra el dato de que mover cables, en el sector minero, produce el 5% de las lesiones de espalda en el período 1996-2005		
URL	http://www.cdc.gov/NIOSH/Mining/UserFiles/works/pdfs/2008-135.pdf		

Tabla 29. Informe Web (*Reducing Low Back Pain and Disability in Mining*)

TÍTULO	Workload Benefits of Using a Synthetic Rope Strawline in Cable Yarder Rigging in Norway		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Forestal
PUBLICACIÓN	Croatian Journal of Forest Engineering Formec Austria	AÑO	2011
AUTOR	Ottaviani	POBLACIÓN DE ESTUDIO	2 voluntarios
MÉTODO	Se pretende estudiar si tiene algún efecto la sustitución del cable de acero estándar por una cuerda sintética en las tareas de arrastrar pendiente arriba un cable para las tareas de preparación de tala con cable		
CONCLUSIONES	El uso de cuerda sintética en las labores de aparejar la instalación de torres para el madereo (tendido de cable en pendientes para mover troncos talados)		
URL	http://www.skogoglandskap.no/en/pubs/workload_benefits_of_using_a_synthetic_rope_strawline_in_cable_yarder_rigging_in_norway/publication_view		

Tabla 30. Artículo científico (*Workload Benefits of Using a Synthetic Rope Strawline in Cable Yarder Rigging in Norway*)

TÍTULO	Semi-Automated Haptic Device for Cable Installation		
TIPO DE DOCUMENTO	ARTÍCULO CIENTÍFICO	SECTOR	Naval
PUBLICACIÓN	Robotics and Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference on	AÑO	2011
AUTOR	Yoon Jung Jeong	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Desarrollo de una herramienta háptica semiautomática para instalar cable		
CONCLUSIONES	Diseñado para ser utilizado por una persona. Consistió en un conector final basado en el uso de una cuerda, que agarra el cable gracias a la fricción generada. Esta fricción depende del diámetro del cable y de la longitud L. Se testeó con éxito en un astillero.		
URL	http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=5980492&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5980492		

Tabla 31. Artículo científico (*Semi-Automated Haptic Device for Cable Installation*)

TÍTULO	Underground Cable Installation. Best practices		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Telecomunicaciones
PUBLICACIÓN	PANDUIT		AÑO 2014
AUTOR	PANDUIT	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Compendio de recomendaciones para la instalación de cableado de fibra óptica		
CONCLUSIONES	Compendio de recomendaciones para la instalación de cableado de fibra óptica		
URL	http://www.panduit.com/heiler/InstallInstructions/N-FBFS081--RevR--ENG.pdf		

Tabla 32. Informe Web (*Underground Cable Installation. Best practices*)

TÍTULO	Laying of cables and lines in electrical installations and data networks		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Eléctrico
PUBLICACIÓN	Ackerman Cable management		AÑO 2006
AUTOR	Ackerman Cable management	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Recopilación de normas y recomendaciones para la instalación de cableado en Europa		
CONCLUSIONES	Recopilación de normas y recomendaciones para la instalación de cableado en Europa		
URL	http://file.yizimg.com/474606/20150727235702.PDF		

Tabla 33. Informe Web (*Laying of cables and lines in electrical installations and data networks*)

TÍTULO	The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe web	SECTOR	Construcción
PUBLICACIÓN	Ergonomics Solutions, LLC	AÑO	2006
AUTOR	Seeley	POBLACIÓN DE ESTUDIO	2 trabajadores
MÉTODO	Estudio en laboratorio de tiro con 2 trabajadores		
CONCLUSIONES	En el documento no se incluyen conclusiones, solo una imagen del estudio en laboratorio		
URL	https://www.aiha.org/aihce06/handouts/rt222seeley.pdf		

Tabla 34. Informe Web (*The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work*)

TÍTULO	Los métodos para el tendido de cables eléctricos		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Eléctrico
PUBLICACIÓN	eHow	AÑO	No detallado
AUTOR	Sam Kellenberg	POBLACIÓN DE ESTUDIO	No aplica
MÉTODO	Descripción de diferentes formas de tirar cable eléctrico		
CONCLUSIONES	No aplica		
URL	https://web.archive.org/web/20131224093425/http://www.ehowenespanol.com:80/metodos-tendido-cables-electricos-info_240962/		

Tabla 35. Informe Web (*Los métodos de tendido de cables eléctricos*)

TÍTULO	ESTUDIO ERGONÓMICO POSTURAL DEL TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO (ERGO-CABLE)		
TIPO DE DOCUMENTO	Informe Web	SECTOR	Eléctrico
PUBLICACIÓN	ISASTUR		AÑO 2008
AUTOR	Varela	POBLACIÓN DE ESTUDIO	1 trabajador
MÉTODO	Se estableció un sistema de organización de una forma más segura y saludable para los trabajadores obteniendo para ello nuevas prácticas, equipos y equipos auxiliares que superaran a los actuales en cuanto a la reducción de los riesgos relacionados con esta tarea.		
CONCLUSIONES	Se generó un nuevo conocimiento en materia de prevención de riesgos laborales en esta tarea..		
URL	http://documents.mx/documents/ergocableisastur.html		

Tabla 36. Informe Web (*Estudio ergonómico postural del tendido de cable eléctrico*)

3.2 Resultados del trabajo de campo

En las reuniones, focus group (Sampieri et al.), y grupos de mejora que se organizaron con los trabajadores que realizan habitualmente la tarea de tendido de cable eléctrico, se difundieron y analizaron los resultados de la revisión bibliográfica, las imágenes y grabaciones de las obras visitadas, las posibles barreras y alternativas, así como también se aprovechó para explorar otras ideas que fueron surgiendo durante las correspondientes sesiones.

- **Evaluación de riesgos**

En las citadas sesiones se evaluaron los riesgos generales en este tipo de operaciones. El resultado final de la citada evaluación, en la que se utilizó la metodología del INSHT se puede ver en la tabla 37.

CD	Riesgo identificado	Probabilidad			Severidad			Estimación			
		B	M	A	LD	D	ED	TO	M	I	IN
10	Caída de personas a distinto nivel	X					X			X	
20	Caída de personas al mismo nivel		X		X			X			
30	Caída de objetos (40) (50)		X			X				X	
90	Golpes/cortes por objetos		X			X			X		
100	Proyección de partículas		X			X			X		
110	Atrapamiento por o entre objetos	X					X			X	
120	Atrapamientos	X					X			X	
130	Sobreesfuerzos		X			X			X		
161	Contactos eléctricos (162)	X				X		X			
330	Exposición a ruidos	X				X		X			

Tabla 37. Evaluación de riesgos de la tarea de tendido de cable.

Los riesgos enumerados en la tabla anterior son los inherentes a este tipo de trabajo, pudiendo llegar a existir otros nuevos dependiendo de lugar en donde se realice el mismo.

En el Anexo II, se puede ver en detalle la citada evaluación de riesgos elaborada completa.

- **Métodos de tendido**

En cuanto a los métodos de tendido, se creó una nueva clasificación de los tendidos de cable eléctrico, teniendo en cuenta la perspectiva de la prevención de riesgos laborales en cuanto a los riesgos a los que pudiera estar expuesto el trabajador según cada método de tendido y a su vez el entorno en que se llegara a realizar la tarea.

El resultado de la clasificación que se elaboró fue la siguiente:

- Tendido por tubería y sobre bandeja

En este tipo de tendido, los cables se instalan sobre bandejas, tubos o canales protectores. Este trabajo se puede realizar en diferentes entornos (galerías, salas eléctricas, etc.). En la figura 10 se pueden ver bandejas soportando cables.



Figura 10. Bandejas con cables eléctricos
Fuente: Elaboración propia

Los riesgos pueden variar dependiendo de si el trabajo se debe realizar a nivel del suelo o en altura (riesgos de caídas al mismo o a distinto nivel respectivamente), con o sin la ayuda de medios mecánicos y/o auxiliares, según el peso del cable, en zonas de difícil acceso al trabajador que puedan provocarle la adopción de posturas forzadas, sobreesfuerzos, etc.

Otro riesgo adicional que se puede dar en este tipo de tendido, teniendo en cuenta el entorno, puede deberse a los cables existentes si estuvieran en funcionamiento, exponiendo al trabajador al consiguiente riesgo eléctrico en caso de que alguno de los cables tuviese su protección deteriorada o hubiera que cortar alguno de ellos.

En la figura 11 se puede ver a un operario trabajando en altura colocando cable en una bandeja.



Figura 11. Operario tendiendo cable sobre bandeja en altura
Fuente: Elaboración propia

○ Tendido subterráneo:

Este tendido se realiza sujetando el cable por una mordaza o manguito mediante el cual se ejerce la tracción de varias formas posibles (por gravedad, tendido a mano sobre rodillo, tendido mecánico mediante rodillos accionados por motores, tendido mediante torno o cabrestante, etc.).

En la figura 12 se puede ver a varios trabajadores colaborando en un tendido de cable subterráneo.



Figura 12. Operarios colaborando en un tendido subterráneo
Fuente: Elaboración propia

Los principales riesgos para el trabajador en este tipo de tendido se centran especialmente en los propios del lugar por donde hacer pasar el cable (tramo recto, curvo, etc.), donde pueden estar presentes riesgos de caídas al mismo o distinto nivel, golpes con

objetos o herramientas, así como sobreesfuerzos al tener que realizar en algunos casos de manera manual el tendido si este no permitiera la utilización de medios mecánicos y auxiliares para facilitar la tarea. En este caso, una comunicación inadecuada puede ocasionar situaciones de riesgo con posibilidad de desencadenar un accidente.

- Tendido en zanja:

Este método consiste en depositar el cable sobre la zanja. En la figura 13 se puede ver a un grupo de trabajadores tendiendo el cable de conexión de una subestación eléctrica con los aerogeneradores de un parque eólico.



Figura 13. Tendido de cable eléctrico en zanja (Albesti- Rumanía)
Fuente: Elaboración propia

El trabajo y los riesgos asociados a este tipo de tendido dependen en gran medida de la orografía del terreno y si éste permite la utilización de medios mecánicos y auxiliares para facilitar la tarea.

Existen desde riesgos de sobreesfuerzos, a posibles caídas al mismo y a distinto nivel, así como, dependiendo de la utilización de equipos auxiliares móviles, golpes y/o atrapamientos.

Las características de esta clase de tendidos (longitudes, peso del cable, orografía adversa) obliga a que en la tarea participe un elevado número de trabajadores, a pesar de la utilización de vehículos autopropulsados, por lo que es necesario establecer un adecuado sistema de comunicación para poder coordinarse adecuadamente.

En la figura 14 se puede ver a operarios tendiendo cable sobre zanja en pendiente, con el consiguiente riesgo de sobreesfuerzo al tener que realizarse el tendido manual, así como

la exposición a caída a distinto nivel tanto a la zanja donde se tenderá el cable como debido a la orografía del propio terreno.



Figura 14. Operarios tendiendo cable sobre zanja en pendiente
Fuente: Elaboración propia

Una comunicación inadecuada en este tipo de tendido puede ocasionar situaciones de riesgo con posibilidad de desencadenar un accidente.

○ Tendido aéreo / sobre apoyos:

En este método, el modo de realizar la tracción sobre el cable diferencia dos formas: manual o mediante cabrestante. En la figura 15 se puede ver a los operarios situados en un apoyo de hormigón tendiendo el cable.



Figura 15. Tendido de cable aéreo (Ferrol-España)
Fuente: Elaboración propia

El riesgo más importante al que se enfrenta el trabajador en este tipo de tendido suele ser el de caída a distinto nivel, así como lógicamente posturas forzadas y posibles sobreesfuerzos en caso de que el tendido sea necesario hacerlo manualmente y/o desde las propias estructuras que sujetaran el cable.

Adicionalmente, puede existir también exposición a riesgo eléctrico por tener que realizar los trabajos de tendido próximo a otros cables existentes que pusieran estar en funcionamiento.

- **Equipos de trabajo**

En las reuniones focus group, también se concluyó la necesidad de profundizar en la identificación de nuevos equipos de trabajo, medios auxiliares y equipos de protección específicos para cada tipo de tendido, con el objeto de evitar en medida de lo posible el trabajo manual, y en su defecto poder minimizar la exposición a posibles sobreesfuerzos y posturas forzadas, y posterior revisión de las instrucciones técnicas internas de la empresa. En la figura 16 se puede ver a un trabajador colaborando en una operación de tendido en una postura forzada.



Figura 16. Operario colaborando en un tendido en una postura forzada
Fuente: Elaboración propia

Los citados equipos identificados se analizan en apartados posteriores.

- **Tendidos manuales**

Como también se corroboró que algunos de los tendidos deberían realizarse de forma manual, debido al esfuerzo físico necesario en este tipo de operaciones, se llegó a la conclusión de la necesidad de ensayar técnicas para este tipo de trabajos, cuyo desarrollo se indican en apartados posteriores. En la figura 17 se puede ver a operarios realizando un tendido manualmente.



Figura 17. Operarios realizando un tendido manualmente
Fuente: Elaboración propia

- **Exoesqueletos**

Adicionalmente, también surgió el interés por los exoesqueletos artificiales (Vicente, 2010) y poder llegar a probar estos equipos para la tarea específica de tendido de cable.

Un exoesqueleto es un dispositivo portátil que lleva/porta una persona y que genera una energía extra para realizar tareas físicas (Blanco, 2011).

El uso del exoesqueleto permitiría a los operarios realizar trabajos físicos minimizando el uso de su propia fuerza, evitando así posibles accidentes por sobreesfuerzos.

En el mercado existen en la actualidad varios tipos de exoesqueletos (Blanco, 2018):

- Exoesqueletos activos de alimentación eléctrica. Este tipo de exoesqueletos disponen de actuadores activos, es decir, llevan instalados una serie de motores que son los encargados de realizar la fuerza extra necesaria evitando cualquier sobreesfuerzo por parte del trabajador. En la figura 18 se puede ver uno de estos exoesqueletos.



**Figura 18. Exoesqueleto activo
(Blanco, 2018)**

- Exoesqueletos pasivos mecánicos. Mediante elementos elásticos almacenan y liberan la energía en un ciclo de movimiento de manera que el portador realice el menor esfuerzo posible. Suelen ser dispositivos ligeros. En la figura 19 se puede ver uno de estos exoesqueletos.



**Figura 19. Exoesqueleto pasivo
(Blanco, 2018)**

Este tipo de tecnología ha comenzado a ser usada con propósitos médicos y militares. En Japón también está desarrollándose con vistas a mejorar la calidad de vida de personas

mayores o físicamente impedidas que necesitan asistencia externa para el desarrollo de sus tareas diarias dotándoles de cierto grado de independencia.

El principal objetivo de su uso sería el de reducir el número de lesiones y enfermedades laborales que pudieran ocasionarse en este tipo de tarea, mejorando las condiciones de trabajo. Por otra parte, se podría esperar una mejora en el rendimiento ya que necesitarían mucha menos energía para realizar los trabajos físicos, lo cual propiciaría que se mantuviera el nivel de concentración y se pudiera rendir a niveles más altos sin que el cansancio provocara situaciones de peligro o de estrés que posteriormente se podrían traducir en lesiones y enfermedades.

El uso de este equipo situaría a los trabajadores en la vanguardia de la tecnología en cuanto a equipos de trabajo, como uno de los pioneros en poner en práctica este tipo de soluciones en la tarea de tendido de cable.

Para ello se contactó con el Profesor Shigeki Toyama de la Universidad de Tokyo y con la empresa CYBERDYNE (CYBERDYNE, 2016), pioneros en el desarrollo de este tipo de trajes, pero con los que por diversos motivos no se pudo lograr un acuerdo para probar estos equipos en la tarea de tendido manual de cable eléctrico.

3.3 Análisis electromiográfico del tendido manual de cable eléctrico

De la electromiografía realizada se obtuvieron numerosos datos, los cuales se resumen en la tabla 38, en la que se muestran agrupados por zonas anatómicas los valores de señal media de EMG (valores medios en % MCV).

SUJETO 1	Músculo	Habitual (ref) (Téc1)		Sin bascular (Téc.2)		Basculando (Téc.3)	
		Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho
Rodilla trasera	Vi*	96.1	116.6	59.6	59.2	79.0	94.7
	Ve*	97.6	167.3	58.9	75.0	85.6	155.4
	Bf*	14.9	20.5	6.5	8.0	8.7	11.3
	S-S*	17.5	23.2	7.9	6.0	22.4	18.1
Lumbar	M izq	45.2	82.2	52.4	49.0	52.9	67.4
	Ee izq	29.8	59.7	35.5	31.7	43.1	42.6
	M dcho	90.2	81.5	93.5	74.3	100.0	66.5
	Ee dcho	44.3	43.5	46.5	32.8	45.1	38.4
Brazos	Bb dcho	4.9	16.2	6.2	15.4	3.7	12.8
	Bb izq	28.2	9.3	33.1	5.8	32.1	8.0
	Rm dcho	9.2	12.4	8.2	10.9	6.9	8.0
	Rm izq	8.6	8.4	7.9	6.9	7.0	5.3
SUJETO 2	Músculo	Habitual (ref)		Sin bascular		Basculando	
		Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho
Rodilla trasera	Vi*	56.7	46.8	47.4	27.5	85.9	77.9
	Ve*	50.1	60.2	39.5	41.0	81.7	86.4
	Bf*	20.5	19.9	17.1	12.2	22.9	16.3
	S-S*	5.4	21.1	8.2	12.0	9.7	15.4
Lumbar	M izq	28.9	36.5	29.0	25.0	34.0	42.1
	Ee izq	35.6	45.2	33.0	39.1	38.9	45.3
	M dcho	27.8	30.2	22.5	24.5	30.1	32.1
	Ee dcho	38.2	34.8	36.9	30.3	37.1	37.1
Brazos	Bb dcho	3.1	7.4	4.3	7.6	3.4	9.5
	Bb izq	11.0	6.4	12.3	7.2	9.6	7.8
	Rm dcho	11.9	32.8	14.9	31.0	12.4	27.8
	Rm izq	15.9	16.3	21.0	15.6	16.5	12.8
SUJETO 3	Músculo	Habitual (ref)		Sin bascular		Basculando	
		Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho
Rodilla trasera	Vi*	37.0	68.6	27.5	11.5	75.5	121.8
	Ve*	35.8	47.9	26.0	7.6	65.6	83.9
	Bf*	43.8	40.3	21.2	9.4	30.9	50.9
	S-S*	7.1	6.8	2.5	2.3	5.2	8.9
Lumbar	M izq	34.1	25.4	25.6	28.2	17.9	29.8
	Ee izq	13.4	17.7	21.4	18.0	16.2	21.8
	M dcho	31.5	19.7	32.8	23.9	26.7	20.1
	Ee dcho	26.2	16.2	41.2	21.0	30.5	20.8
Brazos	Bb dcho	28.3	17.8	10.7	12.3	16.1	14.6
	Bb izq	35.7	22.6	17.7	17.4	12.7	26.4
	Rm dcho	4.2	19.0	5.3	15.4	5.2	18.5
	Rm izq	16.7	10.1	10.7	9.0	16.3	8.7

Tabla 38. Valores medidos en % MCV de cada sujeto voluntario según la técnica utilizada y la posición respecto al cable

(*) Para estos músculos únicamente se valoran las señales de la pierna más retrasada, según el lado del cable del que se trabaja, puesto que se ha comprobado, es aquella que da valores más altos.

Para comparar los valores obtenidos en porcentaje de MCV con la literatura técnica existente, se dispone de diferentes referencias bibliográficas:

Teniendo en cuenta el método OCRA, en su escala Borg de esfuerzo considera el esfuerzo como moderado a partir del 30% de la MCV (NTP 629: *Movimientos repetitivos: métodos de evaluación Método OCRA*, 1998).

Teniendo en cuenta que Kilbom (1993) en su Modelo cúbico para el análisis de herramientas manuales, sitúa el esfuerzo moderado entre el 10%-30% de la MCV, y por encima del 30% de MCV considera que la fuerza que se ejerce es alta., y que el fabricante de herramientas manuales ATLAS COPCO, en su manual *Power tools ergonomics* (1997), expone que hay un alto riesgo de trastornos músculo-esqueléticos cuando el esfuerzo es mayor que el 30% de la MCV, y que a niveles de carga de 40% de la MCV, se puede ver afectada la circulación sanguínea. Para tareas ocasionales, el nivel de carga no debería exceder, según este manual, el 70% de la MCV, tal y como se puede comprobar por los resultados expuestos, se han obtenido en muchos casos valores en porcentaje de MCV muy por encima de las referencias técnicas mencionadas, para porcentaje medio de MCV (30%). Esta situación podría explicarse bajo los siguientes argumentos:

El registro de la MCV, se realiza siempre en una posición, y condiciones posturales óptimas, es decir, sin flexiones, desviaciones en articulaciones, etc. situación que puede justificar la diferencia de valor que se obtiene cuando se somete al músculo a condiciones posturales extremas.

Por otro lado, los ensayos de tracción realizados suponen un esfuerzo puntual y acotado en un espacio de tiempo muy breve (entre 1,5 segundos y 2,5 segundos), mientras que los ejercicios de MCV tienen una duración de 5 segundos; por lo que esta circunstancia explica que durante los ensayos de tracción se obtengan porcentajes más elevados que en la realización de la propia MCV, ya que el esfuerzo se concentra en un espacio de tiempo muy breve.

3.3.1 Técnicas de tiro y resultados obtenidos

Se solicitó a cada sujeto que realizase una serie continuada de movimientos de tracción del cable, bajo distintas condiciones posturales previamente definidas, y que a continuación se detallan.

En todos los casos se realizaron mediciones a ambos lados del cable.

Cada sujeto realizó un mínimo de 10 tiradas, con un contrapeso estable de 20 kg.

De estas 10 tiradas y bajo criterio técnico basado en la eliminación de las señales iniciales y finales con objeto de garantizar un ritmo de tracción lo más estable posible, fueron seleccionadas 4 tiradas para el análisis y posterior procesamiento de los datos.

Paralelamente y con objeto de valorar con cuál de las diferentes técnicas de tiro se obtenía un mayor rendimiento en longitud de cable movido por tirada, se realizaron una serie de marcas visuales en el cable, para poder comprobar qué longitud exacta de cable conseguía avanzar el trabajador en cada tirada.

3.3.1.1 Técnica 1: Tracción de cable según técnica habitual de operario experimentado

- **Descripción:**

El sujeto adoptó una postura global casi frontal a la zona de salida del cable.

Pies ligeramente separados 40-45 cm con objeto de garantizar estabilidad en la tirada, pie adelantado (ángulo de 30° con dirección longitudinal del cable), pie retrasado (ángulo de 85°-90° con dirección longitudinal del cable). Ver figura 20.

Se inició el movimiento realizando un impulso en cada tirada con una flexión marcada de ambas rodillas, y balanceando la planta de los pies al subir y bajar en cada movimiento de tracción. Se sujetó el cable colocando delante el brazo correspondiente al lado del cable del que se trabajó en cada caso.



Figura 20. Disposición de extremidades inferiores en la técnica 1
Fuente: Elaboración propia

- **Resultados:**

Músculos con mayor carga (>30% MCV): Correspondientes a las piernas y la espalda, los músculos con valores por encima del 30 % MCV han sido: Vi, Ve; así como M y Ee. Valores entre 30,2% y 116%

Músculos con menor carga (<30% MCV): Se corresponden con los músculos de los brazos (Bb y Rm), los músculos correspondientes a la parte trasera de la pierna (Bf y S-S), así como algunos casos aislados de la zona lumbar. Valores entre 3,1% y 29,8%

Los 3 voluntarios presentan un comportamiento idéntico en el caso de los músculos de menor carga (extremidades superiores), mientras que en los músculos de mayor carga, y concretamente en la musculatura de la zona lumbar, hay más variabilidad de un sujeto a otro (aunque siempre son valores muy próximos al 30% MCV). Ver figuras 21 y 22.

Metros de cable movidos: Respecto a la longitud de cable que se consigue avanzar en cada tirada, empleando la técnica 1 del lado derecho del cable, se consigue avanzar 1 metro con solo realizar una media de 6 tiradas. Del lado izquierdo del cable, se consigue avanzar 1 metro realizando una media de 34 tiradas.

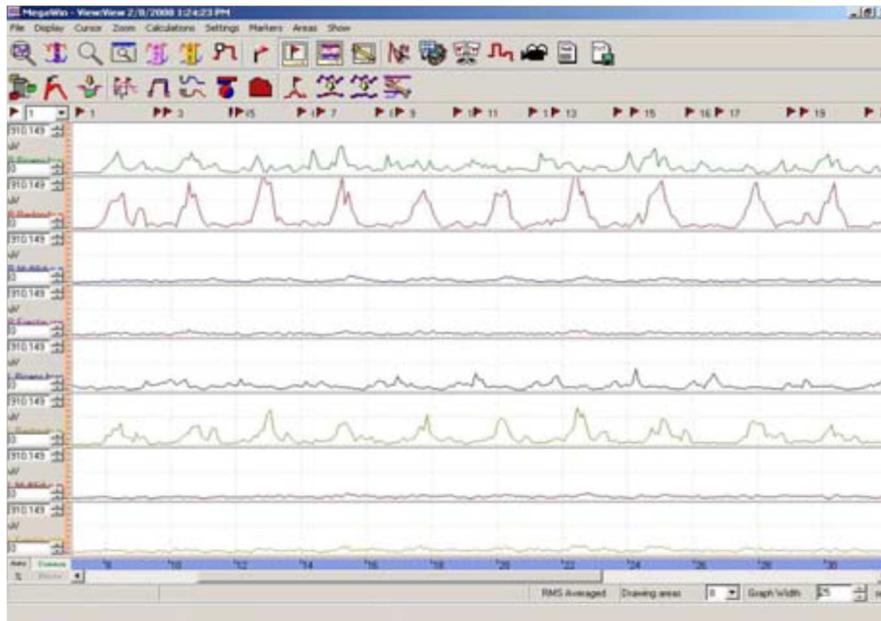


Figura 21. Señales de electromiografía correspondientes a miembros superiores y espalda. Técnica 1 y sujeto 2
Fuente: Elaboración propia

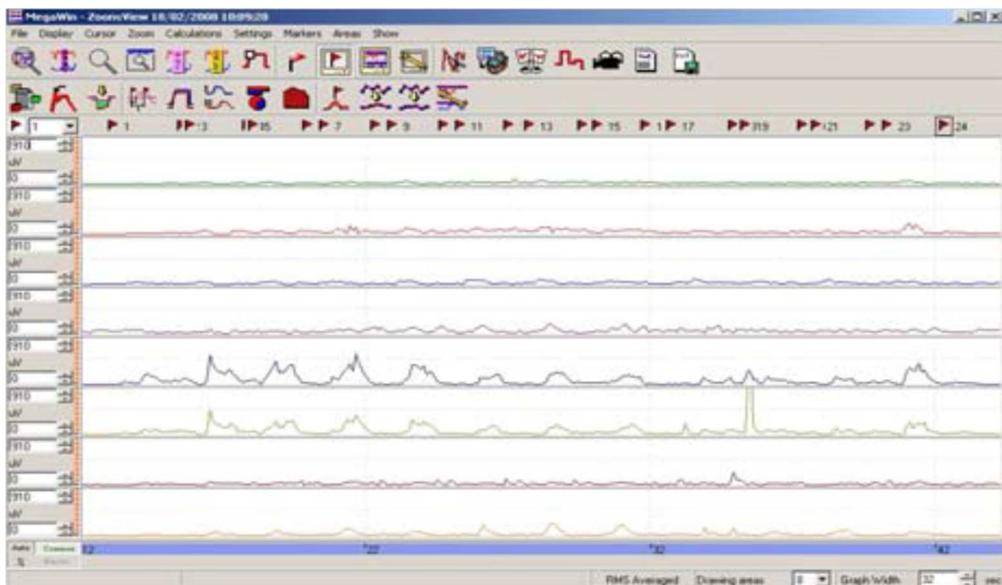


Figura 22. Señales de electromiografía correspondientes a miembros inferiores. Técnica 1 y sujeto 2
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2 Técnica 2: Tracción de cable sin bascular

- **Descripción:**

El sujeto adoptó una postura global oblicua al cable, mirando hacia el extremo frontal del cable.

Pies ligeramente separados 40-45 cm con objeto de garantizar estabilidad en la tirada, pie adelantado (ángulo de 30° con dirección longitudinal del cable), pie retrasado (ángulo de 45°-50° con dirección longitudinal del cable).

Se realizó el impulso de cada tirada con una ligera flexión de rodilla (principalmente en la pierna situada más atrás). Se sujetó el cable colocando delante el brazo correspondiente al lado del cable del que se trabajó, en cada caso. Ver figura 23.



Figura 23. Secuencia de tirada en técnica 2
Fuente: Elaboración propia

- **Resultados:**

Músculos con mayor carga (>30% MCV): Correspondientes a las piernas y la espalda, los músculos con valores por encima del 30 % MCV han sido: Vi, Ve; así como M y Ee. Valores entre 30,3% y 93,5%

Músculos con menor carga (<30% MCV): Se corresponden con los músculos de los brazos (Bb y Rm), así como el M, en algún caso, y los músculos correspondientes a la parte trasera de la pierna (Bf y S-S). Valores entre 2,3% y 29%

En este caso los 3 voluntarios presentan un comportamiento muy heterogéneo, puesto que uno de ellos, por ejemplo, presenta valores por debajo del 30% MCV en prácticamente todos los grupos musculares.

Mientras que los otros 2 tampoco muestran coincidencias en el comportamiento de la zona lumbar. Ver figuras 24 y 25.

Metros de cable movidos: Respecto a la longitud de cable que se consigue avanzar en cada tirada, empleando la técnica 1 del lado derecho del cable, se consigue avanzar 1 metro de cable realizando una media de 18,6 tiradas. Del lado izquierdo del cable, se consigue avanzar 1 metro realizando una media de 56,3 tiradas.

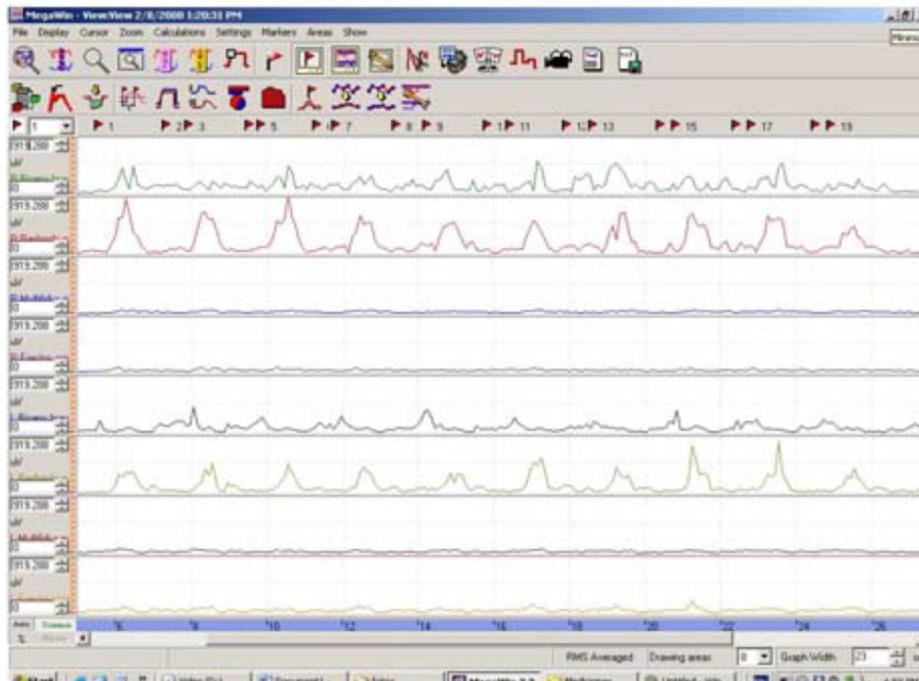


Figura 24. Señales de electromiografía de miembros superiores y espalda. Técnica 1 y sujeto 2
Fuente: Elaboración propia

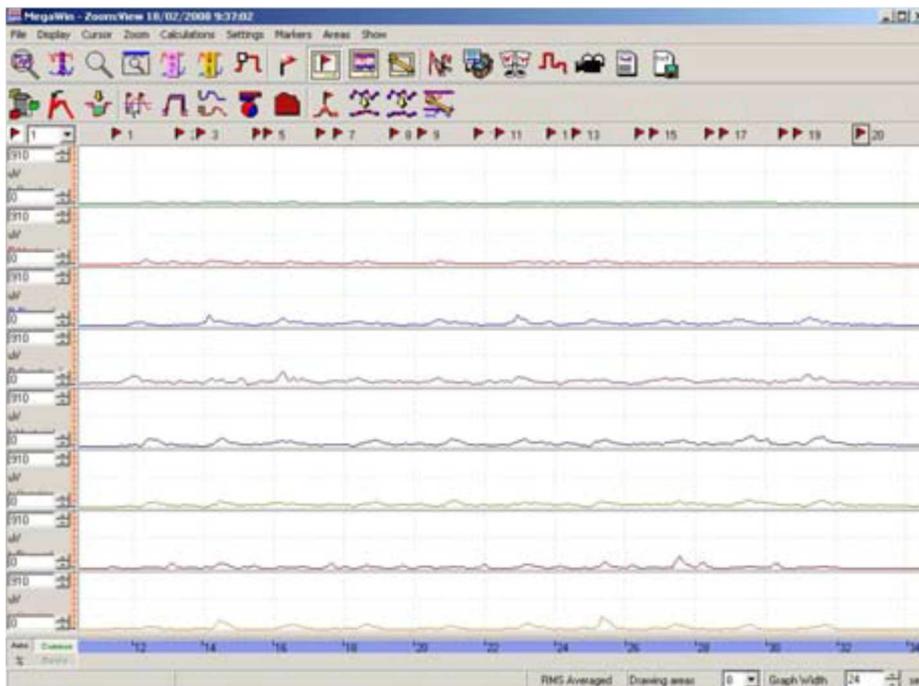


Figura 25. Señales de electromiografía correspondientes a miembros inferiores. Técnica 2 y sujeto 2
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3 Técnica 3: Tracción de cable basculando

- **Descripción:**

El sujeto adoptó una postura global oblicua al cable, mirando hacia el extremo frontal del cable.

Pies ligeramente separados 40-45 cm con objeto de garantizar estabilidad, pie adelantado (ángulo de 30° con dirección longitudinal del cable), pie retrasado (ángulo de 40°- 45° con dirección longitudinal del cable). Ver figura 26.

Se realizó el impulso de cada tirada con una flexión marcada de ambas rodillas, y balanceando la planta de los pies al subir y bajar en cada movimiento de tracción. Se sujetó el cable colocando delante el brazo correspondiente al lado del cable del que se trabajó en cada caso.



Figura 26. Disposición extremidades inferiores en técnica 3

Fuente: Elaboración propia.

- **Resultados:**

Músculos con mayor carga (>30% MCV): Correspondientes a las piernas y la espalda, los músculos con valores por encima del 30 % MCV han sido: Vi, Ve; así como M y Ee. Valores entre 30,1% y 155,4%.

Músculos con menor carga (<30% MCV): Se corresponden con los músculos de los brazos (Bb y Rm), así como en la mayoría de los casos, los músculos correspondientes a la parte trasera de la pierna (Bf y S-S). Valores entre 3,4% y 29,8%

2 de los 3 voluntarios (sujetos 1 y 2) presentan un comportamiento idéntico tanto en valores por encima como por debajo del 30% MCV. No obstante, el tercero solamente presenta valores por encima de ese 30% MCV para el caso de los músculos de las piernas. Ver figuras 27 y 28.

Metros de cable movidos: Respecto a la longitud de cable que se consigue avanzar en cada tirada, en este tipo de tracción y trabajando por ejemplo del lado derecho del cable, se consigue avanzar 1 metro de cable con solo realizar una media de 7,1 tiradas. Del lado izquierdo del cable, se consigue avanzar 1 metro realizando una media de 21,6 tiradas.

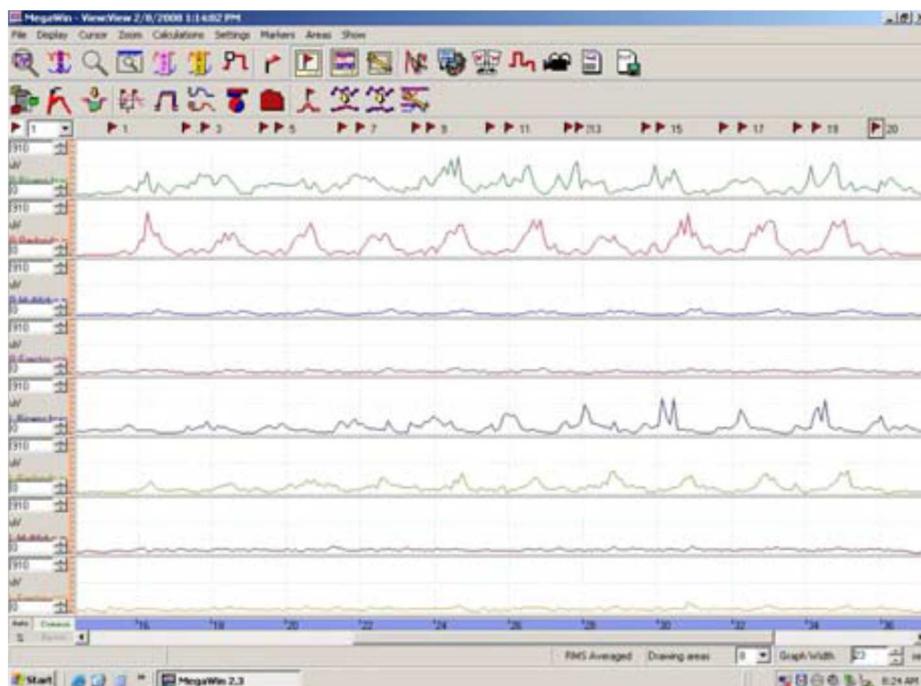


Figura 27. Señales de electromiografía de miembros superiores y espalda. Técnica 3 y sujeto 2
Fuente: Elaboración propia

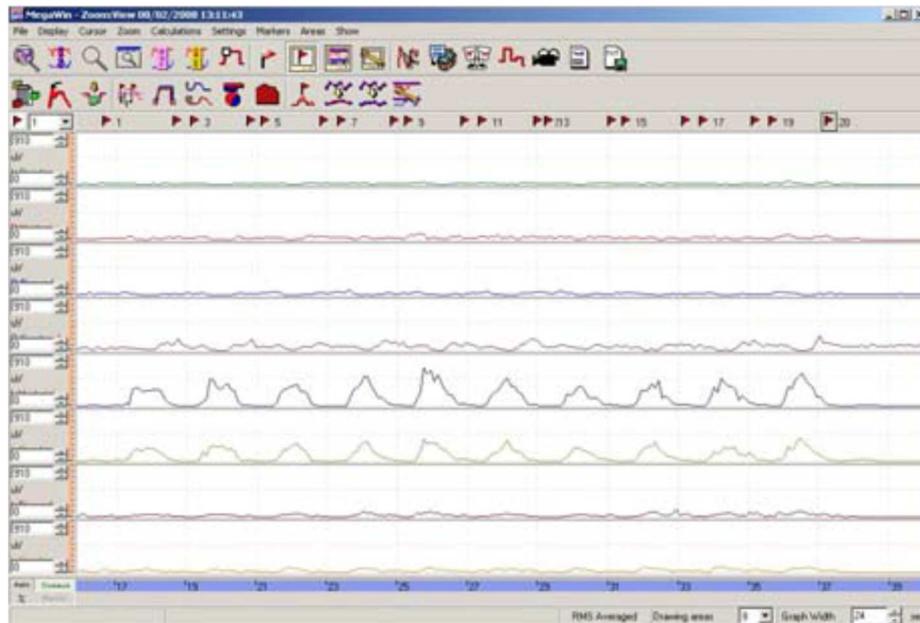


Figura 28. Señales de electromiografía correspondientes a miembros inferiores. Técnica 3 y sujeto 2
Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Análisis comparativo de las técnicas de tiro

Tomando como referencia los resultados de la técnica 1, se observó que la técnica 3 (basculando) presentaba valores más altos de EMG en los músculos de la rodilla (Vi y Ve). No obstante, el sujeto 1 no cumplía esta tendencia, de forma clara.

Este hecho puede deberse a la diferencia en la técnica de tracción usada por este voluntario, puesto que el grado máximo de flexión de su rodilla no es comparable al realizado por los otros 2 voluntarios, tal y como puede apreciarse en la figura 29.



Sujeto 1

Sujeto 2

Sujeto 3

Figura 29. Grado máximo de flexión de la articulación rodilla. Técnica 3
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se observó un ligero aumento en la señal electromiográfica en los músculos de la zona lumbar. Por lo tanto, se puede concluir que la técnica 3 (basculando) no presenta ventajas a nivel de disminución de niveles de actividad muscular significativos.

Realizando la misma comparación, empleando la técnica 2 se obtuvieron, en líneas generales, los porcentajes sobre MCV más bajos de todo el estudio, a excepción de algunos casos de la musculatura de la zona lumbar. Esto puede ser debido a la diferente flexión de la zona dorso lumbar que realizó cada voluntario.

A continuación, se muestra en la tabla 39, con un código de colores, los valores comparativos de las 3 técnicas, tomando como referencia la primera de ellas (técnica 1).

Los colores rojo y verde muestran los valores que son mayores y menores que la técnica 1 respectivamente.

SUJETO 1	Músculo	Habitual (ref) (Téc1)		Sin bascular (Téc.2)		Basculando (Téc.3)	
		Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho
Rodilla trasera	Vi*	96.1	116.6	59.6	59.2	79.0	94.7
	Ve*	97.6	167.3	58.9	75.0	85.6	155.4
	Bf*	14.9	20.5	6.5	8.0	8.7	11.3
	S-S*	17.5	23.2	7.9	6.0	22.4	18.1
Lumbar	M izq	45.2	82.2	52.4	49.0	52.9	67.4
	Ee izq	29.8	59.7	35.5	31.7	43.1	42.6
	M dcho	90.2	81.5	93.5	74.3	100.0	66.5
	Ee dcho	44.3	43.5	46.5	32.8	45.1	38.4
Brazos	Bb dcho	4.9	16.2	6.2	15.4	3.7	12.8
	Bb izq	28.2	9.3	33.1	5.8	32.1	8.0
	Rm dcho	9.2	12.4	8.2	10.9	6.9	8.0
	Rm izq	8.6	8.4	7.9	6.9	7.0	5.3
SUJETO 2	Músculo	Habitual (ref)		Sin bascular		Basculando	
		Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho
Rodilla trasera	Vi*	56.7	46.8	47.4	27.5	85.9	77.9
	Ve*	50.1	60.2	39.5	41.0	81.7	86.4
	Bf*	20.5	19.9	17.1	12.2	22.9	16.3
	S-S*	5.4	21.1	8.2	12.0	9.7	15.4
Lumbar	M izq	28.9	36.5	29.0	25.0	34.0	42.1
	Ee izq	35.6	45.2	33.0	39.1	38.9	45.3
	M dcho	27.8	30.2	22.5	24.5	30.1	32.1
	Ee dcho	38.2	34.8	36.9	30.3	37.1	37.1
Brazos	Bb dcho	3.1	7.4	4.3	7.6	3.4	9.5
	Bb izq	11.0	6.4	12.3	7.2	9.6	7.8
	Rm dcho	11.9	32.8	14.9	31.0	12.4	27.8
	Rm izq	15.9	16.3	21.0	15.6	16.5	12.8
SUJETO 3	Músculo	Habitual (ref)		Sin bascular		Basculando	
		Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho	Lado Izq	Lado Dcho
Rodilla trasera	Vi*	37.0	68.6	27.5	11.5	75.5	121.8
	Ve*	35.8	47.9	26.0	7.6	65.6	83.9
	Bf*	43.8	40.3	21.2	9.4	30.9	50.9
	S-S*	7.1	6.8	2.5	2.3	5.2	8.9
Lumbar	M izq	34.1	25.4	25.6	28.2	17.9	29.8
	Ee izq	13.4	17.7	21.4	18.0	16.2	21.8
	M dcho	31.5	19.7	32.8	23.9	26.7	20.1
	Ee dcho	26.2	16.2	41.2	21.0	30.5	20.8
Brazos	Bb dcho	28.3	17.8	10.7	12.3	16.1	14.6
	Bb izq	35.7	22.6	17.7	17.4	12.7	26.4
	Rm dcho	4.2	19.0	5.3	15.4	5.2	18.5
	Rm izq	16.7	10.1	10.7	9.0	16.3	8.7

Tabla 39. Valores medios en % MCV de cada sujeto voluntario, comparando el resto de técnicas con la técnica 1

(*) Para estos músculos únicamente se valoran las señales de la pierna situada más atrás, según el lado del cable del que se trabaja, puesto que se ha comprobado que es aquella que da valores más altos, bajo cualquier condición.

De forma global se observó la influencia del lado del cable en el que se disponga el operario para realizar la tracción. Con una disposición en el lado derecho del cable se apreciaron valores de esfuerzo más bajos en todos los músculos del sujeto 1 empleando las técnicas 2 y 3. A su vez, en todos los casos analizados, al traccionar de un lado concreto, el miembro superior opuesto suele presentar valores en porcentaje de MCV bastante bajos (alrededor del 15%-10% MCV). Este resultado refuerza la recomendación de incluir alternancia en la disposición de los trabajadores a ambos lados del cable en tiradas sucesivas, con objeto de repartir el esfuerzo lateralmente.

Otra conclusión que apoya esta recomendación es que, en general, al trabajar de un lado del cable, los valores más altos en la zona lumbar se obtuvieron en la zona lumbar opuesta, de ahí que sea recomendable intercambiar la posición del trabajador con respecto al cable, en sucesivas tiradas.

Destacar también que la técnica que mayor rendimiento proporcionó a la tarea de tendido de cable, es decir, en la que mayor longitud de cable se consiguió avanzar en un menor número de tiradas, correspondía a la técnica 1, seguida de la técnica 3.

Los resultados proporcionaron información de los grupos musculares más solicitados. Sobre ellos se concluyó que es aconsejable actuar mediante estiramientos previos, ejercicios de fortalecimiento, soluciones de fisioterapia, etc. Es decir, para los músculos de los brazos se deberían plantear ejercicios de fortalecimiento. Mientras que para los músculos de las piernas y zona lumbar se aconsejan ejercicios de recuperación/rehabilitación.

Se concluyó también que potenciar un programa de entrenamiento en tracción del cable, permitiría desarrollar una adecuada técnica de tiro, que contribuyese a minimizar los esfuerzos requeridos para este tipo de tareas.

También se concluyó que sería necesario ampliar la muestra a un mayor número de trabajadores, incluyendo diestros y también zurdos y realizando análisis en el propio entorno de trabajo.

Se elaboraron fichas informativas de seguridad en relación a las conclusiones indicadas anteriormente sobre manipulación de cargas y posturas adecuadas, así como específicas para las operaciones manuales para tendido de cable. Se pueden ver estas fichas en el Anexo III.

3.4 Reorganización del trabajo de tendido de cable eléctrico

Basándose en todo lo que se ha investigado, tanto en la revisión a nivel de publicaciones científicas existentes, como en la posterior identificación de equipos de trabajo, medios auxiliares y de protección disponibles en el mercado, así como en otros equipos que pudieran ser de interés y aplicabilidad también en este tipo de tarea, y atendiendo también a los resultados de la electromiografía, con el objeto de ratificar los objetivos establecidos en esta Tesis Doctoral, se propone una reorganización del trabajo de tendido de cable eléctrico que afectaría a la técnicas de tendido, en cuanto a los equipos de trabajo, de protección y medios auxiliares a utilizar , así como a las posturas a adoptar por parte de los trabajadores intervinientes en la citada tarea.

3.4.1 Equipamiento

En el análisis realizado de los diferentes catálogos de fabricantes de reconocido prestigio a nivel internacional de equipos relacionados con la tarea objeto de esta investigación, se llegaron a identificar una serie de equipos, medios auxiliares y equipos de protección que habitualmente no se utilizan en obra y que podrían facilitar a los trabajadores ciertas labores dependiendo del tipo de tendido, evitando posibles accidentes laborales, e incluso mejorando la productividad.

En los siguientes apartados se presenta cada uno de ellos de forma individual, según la nueva clasificación creada en las reuniones de focus group en base al análisis de los riesgos de cada método de tendido.

3.4.1.1 Tendido por tubería y sobre bandeja

Para la tirada de cables de pequeña sección (energía, antenas, telefonía, etc.) por tubería, se identificaron enrolladores similares a los mostrados en la Figura 30, que favorecerían un agarre neutro de la articulación de la muñeca.

Complementariamente se podría acoplar, como accesorio, una llave que va ayudando en la tarea de desenrollado del cable y que además posee una tenaza para favorecer el

empuje del mismo, evitando así posibles accidentes laborales o incluso enfermedades profesionales relacionados con esta tarea repetitiva.



Figura 30. Accesorios y ayudas mecánicas en el tendido de cable por tubería (Loimex, 2016)

Además del equipo mencionado anteriormente, existen otros que ayudan a reducir el esfuerzo manual, evitando posibles lesiones al trabajador y también reduciendo el tiempo de trabajo de forma considerable, como por ejemplo el soplado de cables, con un sistema pasacables neumático.

También existen sellos de baja presión, usados para disparar proyectiles y transportadores de línea por el conducto, como el que se puede ver en la figura 31.

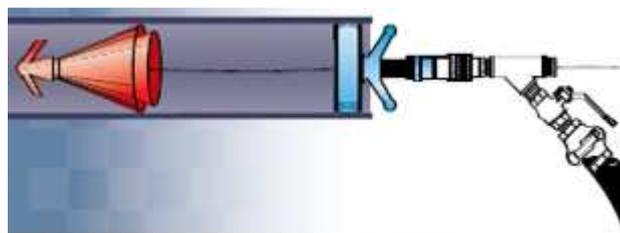


Figura 31. Proyectil transportador (Condux International, 2016)

Cuando las labores de tendido sean sobre bandeja, sobre una pared o similar, suele ser habitual que el trabajador sostenga el peso del cable que todavía no está embridado, adoptando posturas nada recomendables, situación que lleva asociado el riesgo de tener una lesión. Para evitar esto, sería recomendable utilizar ganchos colgados para que hicieran la función de sostener el peso del cable, de forma similar a la que se puede ver en la figura 32.

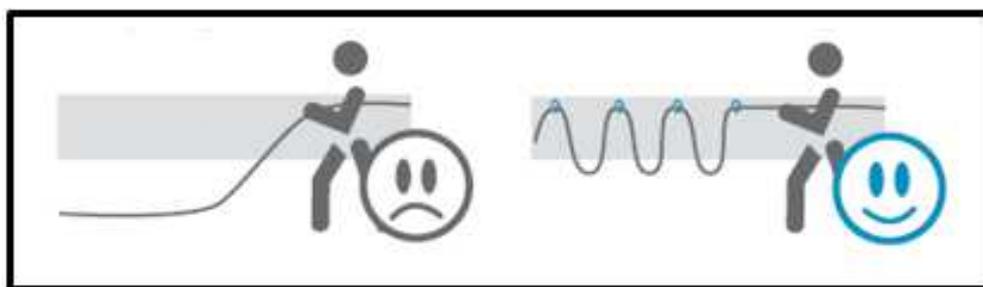


Figura 32. Utilización de ganchos auxiliares
Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2 Tendido subterráneo

Para las operaciones de tendido subterráneo, se recomienda automatizar la tarea de forma que se eviten lo máximo posible los esfuerzos realizados por los trabajadores, a través de algún equipo de tracción.

Actualmente existen en el mercado sistemas diversas máquinas de tiro que reducen el esfuerzo manual, y también la inversión de tiempo, de forma considerable.

Algunas operaciones de tendido del cable guía deben repetirse en varios ciclos, para extraer la cantidad de cable conductor necesaria, lo que implica una inversión de tiempo y esfuerzo considerable, la cual podría evitarse utilizando algún equipo de trabajo que recoja cable y que por el extremo contrario vaya soltándolo (máquina de tiro y frenadora).

En la figura 33 se puede ver una máquina de tiro



Figura 33. Cabrestante para el tendido de cable subterráneo
(Tesmec, 2016)

También pueden utilizarse según las necesidades, sistemas más complejos como el que se puede ver en la figura 34, en el que se usarían un compresor de aire y una máquina de soplado.

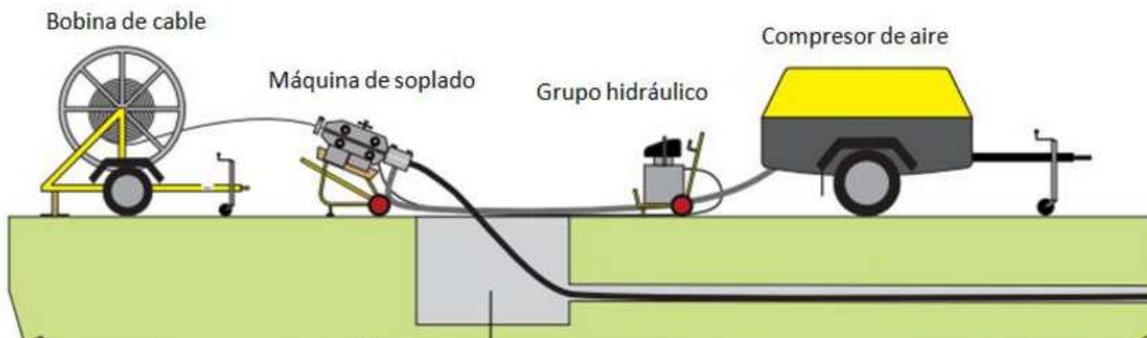


Figura 34. Accesorios y ayudas mecánicas en el tendido de cable subterráneo (Arganogroup, 2016)

3.4.1.3 Tendido en zanja

Para la realización de trabajos de tendido de cables sobre zanja, se recomienda la utilización de sistemas auxiliares rodantes de distinta tipología, dependiendo del terreno a salvar, como los que se pueden ver en la figura 35, que además de reducir la fricción del cable sobre el terreno, contribuirían a evitar daños en el mismo y también reducirían el esfuerzo de tiro por parte del trabajador, evitando así posibles accidentes laborales por sobreesfuerzo.



**Figura 35. Equipos auxiliares para el tendido de cable en zanja
Fuente: Elaboración propia**

Los citados equipos rodantes se deben colocar a lo largo de la zanja y terreno a salvar por el cable, de tal modo que ayuden a suavizar la carga soportada por el trabajador, como se puede observar en la figura 36.



Figura 36. Detalle del esfuerzo de un trabajador en el tendido del cable en zanja
Fuente: Elaboración propia

En relación al desbobinado del cable eléctrico a tender en la zanja, se debe evitar, en la medida de lo posible, frenazos de la bobina y tirones, con el objeto de que no se produzcan sobreesfuerzos de los trabajadores. En la figura 37 se puede apreciar el esfuerzo físico que realiza un trabajador al desbobinar el cable manualmente.



Figura 37. Desbobinado manual de cable eléctrico
Fuente: Elaboración propia

Siempre que sea posible, se debería realizar el desbobinado del cable con algún tipo de ayuda mecánica, tipo porta bobina motorizada, que de forma automática y con sistema de freno, desbobine el cable y elimine por tanto el esfuerzo del operario en este tipo de tendidos. En la figura 38, se presentan un modelo de portabobina motorizada.



Figura 38. Portabobinas motorizada
(Condux International, 2016)

3.4.1.4 Tendido aéreo/sobre apoyos

En el tendido aéreo, hay que tener en cuenta que aparte del riesgo de sobreesfuerzo, se une también el riesgo grave de caída a distinto nivel de los trabajadores participantes en la operación. Por lo que es muy importante analizar previamente el trabajo con el objeto de seleccionar los medios más seguros para realizarlo.

En este tipo de tendidos hay que procurar siempre que sea posible trabajar en plataformas, grúas-cesta, como se puede ver en la figura 39, o elementos similares, que protejan al trabajador de caídas a distinto nivel, eviten la inestabilidad y favorezcan un apoyo estable a la vez que se reduzca lo más posible la tensión global del cuerpo y permitan, en la mayoría de los casos, trabajar con total libertad con ambas manos, aumentando la percepción de seguridad del trabajador y agilizando el proceso de montaje en cuestión.



Figura 39. Plataforma elevadora utilizada para el tendido de cable (Ferrol-España)
Fuente: Elaboración propia

A su vez, se debe utilizar algún equipo que pueda recoger cable y por el extremo contrario vaya soltándolo con el objeto de evitar las posturas forzadas realizadas por los trabajadores, (movimiento combinado de abducción y rotación posterior del hombro, para colocarse la cuerda bajo la axila e ir tirando así, de espaldas), como se puede ver en la figura 40 en la que unos trabajadores tiran manualmente.



Figura 40. Trabajadores tirando manualmente de cable aéreo
Fuente: Elaboración propia.

Con mecanismos similares a los que se ven a continuación en la figura 41 se podrían evitar los esfuerzos de tracción comentados anteriormente, con máquinas adecuadas de tiro complementándolas con frenadoras.



Figura 41. Máquina de tiro y frenadora
Fuente: Elaboración propia

En el Anexo IV se detallan a modo de ficha de seguridad, las instrucciones de uso y mantenimiento, así como los riesgos y medidas preventivas de la máquina de tiro y de la frenadora.

En la figura 42 se pueden ver algunos de los equipos de trabajo citados anteriormente y ayudas mecánicas utilizadas en una obra.



Figura 42. Accesorios y ayudas mecánicas utilizados en el tendido de cable aéreo (Pampa Norte-Chile)

Fuente: Elaboración propia

Si no se pudiera evitar que los trabajadores tuvieran que acceder y trabajar en los apoyos, se deben utilizar plataformas de trabajo sujetas al propio apoyo, como la que se puede ver en la figura 43, complementadas con la utilización por parte de los operarios de arnés anticaídas con los conectores más adecuados según cada caso.



Figura 43. Escalera de sujeción utilizada en el tendido de cable aéreo (Pampa Norte-Chile)
Fuente: Elaboración propia

Y en el caso de que los trabajadores tengan que situarse en los cables además del uso de los carritos ya existentes en el mercado, se podría mejorar el diseño del asiento/balancín sobre el que realizan habitualmente estas operaciones, añadiendo una pequeña plataforma de dimensiones similares al pie, como el que se puede ver en la figura 44, para facilitar su apoyo y garantizar una distribución adecuada de las presiones plantares.



Figura 44. Trabajador en cable aéreo
Fuente: Elaboración propia

3.4.1.5 Accesorios y equipos complementarios

Para las labores de tendido de cable se hace necesaria la utilización de accesorios de trabajo complementarios y equipos de protección, con el objeto de facilitar así las operaciones de tendido y evitar posibles lesiones de los trabajadores en estas tareas.

De los accesorios de trabajo existentes actualmente para los sistemas de tendido, se realizó una clasificación estableciendo los siguientes grupos:

- **Gatos y carros porta bobinas**

Para levantar, trasladar las bobinas y facilitar el tendido del cable son de gran utilidad tanto los gatos, como los carros porta bobinas y el vehículo autopulsado más adecuado a las características de cada terreno.

En el Anexo IV se detallan a modo de ficha de seguridad, las instrucciones de uso y mantenimiento, así como los riesgos y las medidas preventivas de los gatos elevadores portabobinas.

En la figura 45 se puede ver un gato portabobinas.



Figura 45. Gatos portabobinas
Fuente: Elaboración propia

En el uso de estos equipos auxiliares es muy importante no colocarse cerca del radio de acción de las bobinas y equipos móviles utilizados con el objeto de evitar posibles golpes y/o atrapamientos como se puede apreciar en la figura 46.



Figura 46. Operarios utilizando carro con gatos porta bobinas
Fuente: Elaboración propia

- **Mallas tiracables:**

Son medios auxiliares que se utilizan para la introducción de cables en conducciones de diferente tipo, se usan básicamente para cables de secciones pequeñas, y facilitan la tracción del cable que se pretende tender. Suelen fabricarse como cables trenzados de acero resistentes a la tracción. Ver ejemplos en la figura 47.



Figura 47. Mallas tiracables
(Katimex® Cielker GmbH, 2016)

- **Guía pasacables:**

Estos equipos se utilizan habitualmente con guía-cables de fibra de vidrio para la introducción manual del cable en un determinado conducto. Son utilizados para cables de secciones pequeñas o medias. Ver ejemplo en figura 48.



Figura 48. Guía pasacables
(Loimex, 2016)

- **Accesorios para el tendido de cables basados en rodillos o poleas:**

Consisten en juegos de rodillos, poleas o elementos similares, que facilitan la labor de tendido de los cables, y minimizan la fricción de estos durante dicho tendido. Se suelen fabricar en acero o aleaciones de aluminio o zinc, y adquieren diversas formas, dependiendo del tipo de uso o tendido que se pretenda practicar: angulares, para introducción en tubos, arquetas o pozos, etc. Ver ejemplo en figura 49.



Figura 49. Sistemas rodantes auxiliares de tendido
(Rotranssa, 2016)

- **Lubricantes de cables:**

Los lubricantes existentes en el mercado también son de gran interés para este tipo de tarea. Se utilizan para lubricar el material de encamisado del cable e incluso de la guía que le acompañe. De este modo, se reduce la fricción y, por tanto, las fuerzas de introducción necesarias, minimizando así el riesgo de sobreesfuerzo del trabajador.

- **Equipos de protección individual:**

Como equipos de protección personal y que a su vez facilitan este tipo de tarea a los trabajadores, además de las típicas rodilleras como las que se muestran en la figura 50, se identificaron equipos que actualmente se están utilizando en otro tipo de actividades.



Figura 50. Trabajador utilizando rodilleras acolchadas

Estos equipos ayudarían a disminuir las lesiones cuando se trabaja en postura arrodillada. Se puede ver en la figura 51 uno de estos equipos de protección de silicona y portátil que actualmente se utiliza en tareas de jardinería pero que en ciertos tendidos de cable eléctrico en el que es necesario que el trabajador tenga que adoptar una postura de rodillas en una superficie dura, le evitaría que las rodillas sufrieran.



Figura 51. Rodilleras de silicona utilizadas en jardinería
Fuente: Elaboración propia

Otro equipo de protección que también ayudaría a disminuir posibles lesiones cuando se tiene que adoptar una postura de trabajo en cuclillas de forma continuada, podría ser el que se muestra en la figura 52, que mediante el uso de cuñas suaviza la presión en el hueso poplíteo.



Figura 52. Cuñas para trabajos en cuclillas
(WePlay Sports®, 2016)

3.4.1.6 Prototipo rodillo tiracables

Con el objeto de poder obtener un mecanismo de tendido eficaz para su utilización en bandejas, una de las ideas que surgieron en las citadas reuniones focus group, fue la posibilidad de diseñar un prototipo de rodillo que sirviera para facilitar la tarea del tendido de cable, en este caso de un tendido específico.



Figura 54. Primer diseño del prototipo
Fuente: Elaboración propia

El tendido se haría completamente desde la cota cero con la única ayuda de una máquina de tiro, previa instalación de los equipos en la bandeja y habiendo protegido o balizado previa y adecuadamente la zona como medida preventiva en caso de caída de alguno de los elementos (cables o el propio útil).

Lo más importante, no es el peso de los cables que lógicamente, de este tipo, los soportaría con garantías, si no la sujeción del útil a la bandeja.

También se buscó que el útil indicado fuera lo más ligero posible con el objeto de evitar sobreesfuerzo a la hora de instalarlo y desinstalarlo por parte de los trabajadores. Por tal motivo se construyó de aluminio y nailon.

En la figura 55 se puede ver el diseño definitivo del prototipo.



Figura 55. Diseño definitivo del prototipo tiracables
Fuente: Elaboración propia

Con todos estos datos y observaciones, se desarrollaron los planos definitivos que sirvieron para la construcción del citado prototipo. Se pueden ver en el Anexo IV los planos finales del prototipo indicado.

El prototipo posteriormente se probó en una obra.

Para las pruebas se utilizaron dos tipos de cables, uno de 3,5x70 de Cu, con un peso de 2,5 kg/m y una longitud de 360 m., y otros dos cables de 3,5x35 de Cu, con un peso de 1,25 kg/m y una longitud de 225 m.

Como medios auxiliares se utilizaron: un cabrestante portátil de 400 kg de fuerza máxima, 16 rodillos, una camisa de tiro y pieza giratoria, dos gatos portabobinas y tres emisoras para que pudieran coordinarse los trabajadores situados en las bobinas con el operario que manejaba la máquina de tiro (cabrestante) y con el supervisor de la maniobra.

El trabajo lo desarrollaron 4 personas: una en el cabrestante, dos en la bobina y otra supervisando la maniobra.

El reportaje fotográfico de las pruebas con el prototipo se puede ver en el Anexo V.

La prueba, aunque resultó satisfactoria, no se puede dar por definitiva ya que para ello sería necesaria realizar más pruebas en otro tipo de instalaciones, con más dificultad en el recorrido, y con el número de rodillos adecuados.

3.4.2 Recomendaciones posturales y técnicas específicas para el tendido de cable

En base a los resultados de la electromiografía, también se concluyó como se comentó en su apartado correspondiente que en esta manipulación manual específica de cargas se deben tener en cuenta aspectos posturales, pues muchas lesiones de la labor de tendido de cable, se debe al desconocimiento de técnicas específicas para minimizar los esfuerzos y así realizar dichas tareas de forma saludable y sin que entrañe ningún riesgo para los trabajadores.

En la figura 56 se puede ver la postura de dos operarios tendiendo cable en una arqueta de una subestación eléctrica.



Figura 56. Operarios tendiendo cable en la arqueta de una subestación eléctrica
Fuente: Elaboración propia

Se detallan a continuación las recomendaciones y técnicas que habrá que tener presentes en la realización de estas labores en base a los resultados obtenidos de la electromiografía:

- Se deben evitar flexiones de columna con las piernas rectas y flexiones de columna marcadas, tal y como se ve en la figura 57. Este tipo de posturas se caracterizan por flexión acentuada de columna lumbar y dorsal, en base a la altura de trabajo.



Figura 57. Flexiones de columna
Fuente: Elaboración propia

- En las tareas auxiliares de anudado, enganche de eslingas, cable guía, etc. y en los que normalmente se debe trabajar en cuclillas o de rodillas, se recomienda flexionar ambas rodillas, o bien trabajar en `postura de caballero`, adoptando una postura similar a la que se ve en la figura 58: una rodilla al suelo y la otra extremidad inferior con 90° de flexión de cadera y 90° de flexión en la articulación de la rodilla. También sería aconsejable tratar de utilizar rodilleras y/o superficies acolchadas, como se puede observar también en la figura 57.



Figura 58. Postura de caballero y uso de rodilleras
Fuente: Elaboración propia

- Para las tareas que requieren trabajar con bobinas de cable, la labor de desbobinado debe realizarse atendiendo a unas pautas concretas (medidas preventivas):
 - Evitar posturas forzadas en los esfuerzos de tracción.
 - Se recomienda distribuir el esfuerzo, siempre que sea posible, de forma que se realice el desbobinado entre dos trabajadores.

- Realizar la tracción del cable en la bobina frente a la misma, evitando, en la medida de lo posible, rotaciones de columna, de extremidades inferiores, etc.

En la figura 59 se puede ver trabajadores colaborando en el desbobinado de cable eléctrico.



Figura 59. Operarios colaborando en el desbobinado de cable
Fuente: Elaboración propia

En la figura 60 se detalla de una forma gráfica el desbobinado manual adecuado de una bobina de cable.

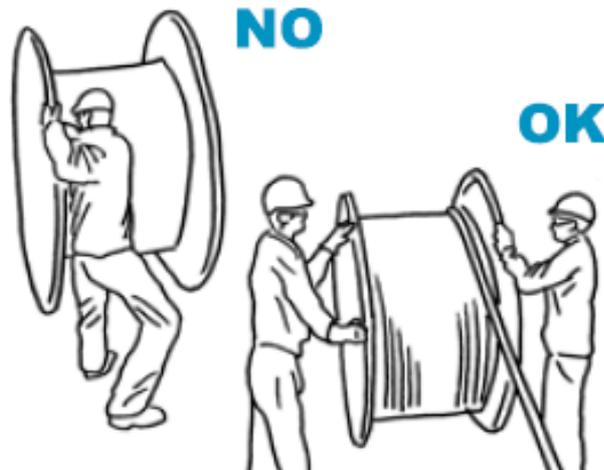


Figura 60. Desbobinado manual de cable
Fuente: Elaboración propia

- En las situaciones en las que es necesario enhebrar la camisa de acero al cable, debe realizarse entre dos trabajadores, uno frente a otro, como se puede ver en la

figura 61, tratando de mantener una posición erguida, con los pies separados y adelantado cada trabajador con una pierna en el sentido del empuje, de modo que uno empuje el cable en un sentido y el otro, situado enfrente, empuje la funda en sentido contrario.

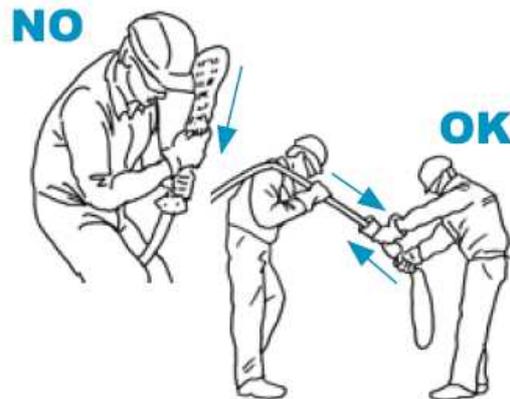


Figura 61. Enhebrado de la camisa al cable
Fuente: Elaboración propia

- En las ocasiones que se deba realizar varias tiradas de cable, se ha de tener especial cuidado de no sobrecargar los músculos ni tirar de forma desordenada, pues además de aumentar el cansancio de los trabajadores, podrían producirse lesiones. Ver figura 62.



Figura 62. Trabajadores realizando esfuerzo en el tendido de cable
Fuente: Elaboración propia

En la forma de llevar a cabo las citadas tiradas de cable se tendrá en cuenta las siguientes pautas y recomendaciones:

- Se tratará de reducir el esfuerzo, como se indica en la figura 63, rotando a los trabajadores desde el primero hacia atrás, dado que el primer puesto hace mayor esfuerzo que los dos últimos (facilitador + ubicador cable).

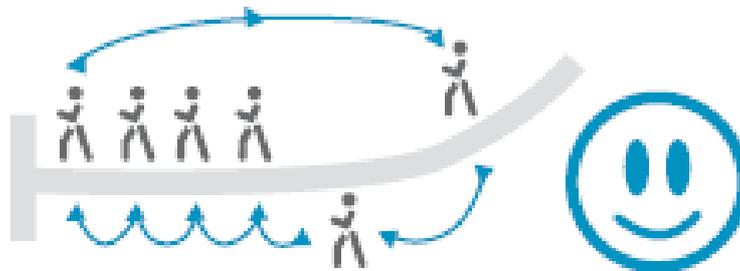


Figura 63. Rotaciones de los trabajadores en las tiradas de cable
Fuente: Elaboración propia

- Además de lo mencionado anteriormente, en cada ciclo de tirada, el trabajador se debe ubicar a un lado diferente del cable, de forma alterna, tal y como se refleja en la figura 64, con objeto de hacer uso de toda la musculatura de brazos y espalda de forma lo más simétrica posible (distribución del esfuerzo lado izquierdo/derecho) para no sobrecargar, en exceso, el lado que se está utilizando.



En cada ciclo de tirada ubicarse a un lado diferente del cable

Figura 64. Ubicación de los trabajadores en cada ciclo de tirada
Fuente: Elaboración propia

- En los tendidos aéreos, se deben tener en cuenta pautas concretas, como la de evitar posturas inestables en tensión del cuerpo. Este tipo de posturas se caracterizan por: tensión global para el mantenimiento del equilibrio, apoyo inadecuado de la zona plantar, además de tener que adoptar, en ocasiones, posturas forzadas en extremidades

superiores para el manejo del cable, como se ve en la figura 65. Todo esto puede dar lugar a que los trabajadores sufran algún tipo de lesión.



Figura 65. Posturas en los tendidos aéreos
Fuente: Elaboración propia

En base a todo lo desarrollado anteriormente, se elaboraron fichas informativas de seguridad específicas sobre las operaciones manuales para tendido de cable. Se pueden ver estas fichas en el Anexo III.

También se elaboraron trípticos informativos e instrucciones técnicas para este tipo de trabajos, aplicables los trabajadores intervinientes en estas tareas. Se pueden ver estos trípticos e instrucciones técnicas en los Anexos VII y VIII respectivamente.

3.4.3 Actividades previas y posteriores

De los resultados de la electromiografía y de las conclusiones de las reuniones y grupos de mejora y focus group en relación al esfuerzo físico necesario en el caso de tener que realizar por parte de los trabajadores manualmente el tendido de ciertos cables eléctricos, así como el propio manejo de los equipos de trabajo y equipos auxiliares necesarios en algunos tendidos, se obtuvo también como conclusión la necesidad de diseñar ejercicios específicos de calentamiento previo y de estiramiento posterior a la realización de este tipo de tarea, con el objeto de evitar posibles lesiones a los trabajadores.

Por tal motivo se contó con la colaboración de dos profesores de educación física, así como un fisioterapeuta del Centro Tecnológico de Automoción de Galicia para diseñar la citada tabla específica de ejercicios para este tipo de trabajos.

Para ello se tuvo en cuenta que deberían de ejercitarse los músculos más solicitados identificados en la electromiografía y también, la importancia de que estos ejercicios se pudieran realizar en el menor tiempo posible con el objeto de afectar lo menos posible a la producción, y que no fueran demasiado exagerados, con el fin de evitar el posible sentido del ridículo que pudieran sentir los trabajadores a la hora de realizarlos.

3.4.3.1 Consejos previos

Tanto para la tarea objeto de esta investigación como para cualquieras otras tareas físicas similares hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones generales previas:

- Una buena preparación física fortalece y equilibra la musculatura, reduciendo el riesgo de lesiones.
- No es necesario invertir mucho tiempo: de 5 a 10 minutos cada día suele ser suficiente.
- Los ejercicios no deben constituir una competición o una carrera. Los movimientos han de ser lentos y controlados. Hay que evitar los movimientos bruscos y rápidos.

- Además de los ejercicios programados, resulta útil realizar pequeñas pausas de manera frecuente y estirar la musculatura en sentido contrario a la que la hemos usado (por ejemplo, si estamos trabajando con el cuello echado hacia atrás, moverlo hacia delante brevemente).
- Los ejercicios no deben suponer una tarea penosa. No se trata de agotarse sino de preparar y proteger el cuerpo. Algunas personas podrán invertir más tiempo en estos ejercicios y otras menos (esto es totalmente normal). Se recomienda, por tanto, que la introducción de estos ejercicios sea progresiva.
- Si se siente dolor o malestar al realizar los ejercicios es conveniente parar de hacerlos.
- Las personas que hayan padecido alguna lesión o tengan problemas previos puede que no convenga que realicen ciertos ejercicios, por eso si hay dolor no conviene forzar este movimiento.

3.4.3.2 Ejercicios de calentamiento y estiramiento

Se diseñaron tablas de calentamiento y estiramiento que incluyeran ejercicios sencillos que pudieran ser realizados por cualquier trabajador y evitando a su vez movimientos con grandes aspavientos teniendo en cuenta, según se comentó anteriormente, el posible sentido del ridículo que pudieran sentir ciertos trabajadores a la hora de realizarlos. También se tuvo en cuenta lógicamente que la duración de estos ejercicios fuera el menor tiempo posible, con el objeto de afectar lo menos posible a la producción.

Los citados ejercicios de calentamiento deberían realizarse antes de comenzar la actividad laboral. Entre 5-10 minutos, aproximadamente, ser ejercicios muy ligeros y con una mínima tensión de las articulaciones.

El resultado de las citadas tablas fue el siguiente:

- **Ejercicios de calentamiento**
 - **Ejercicio Calentamiento 1**

Rotación de hombros

{ Tiempo:10"-12"
{ Repeticiones: 1



Figura 66. Rotación de hombros
Fuente: Elaboración propia

Mover ambos hombros en círculos, primero hacia delante y luego hacia atrás y después alternativos.

- **Ejercicio Calentamiento 2**

Calentamiento de muñecas y dedos

{ Tiempo:8"-12"
{ Repeticiones: 5



Figura 67. Calentamiento de muñecas y dedos
Fuente: Elaboración propia

Entrelazar los dedos de las manos, con las palmas pegadas y mover en círculos ambas muñecas, primero hacia un lado y después hacia el otro.

○ **Ejercicio Calentamiento 3**

Rotación de caderas y flexión de columna

{ Tiempo: 8"-16"
{ Repeticiones: 5



Figura 68. Rotación de caderas y flexión de columna
Fuente: Elaboración propia

Con las piernas abiertas a la altura de los hombros y manos en los riñones llevar suavemente la cadera a la izquierda y a la derecha varias veces. Luego repetir movimientos hacia adelante y hacia atrás.

○ **Ejercicio Calentamiento 4**

Rotación de tobillos

{ Tiempo: 6"-12"
{ Repeticiones: 2



Figura 69. Rotación de tobillos
Fuente: Elaboración propia

Realizar círculos suaves con el tobillo en la dirección de las agujas del reloj, apoyando la puntera en el suelo como eje de giro. Cambiar de pie.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 5**

Estiramiento de tren superior y espalda

{ Tiempo: 8"-12"
{ Repeticiones: 3



Figura 70. Estiramiento de tren superior y espalda
Fuente: Elaboración propia

Llevar el brazo izquierdo por delante del pecho hacia la escápula u omoplato contrario y con el brazo derecho presionar el izquierdo con suavidad. Girar levemente la espalda acompañando el movimiento para estirar también la misma. Repetir el ejercicio al contrario.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 6**

Flexión de rodillas

{ Tiempo: 12”
{ Repeticiones: 10



Figura 71. Flexión de rodillas
Fuente: Elaboración propia

Con las manos en ambas rodillas, bajar lentamente hasta alcanzar un ángulo aproximado de 90°. Subir también muy despacio para evitar posibles mareos.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 7**

Estiramiento de cuádriceps

{ Tiempo: 40”
{ Repeticiones: 2



Figura 72. Estiramiento de cuádriceps
Fuente: Elaboración propia

De pie, coger el tobillo derecho por detrás del cuerpo con la mano del mismo lado y subirlo hasta el glúteo. Mantener la postura unos 10", con el mayor equilibrio posible (para ello apoyarse en cualquier objeto cercano o en un compañero de trabajo). Repetir con el lado contrario.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 8**

Estiramiento de abductores y aductores

{ Tiempo: 30"-40"
{ Repeticiones: 2



Figura 73. Estiramiento de abductores y aductores
Fuente: Elaboración propia

Con las piernas abiertas más allá de los hombros y manos apoyadas en muslos, desplazar el peso del cuerpo hacia una rodilla manteniendo los dos pies en el suelo. Mantener la postura 8" y repetir con el lado contrario.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 9**

Estiramiento de tronco

{ Tiempo: 8"-10"
{ Repeticiones: 2



Figura 74. Estiramiento de tronco
Fuente: Elaboración propia

Agarrar, a la altura de los riñones, la muñeca izquierda con la mano derecha, al mismo tiempo inspirar , expandir el pecho y elevar la barbilla. Mantener la respiración y expulsar el aire. Acompañar la expulsión con la elevación y el descenso lento del agarre posterior. Volver a la posición inicial. Realizar el mismo ejercicio igual, pero cogiendo la otra mano.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 10**

Rotación lateral de la columna

{ Tiempo: 12''-15''
{ Repeticiones: 2

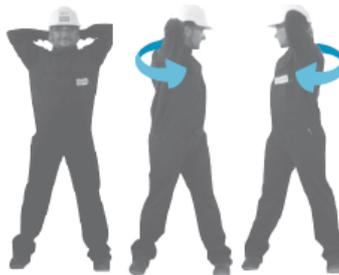


Figura 75. Rotación lateral de la columna
Fuente: Elaboración propia

Con las manos entrelazadas a la altura de la nuca, girar de manera controlada hasta límite articular. Mantener esa postura 1'' y repetir hacia el lado contrario.

○ **Ejercicio Calentamiento (y estiramiento) 11**

Estiramiento lateral de cuello

{ Tiempo:40”
{ Repeticiones: 2



Figura 76. Estiramiento lateral de cuello
Fuente: Elaboración propia

Llevar la oreja hacia el hombro del mismo lado. Mantener 10” y realizar en el lado contrario.

• **Estiramiento**

Hay que tener en cuenta que complementariamente a las tablas de calentamiento, los estiramientos son muy adecuados para preparar el organismo para el esfuerzo que supone la tarea física y lo predisponen una vez concluido ésta, a un mejor descanso y una mejor asimilación.

Por tal motivo, al finalizar los trabajos físicos sería muy conveniente realizar también un estiramiento. Para ello, habría que repetir los ejercicios 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 anteriormente indicados, en este mismo orden.

Posteriormente a la creación de estas tablas se elaboraron trípticos informativos para los trabajadores. Se pueden ver estos trípticos en el Anexo VII.

En la figura 77 se puede ver a modo de ejemplo ejercicios de calentamiento realizados en una obra.



Figura 77. Calentamiento en obra (Ciruelos, Pichorropulli-Chile)
Fuente: Elaboración propia

4 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

4.1 Conclusiones

En esta investigación se han analizado los diferentes sistemas de organización del trabajo asociados a las operaciones de tendido de cableado eléctrico desde la perspectiva de las disciplinas preventivas, de la seguridad y de la ergonomía, lo que representa un punto de vista no recogido hasta ahora en el sector eléctrico.

De la revisión bibliográfica de publicaciones científicas y la consulta de la documentación publicada por diferentes organismos de seguridad laboral y ergonomía se ha llegado a diversas conclusiones:

- El 33% de la población activa de la Unión Europea se encuentra sometida a posturas forzadas al menos durante la mitad de su jornada laboral y que en España, los accidentes producidos por sobreesfuerzos han pasado de representar el 15% del total de los accidentes con baja en 1988, al 37% en 2008, alcanzando en el 2015 un 39,7 % en el total de sectores (actividades económicas).
- Se pudo comprobar que el tendido de cable eléctrico es considerado como una tarea de riesgo alto para los trabajadores. Los accidentes de trabajo por sobreesfuerzos incluyen una enorme variabilidad del tipo de lesión.
- Los sobreesfuerzos con afectación de espalda son las lesiones más frecuentes, lo que suponen el 39,9% sobre el total de sobreesfuerzos, mientras que el 60,1% restante de las lesiones se distribuyen en diferentes zonas anatómicas del sistema músculo-esquelético. Y dicha afección, es la causa del 50% de las bajas laborales en España, lo que supone un coste del 2% del PIB Español.
- En términos de incidencia en España, en 2015 se han producido 484,8 accidentes por sobreesfuerzos que afectan a la espalda por cada 100.000 afiliados con la contingencia de accidente de trabajo cubierta. A esta localización les siguen las lesiones de pierna con incidencias de 170,5 por 100.00.
- Después de cotejar los datos del 2015 con los del 2014, se observa que los mayores incrementos los han experimentado las actividades de construcción especializadas, dentro de las que se encuentra el montaje y mantenimiento eléctrico.

- Existen estudios generales de levantamiento y movimiento de cargas, incluso alguno específico; sin embargo, tras consultar las principales fuentes de información relacionadas con la materia, así como las normas europeas correspondientes, se detectó un vacío de conocimientos específicos en relación al tendido de cable eléctrico.
- En lo que respecta a los años de publicación de los artículos, no se han localizado estudios con anterioridad al 1988. Esto hace pensar que el interés por observar este tipo de trabajos es relativamente reciente, y atendiendo a las publicaciones de los últimos años se observa un incremento notable del número de estudios en el período 2011-2015.
- También se concluyó que la problemática, desde la perspectiva la prevención de riesgos laborales, es que las tareas de tendido de cable no son exclusivas del sector eléctrico. Se encuentran dificultades similares en ámbitos tales como: construcción naval, sector de telecomunicaciones, sector de la construcción, sector de minería y sector forestal.
- Se observa que en los sectores donde se han llevado a cabo un mayor número de investigaciones es en los sectores eléctrico (23%) y de minería (23%).
- En todos los sectores, excepto en el forestal, los factores de riesgo observados tienen estos elementos en común:
 - Cables con un peso elevado de hasta 15.7 Kg/m (sector naval), y 10 Kg/m (sector minería).
 - Posturas que en ocasiones son extremas por el escaso espacio disponible para el/los trabajadores.
 - Trabajo en cuadrillas de hasta 20 trabajadores que exige una adecuada coordinación entre ellos.
 - Movimientos repetitivos.
 - Duración prolongada realizando estas tareas.
 - Un elevado esfuerzo realizado con las extremidades superiores.
 - Suelos o superficies de apoyo mojadas, resbaladizas y con objetos que limitan el movimiento de los pies.
- En las faenas de explotación forestal, el tiro de cable difiere en cierta medida del resto, ya que se trata del tendido del cable que parte de un cabrestante, que el trabajador tira colina arriba, para luego ser usado para el transporte de los troncos talados.
- En el sector de minería se han documentado ya en 1991 los elevados costes laborales que suponían las tareas de tiro manual de cable. Se concluyó que los mineros que realizaban tareas de tendido de cable, acumulaban alrededor del 24% de tiempo perdido por lesiones, incluso cuando solo representan el 9.2% de la población de trabajadores de minería. En otro artículo sobre las condiciones de los mineros, recomendaba que la mejor

manera de reducir este riesgo, era hacer que el trabajador no realice este tipo de operaciones, si esto no era posible, se aconsejaba reducir la frecuencia con la que se tiene que hacer.

- En 2001 un estudio estableció que la manipulación manual de cables se identifica como una tarea particularmente estresante, que probablemente contribuye a las molestias de espalda identificadas en trabajadores del sector minero. Los mismos autores recogieron el mayor ratio de jornadas laborales perdidas en mineros que realizan tareas de manipulación de cables. En otra publicación de 1998, se concluye que, en términos de horas de trabajo perdidas a causa de lesiones de espalda, los trabajadores que manipulan cables experimentan 2,5 veces mayor incidencia de la esperada.
- En una estadística sobre accidentes laborales entre los mineros de Estados Unidos, recogida en un informe sobre la reducción de problemas de espalda en estos trabajadores, se refiere el dato de que mover cables, en el sector minero, produce el 5% de las lesiones de espalda en el período 1996-2005.
- En el sector de la construcción, en un informe irlandés de 1996, se calificó la tarea de tiro de cable como de riesgo medio-alto. El nivel de riesgo dependió de la cantidad de operaciones manuales y de las posturas adoptadas. El riesgo se cuantificó como alto, si se tiraban cables de peso elevado a lo largo de distancias considerables. Si el trabajo se realizaba en el exterior, en condiciones climatológicas adversas, el riesgo de trastornos musculoesqueléticos se elevaba, agravado por los riesgos de caídas y resbalones.
- En el sector de mantenimiento, en un artículo de 2011, se identificaron las tareas de tiro de cable como de alto riesgo ergonómico, debido a la presencia de elevadas fuerzas ejercidas por ambas manos, posturas extremas y repetición de la tarea. En este mismo sector, según un estudio internacional entre Brasil y Noruega, los electricistas son el colectivo en el que mayor número de días perdidos se registraron debido a trastornos musculoesqueléticos.
- En los diferentes organismos de seguridad laboral y ergonomía, se han publicado documentos que recopilan los problemas asociados a estas tareas, y se incluyen en algunas posibles mejoras a implementar. Estos estudios se han realizado para los sectores de la construcción, sector naval y eléctrico.
- Además de las exigencias para los trabajadores, en las operaciones de tiro de cable existe un factor de riesgo para el cable: no se puede exceder en un valor los esfuerzos de tracción a los que está sometido, bien sea manualmente, bien sea con ayudas mecánicas.

Sobre este aspecto, existe literatura científica que estudia este fenómeno, calculando por ejemplo la tensión de tracción que sufre un cable para ser conducido por un tubo del que se conoce su coeficiente de rozamiento, mediante el uso de modelos matemáticos, como por ejemplo el de multicuerpos, etc.

- En ciertos tendidos de cable existen problemas mecánicos adicionales derivados del desfase de la acción conjunta de las personas que traccionan el cable, desde posibles accidentes, a posibles problemas, como alargamientos del cable o en su recubrimiento que, de no ser descubiertos en el acto, pueden ocasionar problemas posteriores y difíciles de resolver, que necesiten localizar la avería, y para ello deba procederse a desinstalar gran parte del tendido, con las consiguientes molestias, riesgos para los trabajadores intervinientes, gastos adicionales, etc.
- Como ejemplo de las mejoras que se han documentado, en un estudio del sector naval se menciona que los trabajos de tendido de cable ocupaban a entre 30 y 70 trabajadores, dependiendo del barco. Mediante el uso de un cabrestante, láminas de teflón para reducir la fricción y cuerdas doblemente trenzadas, se redujo el número de trabajadores de 7-12, frente a los 30-70. Y los costes fueron de un 50% menores, sin ningún accidente.
- En otra publicación se plantean como soluciones la rotación de los trabajadores, el uso de herramientas semiautomáticas para el tiro basadas en cabrestantes y el uso de teflón para reducir la fricción del cable. El uso de las mismas redujo un 50% el tiempo necesario para la operación y sin accidentes. Con estadísticas de coste por bajas debidas a tareas de tiro, se calculó el ratio coste beneficio y se pudo justificar económicamente la inversión.
- Como consecuencia de estas condiciones de trabajo, desde 1970 se vienen registrando numerosas patentes y diseños de máquinas que faciliten este tipo de trabajos a los operarios.

De las visitas a obras y de las posteriores reuniones de focus group con los mandos y trabajadores participantes en esta actividad, se logró desarrollar una nueva clasificación de los diferentes métodos de tendido teniendo en cuenta principalmente los riesgos a los que los trabajadores puede estar expuestos dependiendo del entorno, orografía y del propio método de tendido.

En cuanto al análisis de los catálogos de proveedores de reconocido prestigio especialistas en la tarea de tendido de cable eléctrico, se observó que en el mercado actual

existen numerosos equipos de trabajo y equipos auxiliares que reducen e incluso eliminan los esfuerzos a realizar por los trabajadores:

- Existen en el mercado lubricantes y mecanismos de guiado de cables, que minimizan los esfuerzos de tracción sobre el cable y de fricción de este sobre los elementos de rodadura de dichos mecanismos, que facilitan la labor de tendido, disminuyendo la necesidad de mano de obra de personal hasta unos mínimos, o incluso evitan la utilización de ésta si se realiza el tendido mediante algún tipo de motorización.
- Se identificaron desde medios auxiliares como mallas tiracables y rodillos con guía cables, hasta sistemas más complejos que combinan rodillos y poleas.

Complementariamente se identificaron equipos de trabajo y de protección, que aunque actualmente tienen otras aplicaciones en actividades muy distintas a la del tendido de cable eléctrico, también podrían ser de interés para este tipo concreto de tarea.

A pesar de las numerosas herramientas existentes en el mercado actual, conducentes a disminuir la fricción del cable (poleas, lubricantes, etc.), y a reducir/eliminar los esfuerzos realizados por los trabajadores (cabrestantes, motores, empujadores, etc.), todavía existen entornos de trabajo, en los que debido al reducido espacio, y otras dificultades, las tareas de se realizan de forma manual.

En las reuniones focus group también se consiguió diseñar un prototipo tiracables específico para un tipo específico de tendido (en altura sobre bandeja) y sobre una bandeja portacables de un tipo concreto, el cual fue probado en obra con resultados en principio satisfactorios, pero no definitivamente concluyentes.

También se exploraron nuevas tecnologías sobre movimiento de cargas como los exoesqueletos pero aunque existen actualmente diverso tipos y se están utilizando en distintas actividades, no se pudo lograr probarlos en este tipo de tarea.

Y se optó complementariamente por aplicar técnicas de electromiografía con el objeto de identificar la técnica de tendido manual más adecuada desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales y que a su vez fuera la más productiva.

Del estudio electromiográfico se extrajeron las siguientes conclusiones:

- Que el lado del cable en el que se disponga el operario para realizar la tracción influye. Con una disposición en el lado derecho del cable se aprecian valores de esfuerzo más bajos en todos los músculos.
- Que a su vez, al traccionar de un lado concreto, el miembro superior opuesto suele presentar valores en porcentaje de MCV bastante bajos. Este resultado reforzó la necesidad de incluir alternancia en la disposición de los trabajadores a ambos lados del cable en tiradas sucesivas, con objeto de repartir el esfuerzo lateralmente.
- Se concluyó que la técnica que mayor rendimiento proporciona a la tarea de tendido de cable, es decir, en la que mayor longitud de cable se consigue avanzar en un menor número de tiradas, corresponde a la técnica 1 desarrollada en esta investigación: tracción de cable adoptando una postura global casi frontal a la zona de salida del mismo, con los pies ligeramente separados 40-45 cm con objeto de garantizar estabilidad en la tirada, con uno de los pies adelantado (ángulo de 30° con dirección longitudinal del cable) y el otro pie retrasado (ángulo de 85°-90° con dirección longitudinal del cable), con la sujeción del cable colocando delante el brazo derecho, realizando un impulso en cada tirada con la flexión de ambas rodillas, y balanceando la planta de los pies al subir y bajar en cada movimiento de tracción.
- Los resultados también proporcionaron información de los grupos musculares más solicitados.

Como resultado de todo el análisis realizado, se plantea una reorganización de las tareas de tendido de cable eléctrico que incluye la incorporación de determinado equipamiento específico, en función de la tarea realizada. Asimismo, se elaboraron tablas de ejercicio de calentamiento y estiramiento para esta tarea, útiles también para otras afines. Se concluyó también que era necesario potenciar un programa de entrenamiento en tracción del cable, que permitiera desarrollar una adecuada técnica de tiro, que contribuyese a minimizar los esfuerzos requeridos para este tipo de tarea y a su vez aumentara el rendimiento en la citada operación.

4.2 Líneas futuras de trabajo

Esta Tesis Doctoral podría servir como referencia para plantear futuras investigaciones que permitieran profundizar más en la problemática músculo-esquelética presente en el sector eléctrico y concretamente en esta tarea de tendido de cable eléctrico, contribuyendo a la reducción de sus patologías.

Por otro lado, también sería interesante ampliar las pruebas de electromiografía, aplicándolas a un mayor número de trabajadores, incluyendo diestros y también zurdos, utilizando diferentes tipos de cable y realizándolas incluso en el propio entorno de trabajo.

También se plantea una oportunidad de investigación, en el posible desarrollo de equipamientos específicos para los trabajadores en el caso en el que tuvieran que realizar la tarea de tendido de cable eléctrico de forma manual. Equipamientos que pudieran eliminar los riesgos asociados, combinado por ejemplo materiales ligeros pero que fuera a su vez de gran resistencia, así como en los exoesqueletos, sensores, sistemas de monitorización de postura y actuadores de alta precisión teniendo en cuenta también los avances actuales en relación a las baterías cada vez más ligeras y con mayor autonomía.

5 REFERENCIAS

Álvarez-Casado, E.; Hernández-Soto, A. y Tello, S. (Coord.). (2009). *Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos musculoesqueléticos*. Barcelona: Factor Humans.

Arganogroup (2016). *Soplado de fibra óptica "jetting or blowing system"*. Arganogroup.com. Consultado en Marzo de 2016, en: <http://www.arganogroup.com/blog/item/11-soplado-de-fibra-optica-jetting-or-blowing-system>

Atlas Copco (1997). *Power tool ergonomics*. www.atlascopco. Consultado en Abril de 2016, en: <https://www.atlascopco.com/es-es>

Aubel, J. (Coord.) (1994). *Guidelines for studies using the group interview technique*. Geneva: International Labour Office.

Bernard, T.; Chengalur, S. y Rodgers, S. (Coord.) (1986). Manual Handling in Occupational Tasks. *Ergonomic design for people at work* (1ed., pp. 550-560). Hoboken: John Wiley & Sons Inc. Consultado en Marzo de 2016, en: <http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/push1.html>

Blanco, F. (2011). *Exoesqueletos*. Iturri

Blanco, F (2018). *La tecnología de exoesqueletos como innovación y avance en condiciones de seguridad*. Presentación, Madrid.

BUO – Biblioteca de la Universidad de Oviedo. (2015). Buo.uniovi.es. Consultado en Febrero de 2015, en: <http://buo.uniovi.es/>

Colombini, D.; Occhipinti, E. y Grieco, A. (Coord.) (2004). *Evaluación y gestión del riesgo por movimientos repetitivos de las extremidades superiores. Índices de exposición OCRA*. Barcelona: Cátedra Mutual Cyclops. UPC.

Colombini, D.; Occhipinti, E. y Fanti, M. (Coord.). (2005). *Il Metodo OCRA per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti*. Milano: Franco Angeli.

Condux International. (2016). Condux.com. Consultado en Marzo de 2016, en: <https://www.condux.com/index.php#catalogue>

Convenio 127 de 1967, de 10 de marzo de 1970, *Convenio relativo al peso máximo de la carga que puede ser transportada por un trabajador*. (1967). Ginebra. OIT.

CTAG - Centro Tecnológico de Automoción de Galicia. (2016). ctag.com. Consultado en Marzo de 2016, en: <http://ctag.com/>

CYBERDYNE. (2016). Cyberdyne.jp. Consultado en Marzo de 2016, en: <https://www.cyberdyne.jp/>

Directiva 90/269/CEE, de 29 de mayo de 1990, *establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores*. (1990). INSHT.

Directiva Marco 89/391/CEE, de 12 de junio de 1989. *Relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*. (1989). INSHT.

Electrical Group at Norfolk Naval Shipyard (NNSY). *Improved Ergonomic Cable Pulling Method*. (s.d.). Consultado en Febrero de 2016, en: http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/SuccessStories/009_Ergo_Cble_Pull.pdf

Escuela de espalda. La mejor postura. (2004). Departamento de Servicios Médicos y Dirección de Prevención de Riesgos de Hunosa.

Frings-Dresen, M.; Windhorst, J.; Hoozemans, M.; Van der Beek, A. y Van der Molen, H. (2000). Push and Pull Forces in the Building and Construction Industry. *Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting*, 44(33), pp. 209-212. Consultado en Febrero de 2016, en: <http://pro.sagepub.com/content/44/33/6-209.abstract>

Gallagher, S. (1998). Biomechanics of a Cable Hanging Task. *Advances in Occupational Ergonomics and Safety: Proceedings of the XIIIth Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference 1998*. IOS Press, 2, pp. 244-247. Consultado en Enero de 2016, en:

https://books.google.es/books?id=8zPRk5xMH7AC&pg=PA244&lpg=PA244&dq=BIOMECHANICS+OF+A+CABLE+HANGING+TASK&source=bl&ots=hO62dOdvxc&sig=o8tp1b5s6xXP-W7ggLkVHR9EK_w&hl=gl&sa=X&ved=0ahUKEwjnh4vT78rJAhVFvhQKHRzxBdcQ6AEIHzAA#v=onepage&q=BIOMECHANICS%20OF%20A%20CABLE%20HANGING%20TASK&f=false

Gallagher, S.; Hamrick, C.; Cornelius, K. & Redfern, M. (2001). The Effects of Restricted Workspace on Lumbar Spine Loadin. *Occupational Ergonomics*, 2(4), pp. 201-213.

Consultado en Enero de 2016, en:

<http://www.cdc.gov/niosh/mining/UserFiles/works/pdfs/teorw.pdf>

Gallagher, S.; Marras, W.; Davis, K. & Kovacs, K. (2002). Effects of posture on dynamic back loading during a cable lifting task. *Ergonomics*, 45(5), pp. 380-398. Consultado en Enero de 2016 en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12028722>

Gallagher, S. (2008). *Reducing Low Back Pain and Disability in Mining*. Pittsburgh. NIOSH. Consultado en Enero de 2016, en:

<http://www.cdc.gov/NIOSH/Mining/UserFiles/works/pdfs/2008-135.pdf>

Gangakhedkar, S. (2010). *The Effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle Activation and Task Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks*. Industrial Engineer. North Carolina State University. EE.UU. Consultado en Enero de 2016 en: <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/6641/1/etd.pdf>.

Hamrick, C.; Gallagher, S. y Redfern, M. (1993). Round Reaction Forces during Miner Cable Pulling Tasks. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 37(10), pp. 784-788. Consultado en Enero de 2016, en:

https://books.google.es/books?id=v996lADepAEC&pg=PA646&dq=dragging+cable+ergonomics&hl=gl&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=dragging%20cable%20ergonomics&f=false

Hudock, S. D.; Wurzelbacher S. J. y Johnston O. E. (2001). *Recommendations for ergonomics interventions for ship construction processes at Litton Ingalls shipbuilding shipyard*. NIOSH. Pascagoula. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://www.cdc.gov/niosh/surveyreports/pdfs/229-15b.pdf>.

Hudock, S. D.; Wurzelbacher S. J. y Johnston O. E. (2011). *Pre-intervention quantitative risk factor analysis for ship construction processes at Bath iron works corporation shipyard, Bath, Maine*. NIOSH. San Diego. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/ergship/PIQRFAContinentalMaritime.pdf>

Hudock, S. D.; Wurzelbacher S. J. y Johnston O. E. (2011). *Recommendations for ergonomics interventions for ship construction processes*. NIOSH. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://www.cdc.gov/niosh/surveyreports/pdfs/229-15b.pdf>.

Hunter, L. (2009). *Manual Handling in the Irish Construction Industry - Summary Report*. Health and Safety Laboratory HLS. Buxton. Consultado en Enero de 2016, en:
http://www.hsa.ie/eng/Publications_and_Forms/Publications/Construction/Manual_Handling_in_the_Irish_Construction_Industry_-_Summary_Report.html.

Imrhan, S. & Ayoub, M. (1988). Predictive Models of Upper Extremity Rotary and Linear Pull Strength. *Human Factors: The Journal Of The Human Factors And Ergonomics Society*, 30(1), pp. 83-94. Consultado en Febrero de 2016, en:
<http://hfs.sagepub.com/content/30/1/83.short>

INSHT (2003). *Guía Técnica para Manipulación Manual de Cargas*. Insht.es. Consultado en Febrero de 2016, en:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf>

INSHT (2015). *Informe anual de accidentes de trabajo en España*. España.

INSHT (2015). *Encuesta Nacional de Condiciones de trabajo*. España.

INSHT (2015). *Anuario de estadísticas del Ministerio de Empleo y Seguridad Social*. MEYSS. España.

INSHT (2016). *Guía de evaluación de riesgos*. Insht.es. Consultado en Febrero de 2016, en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf

Interflex/Marca MULTIVIA. (2016). Interflex.es. Consultado en Marzo de 2016, en: http://www.interflex.es/asp/info_marca.asp?idm=ESP&id_marca=2.

Iordanescu, M. y Tarnowski, J. (1996). PULLFLEX-new software for duct-cable pulling forces. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 11(2), pp. 676-682. Consultado en Febrero de 2016, en: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=489322&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F61%2F10569%2F00489322.pdf%3Farnumber%3D489322>

Isastur (2016). Isastur.com. Consultado en Marzo de 2016, en: <https://www.isastur.com/>

Jakab, G. J. (1976). Factors Influencing the Immune Enhancement of Intrapulmonary Bactericidal Mechanisms. *Infection and Immunity*, 14(2), pp. 389-398.

Jeong, Y.; Kazerooni, H.; Solowjow, E. y Katz, J. (2011). Semi-Automated Haptic Device for Cable Installation. *Robotics And Automation (ICRA), 2011 IEEE International Conference On*. pp.1708-1713. Consultado en Enero de 2016, en: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=5980492&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5980492

Journal Rankings on Human Factors and Ergonomics. Scimago Journal & Country Rank. Consultado en Enero de 2016, en: <http://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=3307>

Katimex® Cielker GmbH. (2016). *Malla tiracables para cable / de fibras ópticas*. Directindustry.es. Consultado en Marzo de 2016, en: <http://www.directindustry.es/prod/katimex-cielker-gmbh/product-40667-600047.html>

Kellenberg, S. *Los Métodos Para El Tendido de Cables Eléctricos*. Consultado en Enero de 2016, en: https://web.archive.org/web/20131224093425/http://www.ehowenespanol.com:80/metodos-tendido-cables-electricos-info_240962/

Kilbom, A. (1993). Modelo del cubo. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo*. Tomo 1, p.63. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo1/29.pdf>

Konrad, P. (2005). *The ABC of EMG, A Practical Introduction to kinesiological*. USA Noraxon. Consultado en Enero de 2016, en:
www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf

Kumar, S. (Coord.) (1994). *Biomechanics in Ergonomics*. Boca Raton: CRC Press.

Lavender, S.; Chen, S.; Li, Y. y Andersson, G. (1998). Trunk Muscle Use during Pulling Tasks: Effects of a Lifting Belt and Footing Conditions. *Human Factors: The Journal Of The Human Factors And Ergonomics Society*, 40(1), pp.159-172. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9579110>

Laying of Cables and Lines in Electrical Installations and Data Networks. Ackerman Cable management. 2006. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://file.yizimg.com/474606/20150727235702.PDF>.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, *de Prevención de Riesgos Laborales*. BOE nº 269 10/11/1995. España.

Lindquist, B. (1997). *Power tool ergonomics: Evaluation of power tools*. Suecia: ABE Tryck.

Llorente, M. (1994). *Materiales aislantes para cables eléctricos y sus propiedades*. España: Paraninfo.

Loimex (2016). *Guía pasacables kati-blitz*. Loimex.com. Consultado en Marzo de 2016, en:
<http://www.loimex.com/es/docs/product.asp?id=76.18.20>

Medland, C.; Solli, A.; C. Litchfield, P.; Morris, M.; Murray, J.; Siano, B. y Ibrahim, C. (2006). *Guide de bonnes pratiques pour la prévention des troubles musculosquelettiques dans le secteur de télécommunications*. Consultado en Febrero de 2016, en:
http://www.msdonline.org/docs/pdf/MSD_guidelines_FR.pdf.

Moriguchi, C.; Carnaz, L.; Veiersted, K.; Hanvold, T.; Hæg, L.; Hansson, G. y Cote Gil Coury, H. (2013). Occupational posture exposure among construction electricians. *Applied Ergonomics*, 44(1), pp. 86-92. Consultado en Febrero de 2016, en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2012.05.002>

NTP 629: *Movimientos repetitivos: métodos de evaluación Método OCRA*. (1998). España.

OIT (2016). *Estadísticas y bases de datos*. Ilo.org. Consultado en Enero de 2016, en: <http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang--es/index.htm>

OSHA. (2017). *Ergonomics eTool: Solutions for Electrical Contractors -Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire*. Consultado en Enero de 2016, en: <https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors/installation/pulling.html>

OSHA. (2017). *Ergonomic Solutions for Electrical Contractors*. ZYWAVE. Consultado en Enero de 2016, en: <https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors>.

Ottaviani, G. (2011). Workload Benefits of Using a Synthetic Rope Strawline in Cable Yarder Rigging in Norway. *Croatian Journal Of Forest Engineering Formec Austria*. (s.d.). Consultado en Febrero de 2016, en: http://www.skogoglandskap.no/en/pubs/workload_benefits_of_using_a_synthetic_rope_strawline_in_cable_yarder_rigging_in_norway/publication_view

PANDUIT (2014). *Underground Cable Installation. Best practices*. Consultado en Febrero de 2016, en: <http://www.panduit.com/heiler/InstallInstructions/N-FBFS081--RevR--ENG.pdf>

Pandur, Z.; Tomašić, Ž.; Horvat, D.; Šušnjar, M.; Zorić, M. y Vusić, D. (2011). *Physical load of choker-man during pulling of the winch cable*. Kraków. Consultado en Enero de 2016, en: https://www.academia.edu/2548123/Physical_load_of_choker-man_during_pulling_of_the_winch_cable

Platzer, W. (2003). *Atlas de Anatomía. Tomo 1: Aparato locomotor*. Barcelona: Ediciones Omega.

Prysmian (2016). *Catálogo Media Tensión*. Prysmianclub.es. Consultado en Febrero 2016, en:

<http://www.prysmianclub.es/es/articulo/catalogo-media-tension>

Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, *Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores*. BOE nº 97, 23 de abril de 1997. España.

Rotranssa (2016). *Galerías fotográficas Rodillos, tambores, etc.* Rotranssa.com.

Consultado en Marzo de 2016, en:

<http://rotranssa.com/fotos-rotrans>

RUO – Repositorio institucional de la Universidad de Oviedo. (2015). Buo.uniovi.es.

Consultado en Febrero de 2015, en:

<https://buo.uniovi.es/ebiblioteca/nuestrorepositorio>

Sampieri, R.; Collado, C. y Lucio, B. (Coord.). (2010). Sesiones en profundidad o grupos de enfoque. *Metodología de la Investigación* (5 ed., p. 425). México: Mc Graw Hill.

Scrimshaw, S. y Hurtado, E. (1988). *Procedimientos de asesoría rápida para programas de nutrición y atención primaria de salud, RAP*. Tokio: Universidad de las Naciones Unidas.

Seeley, P. (2006). *The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work*. Ergonomics Solutions, LLC. Consultado en Febrero de 2016, en:

<http://www.aiha.org/aihce06/handouts.htm>.

SENIAM. (2015). *Recommendations*. Consultado en Marzo de 2016, en:

<http://www.seniam.org>

Spinelli, R.; Ottaviani, G. y Magagnotti, N. (2015). The Effect of a Slack-Pulling Device in Reducing Operator Physiological Workload during Log Winching Operations.

Ergonomics, 58, pp. 781-790. Consultado en Enero de 2016, en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25409752>

Tesmec (2016). *Tendido subterráneo*. Tesmec.com. Consultado en Marzo de 2016, en:

<http://www.tesmec.com/es/productos/equipos-de-tendido/tendido-subterráneo.html>

UNE 21153:1991: *Cables flexibles planos con cubierta de policloruro de vinilo, para ascensores.* (1991). INSHT.

UNE 21031-15:2008: *Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Parte 15: Cables unipolares, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.* (2008). INSHT.

UNI Europa. (2017). *Joint declaration on mobile work in the ICT sector.* Uni-europa.org. Consultado en Abril de 2016, en:
<http://www.uni-europa.org/2017/02/02/joint-declaration-mobile-work-ict-sector>

Varela, C. (2011) *Estudio ergonómico postural del tendido de cable eléctrico (ergocable).* Isastur. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://documents.mx/documents/ergocableisastur.html>.

Vicente, C. (2010). *Exoesqueletos artificiales.* La Hora. Consultado en Abril de 2016, en:
<https://lahora.com.ec/noticia/1035328/exoesqueletos-artificiales>

WePlay Sports® (2016). *All-Star Catchers Knee Supports.* weplaysports.com. Consultado en Marzo de 2016, en:
http://www.weplaysports.com/All-Star/catchers_knee_supports.html

WOS - Web of Science. (2015). Fecyt.es. Consultado en Febrero de 2015, en:
<https://www.fecyt.es/es/recurso/web-science>

Yang, C.; Hong, D.; Ren, G. y Zhao, Z. (2013). Cable installation simulation by using a multibody dynamic model. *Multibody System Dynamics*, 30(4), pp. 433-447. Consultado en Enero de 2016, en:
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11044-013-9364-9#page-1>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección de cable eléctrico	4
Figura 2. Datos técnicos de cable eléctrico	5
Figura 3. Bandejas de una instalación.....	7
Figura 4. Bandeja portacables	8
Figura 5. Revistas científicas en el ámbito de la ergonomía y la seguridad laboral.....	13
Figura 6. Banco de pesas estándar para la simulación de la tracción del cable	27
Figura 7. Colocación de electrodos en los músculos objeto de estudio	29
Figura 8. Número de publicaciones por sector	31
Figura 9. Número de publicaciones por año	33
Figura 10. Bandejas con cables eléctricos	58
Figura 11. Operario tendiendo cable sobre bandeja en altura.....	59
Figura 12. Operarios colaborando en un tendido subterráneo	59
Figura 13. Tendido de cable eléctrico en zanja (Albesti- Rumanía)	60
Figura 14. Operarios tendiendo cable sobre zanja en pendiente	61
Figura 15. Tendido de cable aéreo (Ferrol-España).....	61
Figura 16. Operario colaborando en un tendido en una postura forzada.....	62
Figura 17. Operarios realizando un tendido manualmente.....	63
Figura 18. Exoesqueleto activo.....	64
Figura 19. Exoesqueleto pasivo	64
Figura 20. Disposición de extremidades inferiores en la técnica 1.....	70
Figura 21. Señales de electromiografía correspondientes a miembros superiores y espalda. Técnica 1 y sujeto 2.....	71
Figura 22. Señales de electromiografía correspondientes a miembros inferiores. Técnica 1 y sujeto 2.....	71
Figura 23. Secuencia de tirada en técnica 2	72
Figura 24. Señales de electromiografía de miembros superiores y espalda. Técnica 1 y sujeto 2	73
Figura 25. Señales de electromiografía correspondientes a miembros inferiores. Técnica 2 y sujeto 2.....	73
Figura 26. Disposición extremidades inferiores en técnica 3.....	74
Figura 27. Señales de electromiografía de miembros superiores y espalda. Técnica 3 y sujeto 2	75
Figura 28. Señales de electromiografía correspondientes a miembros inferiores. Técnica 3 y sujeto 2.....	76
Figura 29. Grado máximo de flexión de la articulación rodilla. Técnica 3.....	76
Figura 30. Accesorios y ayudas mecánicas en el tendido de cable por tubería.....	81
Figura 31. proyectil transportador	81
Figura 32. Utilización de ganchos auxiliares.....	82
Figura 33. Cabrestante para el tendido de cable subterráneo	82
Figura 34. Accesorios y ayudas mecánicas en el tendido de cable subterráneo.....	83
Figura 35. Equipos auxiliares para el tendido de cable en zanja	83
Figura 36. Detalle del esfuerzo de un trabajador en el tendido del cable en zanja	84
Figura 37. Desbobinado manual de cable eléctrico	84
Figura 38. Portabobinas motorizada	85

Figura 39. Plataforma elevadora utilizada para el tendido de cable (Ferrol-España).....	85
Figura 40. Trabajadores tirando manualmente de cable aéreo	86
Figura 41. Máquina de tiro y frenadora.....	86
Figura 42. Accesorios y ayudas mecánicas utilizados en el tendido de cable aéreo (Pampa Norte-Chile).....	87
Figura 43. Escalera de sujeción utilizada en el tendido de cable aéreo (Pampa Norte-Chile) 88	88
Figura 44. Trabajador en cable aéreo	88
Figura 45. Gatos portabobinas.....	89
Figura 46. Operarios utilizando carro con gatos porta bobinas	90
Figura 47. Mallas tiracables	90
Figura 48. Guía pasacables.....	91
Figura 49. Sistemas rodantes auxiliares de tendido	91
Figura 50. Trabajador utilizando rodilleras acolchadas	92
Figura 51. Rodilleras de silicona utilizadas en jardinería	93
Figura 52. Cuñas para trabajos en cuclillas.....	93
Figura 53. Croquis del prototipo.....	94
Figura 54. Primer diseño del prototipo	95
Figura 55. Diseño definitivo del prototipo tiracables	95
Figura 56. Operarios tendiendo cable en la arqueta de una subestación eléctrica	97
Figura 57. Flexiones de columna.....	98
Figura 58. Postura de caballero y uso de rodilleras	98
Figura 59. Operarios colaborando en el desbobinado de cable.....	99
Figura 60. Desbobinado manual de cable	99
Figura 61. Enhebrado de la camisa al cable.....	100
Figura 62. Trabajadores realizando esfuerzo en el tendido de cable	100
Figura 63. Rotaciones de los trabajadores en las tiradas de cable.....	101
Figura 64. Ubicación de los trabajadores en cada ciclo de tirada.....	101
Figura 65. Posturas en los tendidos aéreos.....	102
Figura 66. Rotación de hombros	105
Figura 67. Calentamiento de muñecas y dedos.....	106
Figura 68. Rotación de caderas y flexión de columna	106
Figura 69. Rotación de tobillos.....	107
Figura 70. Estiramiento de tren superior y espalda	107
Figura 71. Flexión de rodillas	108
Figura 72. Estiramiento de cuádriceps.....	108
Figura 73. Estiramiento de abductores y aductores.....	109
Figura 74. Estiramiento de tronco	110
Figura 75. Rotación lateral de la columna	110
Figura 76. Estiramiento lateral de cuello	111
Figura 77. Calentamiento en obra (Ciruelos, Pichorropulli-Chile)	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Revistas científicas de ergonomía seleccionadas.....	14
Tabla 2. Publicaciones científicas seleccionadas sobre seguridad laboral.....	15
Tabla 3. Obras visitadas	20
Tabla 4. Músculos: Colocación de electrodos y asignación de canales	28
Tabla 5. Resultados de búsquedas en revistas sobre ergonomía.....	36
Tabla 6. Artículo científico sobre sector eléctrico (<i>Applied Ergonomics</i>)	37
Tabla 7. Artículo científico (<i>Effects of posture dynamic back loading during a cable lifting tasks</i>)	38
Tabla 8. Artículos científicos sector minería (<i>The effect of a slack-pulling device in reducing operator physiological workload during log winching operation</i>).....	38
Tabla 9. Artículo científico manipulación de cargas 1.....	39
Tabla 10. Artículo científico manipulación de cargas 2.....	39
Tabla 11. Resultados de búsqueda en revistas de seguridad laboral.....	40
Tabla 12. Resultado de búsqueda en Google Scholar	41
Tabla 13. Artículo científico minería (<i>Biomechanical of bolter cable pulling task</i>).....	42
Tabla 14. Artículo científico (<i>Biomechanics of a cable hanging tasks</i>)	43
Tabla 15. Artículo Web (<i>Physical load of chocker-man during of the winch cable</i>).....	43
Tabla 16. Informe web (<i>Recommendations for ergonomical intervention for ship</i>).....	44
Tabla 17. Informe Web (<i>Pre-intervention quantitative risks factor analysis</i>)	45
Tabla 18. Resultados búsqueda en Google.....	46
Tabla 19. Artículo científico (<i>Cable installation simulation by using a multibody dynamic model</i>)	47
Tabla 20. Informe Web (<i>Ergonomic solutions for electrical contractors</i>).....	47
Tabla 21. Capítulo de un libro (<i>Cap. 7. Manual Handling in Occupational tasks</i>).....	48
Tabla 22. Artículo científico (<i>The effects of restricted workspace on lumbar spine loading</i>)	48
Tabla 23. Artículo científico (<i>Pullflex-new software for duct-cable pulling forces</i>).....	49
Tabla 24. Artículo científico (<i>Push and pull forces in the building and construction industry</i>)	49
Tabla 25. Informe Web (<i>Manual handing in the Irish construction industry: Summary report</i>)	50
Tabla 26. Tesis (<i>The effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle and Tasks Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks</i>)	50
Tabla 27. Informe Web (<i>Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire</i>).....	51
Tabla 28. Informe Web (<i>Improved ergonomic cable pulling method</i>).....	51
Tabla 29. Informe Web (<i>Reducing Low Back Pain and Disability in Mining</i>)	52
Tabla 30. Artículo científico (<i>Workload Benefits of Using a Synthetic Rope Strawline in Cable Yarder Rigging in Norway</i>)	53
Tabla 31. Artículo científico (<i>Semi-Automated Haptic Device for Cable Installation</i>).....	53
Tabla 32. Informe Web (<i>Underground Cable Installation. Best practices</i>).....	54
Tabla 33. Informe Web (<i>Laying of cables and lines in electrical installations and data networks</i>)	54
Tabla 34. Informe Web (<i>The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work</i>).....	55
Tabla 35. Informe Web (<i>Los métodos de tendido de cables eléctricos</i>)	55
Tabla 36. Informe Web (<i>Estudio ergonómico postural del tendido de cable eléctrico</i>)	56

Tabla 37. Evaluación de riesgos de la tarea de tendido de cable.....	57
Tabla 38. Valores medidos en % MCV de cada sujeto voluntario según la técnica utilizada y la posición respecto al cable	67
Tabla 39. Valores medios en % MCV de cada sujeto voluntario, comparando el resto de técnicas con la técnica 1.....	78

ANEXO I. Encuestas focus group

Cuestionarios utilizados en las reuniones de focus group.

CUESTIONARIO PREVIO-GF

TAREA ANALIZADA: Tendido de cable

- Nombre y apellidos:
- DNI:
- Fecha de nacimiento:
- Puesto de trabajo:

1- Enumera los diferentes tipos de tendido que conoces

2- Enumera los riesgos de esta tarea:

3- ¿Qué equipos de trabajo y medios auxiliares conoces que se utilicen en esta tarea?

Enuméralos:

4- ¿Se te ocurre alguna idea para mejorar esta tarea y evitar o minimizar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores participantes en la misma?:

GUIÓN REUNIÓN-GF

TAREA ANALIZADA: Tendido de cable

- a- VISUALIZACIÓN GRABACIONES E IMÁGENES OBRA
- b- VISUALIZACIÓN DE CATÁLOGOS DE EQUIPOS DE TRABAJO
- c- CLASIFICACIÓN TENDIDOS
- d- ANÁLISIS RIESGOS DE LA TAREA
- e- IDEAS DE MEJORA

ANEXO II. Evaluación de riesgos de la tarea de tendido de cable

Objeto

Esta tarea tiene como fin el conexionado y alimentación de equipos mediante cableado eléctrico.

Fases

- 1 Preparación y montaje de bobinas
- 2 Tendido de guía. Preparación de la cabeza del cable
- 3 Tendido de cable

1 Preparación y montaje de bobinas

Objeto

Fase realizada a nivel del suelo, necesaria para el posterior tendido de cable en la correspondiente instalación.

Operaciones

- Selección de la ubicación más favorable.
- Situar bobina: colocar en barra sobre los gatos.
- Nivelar: bobina sobre gatos.

Materiales

Bobina de cable eléctrico de alta V.(1x50 a 1x120), de baja V. –fuerza- tripolares (3´5x4 a 3´5x300 y de 4x4 a 4x25 con más frecuencia) o unipolares (1x50 a 1x240 en la mayoría de las ocasiones).

Máquinas y herramientas

- Gatos porta-bobinas.

Equipos auxiliares (manipulación de bobinas)

- Grúa.
- Vehículo (camión, furgoneta, etc.).
- Tráctel.
- Eslingas y/o cuerdas.

EPIs

A utilizar durante toda la jornada: Casco, botas, guantes contra riesgos mecánicos y gafas de seguridad.

Equipo de trabajo mínimo

- 2 operarios.

Riesgos identificados

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes/cortes por objetos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Fatiga física.

Puesto de trabajo: operario/obra

- **Descripción:**

Adecuación de bobinas en gatos, para el posterior tendido de cable.

Operaciones: Selección de ubicación, colocar bobinas y nivelación de la mismas.

Cod	Riesgo identificado	Probabilidad			Severidad			Estimación			
		B	M	A	LD	D	ED	TO	M	I	IN
10	Caída de personas a distinto nivel	X				X		X			
20	Caída de personas al mismo nivel		X			X			X		
30	Caída de objetos (40) (50)	X				X		X			
90	Golpes/cortes por objetos	X				X		X			
110	Atrapamiento por o entre objetos	X					X			X	
120	Atrapamiento por vuelco de máqu	X					X			X	
230	Atropello o golpes con vehículos	X					X			X	
130	Sobreesfuerzos		X			X			X		
420	Fatiga física (430) (440)		X			X			X		

Observación: Los riesgos enumerados en la tabla anterior son los inherentes a este trabajo en particular, pudiendo llegar a incluirse otros nuevos dependiendo de la zona en donde se realice el mismo.

RIESGO		EVALUACIÓN
AA 10	Caída de personas a distinto nivel	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Al subir, bajar o colocar y descargar las bobinas de cajas y cabinas de camiones (propio y de proveedores) - Al bajar o subir del camión (vehículo) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<u>Cajas y cabinas de camiones:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Usar los accesos previstos para subir y bajar de los vehículos. - Mantener los vehículos del Grupo ISASTUR limpios de grasa, aceites y barro - Bajar cara al vehículo - No acercarse a los extremos de las cabinas 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 20	Caída de personas al mismo nivel	MODERADO
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de orden y limpieza en la obra - Posibles obstáculos en zonas de paso - Al chocar contra objetos y bobinas al desplazarse dentro de la caja del camión al cargar o descargar 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el área de trabajo en las debidas condiciones de orden y limpieza. - Evitar depositar objetos en las zonas de paso - No apilar materiales en lugares de tránsito - Al final de la jornada se destinará un tiempo par recoger materiales y equipos sobrantes de la zona de trabajo. Si no fuera posible se señalizará la zona - Dedicar un tiempo de la jornada al orden y limpieza del almacén - Evitar dentro de lo posible pisos resbaladizos (aceites, grasas) - Eliminar diariamente deshechos, recogidos en recipientes adecuados - Iluminación suficiente 	

RIESGO		EVALUACIÓN
AA 30/40/50	Caída de objetos	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - En la utilización de la pluma del camión-grúa para bajar bobinas - Desde las cajas de los camiones 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - No situarse debajo de una carga que esté elevada - Mantener distancias de seguridad - Verificación previa de los equipos auxiliares: eslingas, estrobo, etc y correcto empleo de los mismos 	

RIESGO		EVALUACIÓN
AA OO 90	Golpes / cortes por objetos	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Al manejar materiales (bobinas) y equipos auxiliares (gatos porta-bobinas, cuerdas, eslingas,...) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar al igual que a las máquinas y herramientas destinadas a obra, un mantenimiento periódico de los gatos (engrasar, rodamientos, pestillos de seguridad) - Almacenar y transportar las bobinas y gatos adecuadamente - Mantener orden 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 110	Atrapamiento por o entre objetos	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Con las bobinas de cable - Con los gatos porta-bobinas - Bobinas transportadas por medios de elevación mecánicos (grúa,...) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener distancias de seguridad en proximidades de apilamientos de bobinas y en donde existan máquinas en funcionamiento - Utilizar las protecciones de la propia máquina (pestillos de seguridad de los gatos). Queda terminantemente prohibido quitarlas - Queda prohibido situarse debajo de cargas elevadas y guiar esta con las manos (utilizar cuerdas guía) - No realizar movimientos bruscos con la maquinaria de elevación - Realizar un mantenimiento adecuado de los gatos (engrase, rodamientos, pestillos de seguridad) - No utilizar durante la jornada de trabajo prendas que cuelguen (pulseras, cadenas,...) 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 120	Atrapamiento por vuelco de máquinas	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Vehículos y maquinaria en movimiento presentes en la obra (camiones, grúas, etc.) para descargar bobinas 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Guardar las distancias de seguridad pertinentes, respetar señalizaciones y delimitaciones si las hubiera - No trabajar dentro del radio de acción de máquinas en funcionamiento (camiones descargando, grúas,...) - Coordinación de trabajos entre empresas - Señalizar en nuestras operaciones 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 230	Atropello o golpes con vehículos	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Vehículos y maquinaria en movimiento presentes en la obra (camiones, grúas, etc.) - Baja visibilidad 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Guardar las distancias de seguridad pertinentes, respetar señalizaciones y delimitaciones si las hubiera - No trabajar dentro del radio de acción de los vehículos - Coordinación de trabajos entre empresas - Señalizar en nuestras operaciones - Se prestará especial atención a la circulación de vehículos y maquinaria - Se procurará transitar por las zonas delimitadas a tal efecto, sin invadir las destinadas a la circulación de vehículos. Si no las hubiera transitar siempre por la izquierda - Será obligado el cumplimiento de la normativa interna de la obra - Los conductores tendrán la categoría profesional competente y el correspondiente permiso de circulación 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 130 420/430/440	Sobreesfuerzos Fatiga física	MODERADO MODERADO
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Transporte manual de cargas (bobinas, gatos) - Permanencia en posturas incómodas para ciertos trabajos 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Adopción de medidas alternativas siempre que sea posible - Suficientes operarios para manipular cargas - Alternancia de operarios - Descansos programados - Información y formación sobre estos riesgos y como evitarlos. Se adiestrará al personal sobre los métodos correctos de manipulación de cargas 	

2 Tendido de guía. Preparación de la cabeza del cable

Objeto

Esta fase consiste en preparar una guía para poder posteriormente hacer llegar el cable eléctrico en cuestión al lugar deseado.

Operaciones

- Conexión de cabeza de cable a guía.
- Hacer llegar el mismo al lugar previsto.

Materiales

- Cuerda, alambre o acero dependiendo del caso como cable guía.

Máquinas y herramientas

- Alicates/navaja.

Equipos auxiliares. (Manipulación de bobinas).

- Cinta aislante (conexionado de cabeza cable guía).

EPIs

A utilizar durante toda la jornada: Casco, botas, guantes y gafas de seguridad.

Equipo de trabajo mínimo

- 1 operario.

Riesgos identificados

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes/cortes por objetos.

- Sobreesfuerzos.
- Fatiga física.

Puesto de trabajo: operario/obra

- **Descripción:**

Preparar y llevar el cable guía al lugar previsto.

Cod	Riesgo identificado	Probabilidad			Severidad			Estimación			
		B	M	A	LD	D	ED	TO	M	I	IN
10	Caída de personas a distinto nivel	X					X	X		X	
20	Caída de personas al mismo nivel	X			X			X			
90	Golpes/cortes por objetos	X			X			X			
130	Sobreesfuerzos	X				X		X			
420	Fatiga física (430) (440)	X				X		X			

Observación: Los riesgos enumerados en la tabla anterior son los inherentes a este trabajo en particular, pudiendo llegar a incluirse otros nuevos dependiendo de la zona en donde se realice el mismo.

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 10	Caída de personas a distinto nivel	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
- Por trabajos en altura (andamios, escaleras, plataformas elevadoras, etc.) para ir trasladando el cable guía por distintos <u>ptos.</u> de la instalación en altura.		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas y <u>rodapiés</u> en andamios. Montaje correcto. Utilizar las escaleras interiores - Las escaleras de tijera deben ir provistas de tirantes de seguridad y no utilizarse como escaleras de apoyo - Las escaleras de apoyo deben tener dispositivos de apoyo antideslizante en la parte inferior o disponer de enganche en la parte superior - Evitar escaleras defectuosas o resbaladizas. Mantenimiento - Colocar líneas de vida donde sea necesario 	
Protección individual	- Arnés de seguridad	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 20	Caída de personas al mismo nivel	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de orden y limpieza en la obra - Posibles obstáculos en zonas de paso - Al chocar contra objetos al desplazarse trasladando el cable guía 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el área de trabajo en las debidas condiciones de orden y limpieza. - Evitar depositar objetos en las zonas de paso - No apilar materiales en lugares de tránsito - Al final de la jornada se destinará un tiempo par recoger materiales y equipos sobrantes de la zona de trabajo. Si no fuera posible se señalizará la zona - Dedicar un tiempo de la jornada al orden y limpieza del almacén - Evitar dentro de lo posible pisos resbaladizos (aceites, grasas) - Eliminar diariamente deshechos, recogidos en recipientes adecuados - Iluminación suficiente 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 90	Golpes / cortes por objetos o herramientas	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Con objetos de la propia instalación - Con las bandejas por donde llevar el cable,... - Con la tijera y/o alicates 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar cada herramienta sólo en el trabajo para el que está diseñada - Almacenar las herramientas adecuadamente. - Utilizar fundas para llevar las tijeras y alicates - Mantener las herramientas ordenadas - Utilizar herramientas en perfecto estado, sustituyéndose inmediatamente aquellas que se hayan deteriorado durante los trabajos, por otras en buenas condiciones - Proteger cuando sea posible, las esquinas y partes que puedan ser cortantes de las piezas u objetos de la instalación en cuestión 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 130 420/430/440	Sobreesfuerzos Fatiga física	TOLERABLE TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Tirar manualmente del cable guía - Permanencia en posturas incómodas en ciertas zonas 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Adopción de medidas alternativas siempre que sea posible - Alternancia de operarios - Descansos programados 	

3 Tendido de cable

Objeto

Fase realizada para hacer llegar el cable eléctrico a los pto. de conexión de los diferentes equipos de la instalación.

Operaciones

- Preparar bobina.
- Tirar (tender) cable.
- Cortar cable

Materiales

Bobina de cable eléctrico de alta V.(1x50 a 1x120), de baja V. –fuerza- tripolares (3´5x4 a 3´5x300 y de 4x4 a 4x25 con más frecuencia) o unipolares (1x50 a 1x240 en la mayoría de las ocasiones).

Máquinas y herramientas

- Gatos porta-bobinas.
- Tráctel motorizado (para cables 3,5x120 /240 /300).

- Cortahilo, alicates, navaja, cuchillas y pelacables.
- Sierra (para cables de más de 3,5x50).
- Cizalla (para cables menores de 3,5x50 hasta 1x240).

Equipos auxiliares (manipulación de bobinas).

- Grúa. Plataforma. Escaleras.
- Tráctel.
- Eslingas y/o cuerdas.

EPIs

A utilizar durante toda la jornada: Casco, botas, guantes contra riesgos mecánicos y gafas de seguridad. Arnés cuando se trabaje a más de 2m. de altura.

Equipo de trabajo mínimo

- 2 operarios. En estas operaciones frecuentemente se requieren varios operarios.

Riesgos identificados

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes/cortes con objetos o herramientas.
- Proyección de partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Exposición a ruidos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Puesto de trabajo: operario/obra

- **Descripción:**

Preparar y llevar el cable guía al lugar previsto.

Operaciones: cortar y tirar.

Cod	Riesgo identificado	Probabilidad			Severidad			Estimación			
		B	M	A	LD	D	ED	TO	M	I	IN
10	Caída de personas a distinto nivel	X					X			X	
20	Caída de personas al mismo nivel		X		X			X			
30	Caída de objetos (40) (50)		X			X				X	
90	Golpes/cortes por objetos o <u>herram</u>		X			X			X		
100	Proyección de partículas		X			X			X		
110	Atrapamiento por o entre objetos	X					X			X	
120	Atrapamiento por vuelco de <u>máqu</u>	X					X			X	
130	Sobreesfuerzos		X			X			X		
161	Contactos eléctricos (162)	X				X		X		X	
330	Exposición a ruidos	X				X		X			

Observación: Los riesgos enumerados en la tabla anterior son los inherentes a este trabajo en particular, pudiendo llegar a incluirse otros nuevos dependiendo de la zona en donde se realice el mismo.

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 10	Caída de personas a distinto nivel	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Por trabajos en altura (andamios, escaleras, plataformas elevadoras, etc.) para colocar el cable eléctrico. En las zanjas 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Barandillas y <u>rodapiés</u> en andamios. Montaje correcto. Utilizar las escaleras interiores - Las escaleras de tijera deben ir provistas de tirantes de seguridad y no utilizarse como escaleras de apoyo - Las escaleras de apoyo deben tener dispositivos de apoyo antideslizante en la parte inferior o disponer de enganche en la parte superior - Evitar escaleras defectuosas o resbaladizas. Mantenimiento. - Señalizar zona (mención especial zanjas). Habilitar pasos sobre las zanjas existentes. 	
Protección individual	- Arnés de seguridad. Colocar líneas de vida donde se precise	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 20	Caída de personas al mismo nivel	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de orden y limpieza en la obra - Posibles obstáculos en zonas de paso - Al chocar contra objetos de la propia instalación - Al tirar del propio cable (resbalar, tropezar, etc.) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el área de trabajo en las debidas condiciones de orden y limpieza. - Evitar depositar objetos en las zonas de paso - No apilar materiales en lugares de tránsito - Al final de la jornada se destinará un tiempo par recoger materiales y equipos sobrantes de la zona de trabajo. Si no fuera posible se señalizará la zona - Dedicar un tiempo de la jornada al orden y limpieza del almacén - Colocar la bobina en un lugar adecuado - Evitar dentro de lo posible pisos resbaladizos (aceites, grasas) - Eliminar diariamente deshechos, recogidos en recipientes adecuados - Iluminación suficiente 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 30/40/50	Caída de objetos	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Al efectuar trabajos en cotas superiores (con cable o herramientas) - Al utilizar medios mecánicos de elevación de cargas y equipos auxiliares (cuerdas, roldanas) - Al izar el propio cable - De la propia bobina desde los gatos - A las zanjas 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Herramienta manual atada o en bolsa portaherramientas - Señalizar la zona de actuación - Planificar con anterioridad las operaciones en las que se vayan a utilizar medios mecánicos de elevación de cargas y equipos auxiliares. Las maniobras serán dirigidas por una única persona - Verificación previa de los equipos auxiliares (cuerdas) - Queda prohibido guiar con las manos piezas y el paso de personas por debajo de las cargas suspendidas - En trabajos en andamio, montar previamente los rodapiés - Utilizar cuerdas en buen estado - Revisar roldanas previamente al trabajo (dispositivo anticaídas) - Comprobar los gatos porta-bobinas antes de su utilización e instalar siempre el pestillo de seguridad de las mismas 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 90	Golpes / cortes por objetos o herramientas	TOLERABLE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Con objetos de la propia instalación al ir tirando del cable - Con las bandejas por donde llevar el cable,... - Con la tijera, alicates, radial, pelacables, cabrestante motorizado (para cables 3'5x120 /240 /300), corta hilo, navaja, cuchillas, sierra (para cables de más de 3'5x50) y/o cizalla (para cables menores de 3'5x50 hasta 1x240) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar cada herramienta sólo en el trabajo para el que está diseñada - Almacenar las herramientas adecuadamente. - Utilizar fundas para llevar las tijeras y alicates - Mantener las herramientas ordenadas - Utilizar herramientas en perfecto estado, sustituyéndose inmediatamente aquellas que se hayan deteriorado durante los trabajos, por otras en buenas condiciones - Proteger cuando sea posible, las esquinas y partes que puedan ser cortantes de las piezas u objetos de la instalación en cuestión 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 100	Proyección de partículas	MODERADO
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Al utilizar herramientas (radial, tijera, alicates, pelacables, corta hilos, sierra, cizalla, navaja y/o cuchillas) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Formación en el manejo de las herramientas e información de los riesgos inherentes a las mismas - Prohibido anular los elementos de protección de las propias herramientas - Controlar las mismas en el origen (pantallas, lonas, etc.) 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 110	Atrapamiento por o entre objetos	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Por la propia maquinaria (radial, sierra, cizalla) - Caída de andamios - Por la bobina de cable eléctrico 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener distancias de seguridad en proximidades de máquinas en funcionamiento y a la bobina - Utilizar las protecciones de la propia máquina. Queda terminantemente prohibido quitarlas - Montar correctamente los andamios y arriostrarlos si es posible. Cuidado con el viento y con la superficie de apoyo - Las partes móviles de las máquinas estarán protegidas con carcasas - Queda prohibido situarse debajo de cargas elevadas y guiar esta con las manos (utilizar cuerdas guía) - No realizar movimientos bruscos con la maquinaria de elevación - No utilizar durante la jornada de trabajo prendas que cuelguen (pulseras, cadenas,...) 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 120	Atrapamiento por vuelco de máquinas	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Vehículos y maquinaria en movimiento presentes en la obra (plataformas, grúas, etc.) 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Guardar las distancias de seguridad pertinentes - No trabajar dentro del radio de acción de máquinas en funcionamiento (grúas) - Señalizar en nuestras operaciones 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 130	Sobreesfuerzos	MODERADO
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Tirar manualmente del cable guía - Permanencia en posturas incómodas en ciertas zonas 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Adopción de medidas alternativas siempre que sea posible - Alternancia de operarios - Descansos programados - Suficientes operarios para realizar estas operaciones 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 161/162	Contactos eléctricos	IMPORTANTE
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Al efectuar trabajos con máquinas (sierra de cinta), herramientas manuales eléctricas (radial) y cuadro de obra - Con elementos en tensión de la propia instalación 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
Normas de actuación	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar herramientas aisladas (doble aislamiento o puesta a tierra) - Mantener cables y clavijas en buen estado - El cuadro de obra a utilizar tendrá protección diferencial y estará cerrado con llave - No se llevará ningún objeto conductor en contacto con el cuerpo (relojes, anillos, cadenas,...) - Aplicar 5 reglas de oro. Previamente a los trabajos información sobre partes de la instalación en tensión 	

RIESGO		EVALUACIÓN
OO 330	Exposición a ruidos	MODERADO
FACTORES DE RIESGO		
<ul style="list-style-type: none"> - Al utilizar herramientas y máquinas eléctricas (radiales) - Propios de la instalación 		
MEDIDAS PREVENTIVAS		
<u>Protección individual</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Protectores auditivos 	

EVALUACIÓN DE RIESGOS ESPECÍFICA DEL PUESTO: MONTADOR Y AYUDANTE

DATOS DE LA EVALUACIÓN		TIPO	<input type="checkbox"/> Inicial <input checked="" type="checkbox"/> Revisión		Fecha:	20/11/2017
PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS	Si una persona asignada al puesto de Oficial Montador y Ayudante realizara funciones propias de otro puesto o puestos, además de la presente evaluación le afectaría la de todos aquellos puestos que desempeñe. Para detalles sobre funciones y responsabilidades, consultar Organigrama y Perfiles de puestos de trabajo.				PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	Para completar las medidas de prevención y protección indicadas, consultar el Manual de Seguridad y los Procedimientos y Manuales de Gestión de la Empresa, así como las Instrucciones Técnicas que sean de aplicación al puesto.
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS			EVALUACIÓN DEL RIESGO		MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	
Riesgos	Causas de los riesgos	P	C	Est.	Medidas de prevención y protección	
Atrapamiento por vuelco de máquinas y vehículos	<p>Vuelco de máquinas en pendientes, proximidades a zanjas o desniveles, caídas de maquinaria por terrenos inestables o embarrados, impericia del conductor, carga y descarga de maquinaria sobre camión de transporte.</p> <p>Uso máquinas y equipos auxiliares para tendido de cables.</p> <p>Desplazamientos en vehículos todoterreno. Utilización del cabrestante de los mismos.</p>	B	ED	MO	<ul style="list-style-type: none"> - Señalizar operaciones (señalista). - Máquinas y equipos y medios auxiliares en buen estado. Revisar antes de su utilización. - Equipos de tracción (máquinas de tiro o freno) o de elevación de cargas o personas (carretillas y plataformas elevadoras) solo se manejarán por personal formado, autorizado y de acuerdo a los procedimientos internos y manuales de instrucciones de fabricante. - Colocar topes de seguridad cuando haya desniveles. En caso de vuelco de vehículo con protecciones antivuelco ROPS, no saltar de la cabina. Asegurarse de estabilidad del vehículo, si dispone de gatos estabilizadores, extenderlos antes del uso de la plataforma. - Manejo de vehículos y máquinas: Instrucciones fabricante (disponibles en obra). Vehículo alquilado: recibir instrucciones de manejo del proveedor, en la obra o en el punto de recogida. En cualquiera de los casos, seguir los procedimientos de trabajo. - Vehículos y equipos móviles: velocidad moderada, en un cruce reducirla y usar señalización acústica y luminosa. Luz rotativa siempre conectada. En caso de avería de avisadores acústicos y luminosos, reparar inmediatamente. Cuando no esté en uso: aparcar en su lugar, freno de mano, punto muerto y llaves fuera del contacto. - Precaución en la conducción de los todoterrenos. Revisar previamente las tracciones. Asegurar el vehículo antes de utilizar el cabrestante (no usar para cargas que sobrepasen indicaciones del fabricante) para tirar. No tirar más de la carga máxima indicada por el fabricante. Asegurar la carga y su sujeción. - Casco y botas con puntera reforzada. Uso obligatorio del cinturón de seguridad (si se dispone). 	

Golpes/cortes por objetos o herramientas	<p>Manejo de materiales y uso de herramientas manuales (radial, taladro, martillo, llaves, etc.) o fijas (taladro de columna, sierra, piedra esmeril, etc.).</p> <p>Rotura de cables o deslizamiento de elementos de sujeción (ranas, camisas, tensores, etc.).</p> <p>Durante pelado o corte de cables.</p> <p>Trabajos de poda.</p>	M	D	TO	<ul style="list-style-type: none"> - Las máquinas y herramientas sólo se utilizarán por personal formado y autorizado por la empresa, siguiendo los procedimientos de trabajo e instrucciones de fabricantes para uso, revisiones y mantenimiento; estando las mismas en buen estado y usándolas en entornos seguros. - Herramientas: almacenaje y transporte adecuados. Ordenadas. Usarlas en perfecto estado, proteger partes cortantes y esquinas de piezas a manejar. Uso único para lo que están destinadas. Los elementos de sujeción se sustituirán en caso de deterioro. Si son punzantes protegerlas. Usar según indicaciones del manual. Mantenimiento previo. - Máquinas: Prohibido usar sin sus elementos de protección o anular dispositivos de seguridad. Mantenimiento previo al uso. Comprobar que dispone de marcado correspondiente a la normativa. Si duda de su estado, no usar. - No retirar virutas con las manos, utilizar cepillos o útiles equivalentes. - Manipulación manual de cargas: objeto a manipular libre de elementos punzantes o cortantes, protegerlos en caso contrario. Asegurarse que en caso de caída no toque al trabajador. Coordinación entre operarios. - Utilización de la motosierra: Al trabajar mantener las piernas bien separadas, una delante de otra. Coger la motosierra siempre con las dos manos. No atacar nunca directamente la madera con la parte delantera del espadín. No trabajar con la motosierra por encima de los hombros. Ningún operario se colocará debajo de otros. Guardar la distancia de seguridad respecto a otros compañeros. En terrenos con fuertes pendientes, situarse en la parte superior para trabajar y prestar atención a posibles desprendimientos de cotas superiores. - Además de los EPIs básicos, guantes contra agresiones mecánicas y ropa de trabajo con manga larga. Para pelado de cables: guantes protección 5 anticorte. Para uso de la radial o la esmeril: además de EPIs básicos, pantalla facial antiproyecciones sobre las gafas de seguridad. Para desbrozadora, además de básicos: ropa anticorte, polainas, gafas seguridad y pantalla facial. - Motosierra (EPIs específicos para ello): pantalla facial específica sobre las gafas de seguridad y acoplada a casco específico, botas altas anticorte y guantes y ropa (chaqueta, pantalón y peto) anticorte.
Sobreesfuerzos. Fatiga física. Fatiga postural.	<p>Manipulación manual de cargas.</p> <p>Tendido de cables. Manipulación de tapas y canaletas.</p> <p>Trabajos a pico y pala, por ejemplo, para descubrir cables subterráneos.</p> <p>Uso herramientas manuales.</p> <p>Posturas incómodas, forzadas o inadecuadas: trabajos en interior de arquetas, armarios eléctricos, galerías, bajo suelo técnico, etc.</p> <p>Trabajos de poda o desbroce.</p>	M	D	MO	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar medidas alternativas para movimiento de cargas: uso de aparatos de manutención mecánica (grúas, carretillas, máquinas de tiro, etc.) y elementos auxiliares (rodillos, ganchos, etc.). Si ello no es posible, suficientes operarios y alternancia de los mismos. - Mover las tapas de arquetas y de canaletas entre dos personas. - Suspender o extremar medidas de seguridad para trabajos físicos en condiciones atmosféricas extremas. Calentar antes de cualquier esfuerzo físico, especialmente en días fríos. Programar descansos. - No doblar/girar espalda. Evitar posturas forzadas. Limitar exposición al riesgo si no se puede adoptar postura ergonómica. - Formación e información sobre los riesgos, las medidas de prevención y las posturas correctas. - Calzado seguridad con suela antideslizante. Cuando lo recomiende la vigilancia de la salud del trabajador, facilitarle cinturón dorsolumbar.
Choques contra objetos	<p>Vehículos, maquinaria en movimiento o de instalaciones automatizadas, tuberías, material apilado...</p> <p>Choque contra objetos en la caja del camión.</p> <p>Izado de apoyos, izado de bobinas.</p>	M	D	MO	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener orden y limpieza. Zonas de paso despejadas. Caminar a velocidad normal. Información previa de riesgos de la zona de trabajo. - Tras usar una grúa, dejar elevado el gancho más de 2,5m. No dejar cargas suspendidas sin gruísta en los mandos. - Precaución al abrir portones de furgones o furgonetas o acceder a cajas de camiones por si se ha desplazado alguna carga. Asegurar bien las cargas transportadas en vehículos para evitar dichos desplazamientos durante su transporte. - Calzado seguridad puntera metálica. Casco y gafas de seguridad. Usar barbuquejo si hay riesgo de caída del casco (inclinación de la cabeza, fuertes vientos, etc.).

<p>Atrapamientos por o entre objetos. Atrapamientos/ atropello por maquinaria. Atrapamientos/ aplastamientos por movimiento mecánico de cargas</p>	<p>Utilización de maquinaria con partes móviles accesibles (radial, sierra, taladro de columna, etc.). Piezas transportadas por medios de elevación o transporte mecánicos. Trabajos y/o circulación por proximidades de instalaciones. Atrapamientos por desplome del terreno o materiales. Bobinas de cable u otros objetos de obra. Caída, vuelco de equipos auxiliares. Trabajos de mantenimiento de maquinaria, instalaciones y vehículos. Vuelco de apoyos. Vuelco de cruzamientos en líneas.</p>	B	ED	MO	<ul style="list-style-type: none"> - Adoptar las medidas preventivas indicadas para controlar los riesgos de caída de objetos (en manipulación, desprendidos o por desplome o derrumbamiento). - Aseguramiento contra caída o movimientos intempestivos de equipos u objetos antes de su manipulación, revisión o reparación. Desconexión, bloqueo y señalización (no maniobrar) de fuentes de alimentación y, en su caso, desconexión de baterías. Colocación de calzos donde sea posible. - Colocación de cáncamos de elevación para poder elevar mecánicamente y mantener sujetas piezas o carcasas pesadas. Si se debe posicionar bajo pieza suspendida, colocar topes que eviten los atrapamientos en caso de fallo del aparato de elevación o de alguno de sus accesorios. - Durante el movimiento de cargas voluminosas, evitar colocarse a los laterales o en zonas próximas a otras cargas o paredes de contenedor o caja del camión. - Presencia de Recurso Preventivo en tareas con riesgos especiales. - Coordinación entre trabajadores para manipulación manual de cargas y para tareas que necesiten más de un operario. - Uso o proximidad a máquinas rotativas: no llevar colgantes ni prendas holgadas y si, es necesario, acotar la zona de trabajo. - En caso de detectar desprendimientos o dudar de la estabilidad del terreno o si las condiciones meteorológicas lo aconsejan (intensas lluvias, etc.), suspender los trabajos y revisar la estabilidad de dicho terreno. - No usar prendas o elementos que cuelguen (pulseras, cadenas, etc.) o que puedan engancharse (anillos, piercing, etc.). - Verificación y mantenimiento de equipos y medios auxiliares de elevación. - No permanecer en la caja del camión si éste está en movimiento. Sólo permitido en operaciones de tendido de cable que así lo requieran (cuando la orografía del terreno no permita otra opción viable), siguiendo un procedimiento de trabajo escrito y bajo la supervisión de un recurso preventivo. Ello debe estar previsto en el PSS y debe haber continua comunicación entre conductor de camión y recurso preventivo. - No realizar movimientos bruscos con la maquinaria y utilizar sus protecciones. Prohibido invadir zonas de riesgo de alcance de alguna parte móvil o carga en movimiento. - Para guiar cargas: utilizar cuerdas guía, nunca las manos. Una sola persona dirigirá maniobras. Respetar señalización. Señalizar/delimitar zona de maniobra. - En las operaciones de tendido de cable, los mandos deberán tener en cuenta los procedimientos y considerar especiales precauciones especialmente al realizar el tendido de cables en una canalización subterránea en pendientes (debiendo realizar los cálculos detallados de peso de cable y usar bobinas con freno) y uso de máquina adecuada a la carga a manejar. Utilizar las tablas de tensado para regular los conductores. - Además de los EPIs Básicos: guantes contra agresiones mecánicas bien ajustados, ropa de trabajo adecuada no holgada y, en zonas próximas a la manutención mecánica de cargas, prenda reflectante.
Inundaciones	Operaciones de tendido en huecos y zanjas.	B	LD	T	<ul style="list-style-type: none"> - En caso de riesgo de inundación, evacuar el lugar. - Si es preciso, evacuar el agua de zanjas, pozos o vaciados con bombas. - Botas altas de goma de seguridad. Traje de agua.

<p>Caídas de objetos por desplome, derrumbamiento, en manipulación o desprendidos</p>	<p>Trabajos en cotas superiores. Equipos y embalajes. Exposición a movimiento mecánico de cargas y tensado de cables. Rotura de cables o deslizamiento de elementos de sujeción. Uso de medios mecánicos de elevación de cargas y equipos auxiliares. Manipulación manual de cargas. Trabajos en el interior de zanjas, pozos o vaciados (objetos desprendidos o derrumbamientos). Caída de elementos provisionales (porterías). Deslizamiento de muertos de hormigón para retención de conductores / máquinas tiro o freno.</p>	<p>M</p>	<p>D</p>	<p>MO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Antes de trabajar en lugares con falso techo, revisar su estabilidad. Si durante los trabajos, se golpea algún elemento estructural, informar para revisar que no se ha alterado su resistencia y estabilidad. - Si hay movimiento mecánico de cargas o riesgo de sepultamiento: presencia de Recurso Preventivo. - Trabajos en altura, sobresaliendo plataforma de trabajo protegida o sin plataforma de trabajo: herramienta manual atada durante su uso y guardarla en bolsa o caja hasta ese momento; no dejar herramientas por el suelo o posadas en estructuras. - Señalizar y delimitar zonas de trabajo. - Mantener las distancias de seguridad a zonas de riesgo: trabajos en altura o mantenimiento mecánico de cargas. - Planificar las actividades a realizar con medios mecánicos de elevación, que serán dirigidas por una sola persona. Verificación previa de los equipos, medios auxiliares (eslingas, estrobos, cuerdas, cadenas, ganchos, etc.) y puntos de anclaje de las cargas. - Evitar apilamientos inestables o excesivamente altos de bobinas, contenedores, cajas y cualquier otro material o equipo. - Emplear doble retención y fijación de conductores (doble rana) en determinadas situaciones con riesgo especial: cruzamientos de líneas AT en tensión, autopistas, etc. - Para la regulación de los conductores, utilizar las tablas de tensado. Mordazas adecuadas para que el conductor no caiga. - Enterrar las bases de las protecciones (porterías) al menos 1,10m + 0,10 por cada metro que supere los 8 m. - Colocar los muertos de hormigón sobre camas adecuadas, colocando 1 metro cúbico de hormigón por cada 1000 kg de tense. - Equipos auxiliares de elevación de cargas: verificar que estén en buen estado y con marcado de acuerdo a la normativa e indicación de carga máxima de utilización. - Prohibido guiar cargas con las manos y el paso de personas por la zona de riesgo de caída o balanceo de las mismas. - Manipulación manual de cargas: usar guantes libres de sustancias resbaladizas; antes de desplazar cualquier equipo u objeto, revisar su estabilidad y el estado de las zonas de paso; retirar elementos que puedan caer durante su traslado; suficiente número de personas para el traslado de la carga; adoptar posturas estables. - No lanzar materiales o herramientas, subirlos o bajarlos utilizando cuerdas o elementos auxiliares (poleas, maquinillos, pluma, etc.), con la carga bien sujeta y, en su caso, en recipiente adecuado. - Cargas transportadas en vehículos: asegurar las cargas; antes de abrir las puertas, revisar que la carga no se haya movido; antes de mover las cargas revisar que no se desplazarán intempestivamente; no sobrepasar carga máxima autorizada del vehículo. - Zanjas y pozos: tendrán escaleras que sobresalgan más de 1m del nivel superior, salvo que haya rampas de acceso. - Bocas de pozo de inclinación peligrosa: proteger con barandillas, listón intermedio y rodapiés. - Vehículos, aparatos de elevación de cargas y de personas: manejo, revisiones y mantenimientos por personal formado y autorizado por la empresa, de acuerdo con los procedimientos de trabajo y los manuales de instrucciones de fabricantes (que estarán disponibles para los usuarios); en buen estado; y en entornos seguros (estabilidad del terreno, no interferencias con otros vehículos, etc.). - Trabajos con grúas o camiones grúa: <ul style="list-style-type: none"> - La ubicación de la grúa será segura y estable (prevista en PSS). Ante cualquier duda, el mando consultará con la propiedad sobre las condiciones y riesgos del lugar. - El gruista cumplirá todas las normas de seguridad: revisión de estado de accesorios de elevación, apoyo de los estabilizadores sobre calzos (chapas o similar para reparto de cargas en los apoyos), visibilidad de la carga durante su movimiento (o ayuda mediante señalista o señalistas necesarios), etc. - Trabajos en zanjas, pozos o galerías: <ul style="list-style-type: none"> - Salvo que la inclinación del corte coincida con la natural del terreno, será necesario adoptar medidas de protección (entibación, examen continuado de las condiciones del terreno, etc.). No entrar en zanjas de profundidad > 1,30 metros sin entibar. - Los equipos y materiales en general se acopiarán a una distancia razonable de la coronación de los taludes en función de la profundidad de la zanja o pozo - Uno o más trabajadores permanecerán fuera de la zanja, pozo o galería para ayudar en caso de emergencia y evacuación - En pozos y zanjas profundas y en galerías estrechas, los trabajadores utilizarán cinturones de seguridad tipo arnés, unidos a un dispositivo de caída y rescate - Además de los EPIs Básicos: prenda reflectante.
---	--	----------	----------	-----------	--

<p>Caída de personas a distinto nivel</p>	<p>Trabajos en altura o acceso a lugares en altura: andamios, plataformas elevadoras, escaleras de mano, estructuras o apoyos, etc. Excavar y hormigonar cimentaciones de apoyos. Armado e izado de apoyos. Montaje de protecciones en cruzamientos. Tendido y regulación del conductor. Trabajos de poda. Trabajos sobre transformadores e interruptores. Cargar, descargar o colocar materiales en cajas de camiones.</p>	<p>B</p>	<p>ED</p>	<p>MO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formación e información a los trabajadores sobre trabajos en altura y utilización de medios auxiliares para los mismos, así como medidas preventivas, de protección y de actuación ante emergencias. - Para la realización de trabajos temporales en altura se dará prioridad a la protección colectiva frente a la individual: por ejemplo, siempre que sea posible, uso de medios auxiliares específicos como andamios o plataformas elevadoras en lugar de escaleras de mano o escalada por estructuras. - Las condiciones meteorológicas (fuertes vientos o lluvias, heladas, escasa visibilidad, etc.) no pondrán en peligro a los trabajadores en altura. Prever la detención o no comienzo de los trabajos si fuera necesario. - Utilización de medios auxiliares para acceso a alturas (andamios, plataformas, cestas, escaleras): serán utilizados y, en su caso, montados por personal autorizado de acuerdo a los procedimientos escritos y los manuales de instrucciones de fabricantes, los cuales estarán a su disposición; se comprobará su buen estado antes del uso y posteriormente revisiones y mantenimientos según procedimiento e instrucciones; y se utilizarán en entornos seguros (estabilidad del terreno, distancias de seguridad a líneas eléctricas, distancias a viales de circulación de vehículos, etc.). - Presencia de Recurso Preventivo para trabajos en altura que requiera el uso de arnés anticaídas por ausencia de protección colectiva o como complemento a la misma. - Está terminantemente prohibido trabajar o acceder a altura ayudándose de medios no previstos ni certificados por la normativa para ello, por ejemplo, horquillas de una carretilla elevadora, cesta no homologada/certificada acoplada a grúa, etc. La única excepción son los trabajos temporales en altura para los que resulte imprescindible escalar por una estructura que no dispone de escala (por ejemplo, construcción de apoyos de celosía). Sólo el personal expresamente formado y autorizado por la empresa podrá aplicar "técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas" para acceder o trabajar en apoyos, pórticos, aerogeneradores u otros. Dichas técnicas se basan en un sistema doble (siempre sistema de acceso o posicionamiento MÁS sistema de seguridad): 1. Sist. Acceso: escalada con pies y manos. – Sist. Posicionamiento: cinturón de sujeción con elemento de amarre ajustable. 2. Sist. Seguridad (uso continuo durante acceso y posicionamiento): cabo de anclaje con absorbedor (combinado con anticaídas deslizante); cabo de anclaje en "Y" con absorbedor; dispositivo anticaídas deslizante (sobre cuerda, raíl o cable); sistemas de retención automático (tambores retráctiles anticaídas). Utilizar pértigas para líneas horizontales portátiles. - ANDAMIOS: Montaje, desmontaje y transformación según los planes de montaje e instrucciones de fabricantes y usando arnés con doble cabo y mosquetones tipo gancho. Barandillas, con pasamanos y listones intermedios, y rodapiés en andamios. Trabajos sobre andamios: arnés anticaídas continuamente sujeto a elemento resistente o línea de vida. - PLATAFORMAS ELEVADORAS: Utilizar una plataforma elevadora adecuada al tipo y altura de trabajo y a las características del entorno y las instalaciones. En el interior de la plataforma siempre arnés anticaídas sujeto a los lugares previstos de la propia plataforma y nunca a elementos estructurales ajenos a la misma. No subirse a los rodapiés, listones intermedios o barandillas, y no utilizarla para acceder a lugares en altura (a modo de ascensor) sino para trabajar en altura desde su interior. Comprobaciones previas al uso antes de subirse a la misma. - ESCALERAS DE MANO: Uso únicamente cuando el nivel de riesgo sea bajo. Las escaleras de tijera deben ir provistas de sistemas de seguridad anticaídas y no utilizarse como escaleras de apoyo. No manipular cargas pesadas o voluminosas desde escaleras de mano. Subir y bajar de frente a la escalera. Sujetarla correctamente en la parte superior. Deben tener dispositivos de apoyo antideslizantes en la parte inferior o enganche en la superior. Evitar escaleras defectuosas o resbaladizas. No utilizar escaleras de mano cuya resistencia no esté garantizada. Colocarlas de modo estable para que los travesaños queden horizontales. Usar arnés para alturas superiores a 1,5m. - CABINAS Y CAJAS DE CAMIONES: Usar los accesos para subir y bajar (de cara al vehículo), siempre cogido a los elementos previstos para ello. Accesos limpios de sustancias resbaladizas. - Además de los EPIs Básicos y los guantes mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> - Uso de líneas de vida horizontales o verticales, retráctiles anticaídas, o cualquier otro sistema anticaídas que sea necesario para disponer de puntos de anclaje para el arnés. - Arnés de seguridad anclado a punto sólido y resistente a partir de 1,5 m de altura. En caso de medios móviles (plataformas o cestas), siempre necesario, independientemente de la altura. - Calzado de seguridad con suelas antideslizantes y casco de seguridad con barbuquejo.
---	---	----------	-----------	-----------	---

ANEXO III. Fichas del manual de seguridad

Fichas del Manual de Seguridad del Grupo Isastur actualizadas en cuatro idiomas en base a la investigación realizada:

FICHA RM 11 v10.0 (Enero 2010)		Manipulación manual de cargas, posturas forzadas Manejo de herramientas o equipos	
		RIESGOS 	
MEDIDAS PREVENTIVAS/ PROCEDIMIENTOS			
OK 	<p>Siempre que se vaya a hacer un esfuerzo físico, realizar previamente ejercicios de estiramiento y calentamiento de los músculos.</p> <p>Sempre que for fazer um esforço físico, efectuar previamente exercícios de alongamento e aquecimento dos músculos.</p> <p>Chaque fois que vous faites un effort physique, effectuer préalablement des exercices d'étirement et de réchauffement des muscles.</p> <p>Whenever you are about to make a physical effort, stretch and warm up your muscles previously.</p>		
OK 	NO 	<p>Inspeccionar la carga y el lugar, y no levantar cargas que superen, en general, 25 kg. En el caso de mujeres, personas muy jóvenes y mayores, 15 kg. Circunstancias especiales (jóvenes y entrenados), 40 kg.</p> <p>Inspeccionar a carga e o local, e não levantar cargas que ultrapassem, em geral, 25kg. No caso de mulheres, pessoas muito jovens e idosos, 15 kg. Circunstâncias especiais (jovens e treinados), 40 kg.</p> <p>Inspecter la charge et le lieu, et ne pas soulever des charges qui dépassent, en général 25 kg, pour les femmes, les jeunes et plus âgés les 15 kg, seulement dans des circonstances spéciales et pour des jeunes travailleurs et quelques les 40 kg.</p> <p>Inspect the load and the place and, in general, do not lift load in excess of 25 kg, 15 kg in the case of women, young and elderly persons. 40 kg in special circumstances (young and fit).</p>	
NO 	OK 	<p>Solicitar ayuda cuando puntualmente haya que mover algún objeto pesado o voluminoso y coordinar los movimientos.</p> <p>Solicitar ajuda quando pontualmente, necessitar de mover algum objecto pesado ou voluminoso e coordenar os movimentos.</p> <p>Demander de l'aide quand il faudra ponctuellement déplacer un certain objet lourd ou volumineux et coordonner les mouvements.</p> <p>Ask for help when you have to move a particular heavy or bulky object and coordinate your movements.</p>	
OK 	<p>PARA LEVANTAR CARGAS: 1.º Separar los pies, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.</p> <p>PARA LEVANTAR CARGAS: 1.º Separar os pés, colocando um pé mais à frente que o outro na direção do movimento.</p> <p>POUR SOULEVER DES CHARGES: 1.º Séparer les pieds, plaçant un pied plus avancé que l'autre dans la direction du mouvement.</p> <p>TO LIFT LOADS: 1st Spread your feet, placing one foot ahead of the other in the direction you will be moving.</p>		
OK 	<p>2.º Sujetar firmemente la carga con ambas manos y pegarla al cuerpo.</p> <p>2.º Segurar a carga com ambas as mãos e o mais próximo ao corpo.</p> <p>2.º Tenir la charge avec les deux mains et au plus près du corps.</p> <p>2nd Hold the load firmly against your body using both hands.</p>		
OK 	<p>3.º Levantarse suavemente haciendo fuerza con las piernas, contrayendo abdominales y glúteos y manteniendo la espalda recta.</p> <p>3.º Levantar-se suavemente fazendo força com as pernas, contraindo os abdominais e os glúteos e mantendo a coluna direita.</p> <p>3.º Lever lisement en faisant force avec les jambes, gardant à tout moment le dos droit.</p> <p>3rd Lift smoothly using your legs, contracting your abdominal and gluteal muscles and keeping your back straight.</p>		

OK



PARA DEPOSITAR LA CARGA: acercarse lo más posible a la misma y:
• Separar las piernas y contraer abdominales y glúteos.
• Mantener la espalda recta.

PARA DEPOSITAR A CARGA: aproximar-se o mais possível de mesma e:
• Separar as pernas e contrair abdominais e glúteos.
• Manter a coluna direita.

POUR DÉPOSER LA CHARGE: s'approcher le plus possible de la même et:
• Séparer les jambes et contractez vos muscles abdominaux et fessiers.
• Maintenir le dos droit.

TO PUT A LOAD DOWN: Get as close as possible to it and:
• Spread your legs and contract your abdominal and gluteal muscles.
• Keep your back straight.

OK



Siempre que sea posible, utilizar medios mecánicos (carretillas, grúas...).

Sempre que seja possível, utilizar meios mecânicos (empilhadores, gruas...).

Autant que possible, utiliser des moyens mécaniques (camions, grues...).

Whenever possible, use mechanical means (forklift, cranes, etc.).

NO



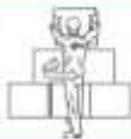
Evitar el levantamiento de cargas por encima de los hombros.

Evitar o levantamento de cargas por cima do nível dos ombros.

Éviter le soulèvement de charges au-dessus des épaules.

Avoid lifting loads above your shoulders.

NO



No efectuar giros; mover los pies hasta la posición adecuada.

Não efectuar rotações do corpo; mover os pés para a posição adequada.

Éviter les rotations du corps; déplacer les pieds pour être placé dans la position adéquate.

Do not twist your body; move your feet to the appropriate position.

NO



Para evitar sobreesfuerzos por posturas forzadas: realizar pausas, cambiando la posición del cuerpo y efectuando movimientos suaves de estiramiento de los músculos.

Para evitar sobre-esforços por posturas forçadas: realizar pausas, mudando a posição do corpo e efectuando movimentos suaves de alongamentos dos músculos.

Pour éviter efforts excessifs par des positions forcées: réaliser pauses, en changeant la position du corps et en effectuant des mouvements doux d'étirement des muscles.

To avoid overstrain due to forced postures: take breaks, changing the position of your body and carrying out gentle movements to stretch your muscles.

OK



• Usar herramientas en buen estado y adecuadas a cada trabajo.
• Agarrar la herramienta firmemente y en una postura adecuada.

• Usar ferramentas em bom estado e as adequadas a cada trabalho.
• Agarrar a ferramenta firmemente e numa postura adequada.

• Utilisez des outils en bon état et adaptés à chaque tâche.
• Saisir l'outil fermement et dans une posture correcte.

• Use tools that are in a good state of repair and suitable for each job.
• Hold the tool firmly while adopting a suitable posture.



PROTECCIONES INDIVIDUALES





MEDIDAS PREVENTIVAS/
PROCEDIMIENTOS



Evitar flexionar la columna, adoptar posturas correctas en el trabajo.
Evitar flexionar a coluna, adoptar posturas correctas no trabalho.
Éviter la flexion de la colonne vertébrale, adopter des postures correctes dans le travail.
Avoid bending your spinal column; adopt the correct posture for the job.



Prestar atención a la postura en las tareas auxiliares de grudado, enganche de eslingas, cable guía, etc. Adoptar posturas adecuadas: flexionar las rodillas, arrodillarse o adoptar la postura de caballero.

Prestar atenção, à postura nas tarefas auxiliares de amarração, enganche de eslingas, cabo guia, etc. Adoptar posturas adequadas: flexionar os joelhos, ajoelhar-se ou adoptar uma postura de cavaleiro.

Prêter attention à la position dans les tâches auxiliaires, crochet d'élingues, câble guide, etc. Adopter la posture appropriée: plier les genoux, s'agenouiller ou adopter une posture de cavalier.

Pay attention to your posture in auxiliary tasks like tying knots, hooking up slings, guide cables, etc. Adopt a suitable posture: bend your knees, kneel on one or both knees.



Evitar posturas forzadas en los esfuerzos de tracción. Hacer el desbobinado entre dos trabajadores y tirar siempre de frente a la bobina, sin giros de columna, extremidades inferiores, etc.

Evitar posturas forzadas nos esforços de tracção. Fazer desenrolar o cabo na bobine entre dois trabalhadores e retirar o cabo sempre na frente da bobine, sem rodar a coluna, extremidades inferiores, etc.

Éviter des positions forcées dans les efforts de traction. Faire dérouler le câble sur la bobine entre deux travailleurs et retirer le câble à l'avant de la bobine, pas de torsion de la colonne vertébrale, des membres, etc.

Avoid forced postures when the effort involves pulling. Unroll coils between two workers, always facing the coil, without twisting your spinal column, lower limbs, etc.



Enhebrar la camisa de acero al cable conductor entre dos trabajadores: uno empuja el cable en un sentido y el otro, situado enfrente, empuja la funda en sentido contrario.

Enfiar o cabo na camisa de aço, processo efectuado por dois trabalhadores: um trabalhador empurra o cabo num sentido e o outro trabalhador situado em frente, empurra a bainha no sentido contrário.

Enfiler le câble dans la gaine d'acier, un procédé réalisé par deux travailleurs: un ouvrier pousse le câble dans un sens et un autre travailleur situé en face, pousse la gaine dans le sens inverse.

Thread the steel sleeve onto the conductor cable between two workers: One worker pushes the cable in one direction while the worker facing him pushes the sleeve in the opposite direction.



Utilizar soportes colgados de la bandeja para sostener el peso del cable durante el embudo. Usar trocillos para salvar bordes y esquinas, y para disminuir el rozamiento con el terreno en tendidos en zanjas.

Utilizar suportes fixos nas estêras para suportar o peso do cabo durante a fixação de cabos (com abraçadeiras). Utilizar roletes para evitar arestas e esquinas, e para diminuir o atrito com o terreno, no processo de passagem de cabos em valas.

Utiliser des supports accrochés du plateau pour soutenir le poids du câble pendant la fixation des câbles. Utiliser des rouleaux afin d'éviter les arêtes vives et coins, et pour réduire le frottement avec le sol, dans le passage de câbles dans les tranchées.

Use supports hanging from the tray to sustain the weight of the cable when clamping. Use rollers to pass cables over edges and around corners and to reduce rubbing on the ground when laying cables in trenches.

ANEXO IV. Fichas seguridad máquinas

Fichas de seguridad del gato elevador portabobinas, máquina de tiro y máquina de frenado.

GATOS ELEVADORES	FICHA DE SEGURIDAD Y SALUD	
<p>MODALIDAD Y USO PARA LOS CUALES SE PUEDE EMPLEAR LA MÁQUINA</p> <p>Los gatos elevadores se utilizarán exclusivamente por personal especializado y autorizado por la Empresa</p> <p>Se trata de un equipo de trabajo para elevar bobinas de cableado eléctrico.</p>		<p>NORMAS DE SEGURIDAD</p> <p>CONSIDERACIONES GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se deben utilizar para la elevación de personas y/o mercancías. - No se debe utilizar para desplazar carretillas u otros instrumentos móviles. - No se debe utilizar en presencia de personal no autorizado en la zona de trabajo. - Son para uso manual, no debiéndose motorizar. - No está permitido utilizarlos para cargas superiores a su carga máxima (C.M.U.). - El operador encargado de la instalación y/o mantenimiento del dispositivo debe utilizar ropa adecuada al ambiente de trabajo y a la situación en que se halla; en especial debe evitar el uso de ropas muy anchas, cadenas, pulseras, anillos o cualquier otra cosa que pueda enredarse en los órganos del dispositivo. - No utilizar con máquinas de freno o de tiro, sólo para tiro manual. - Situarse de lado a la bobina, nunca delante de la misma, y procurar no estar en las cercanías cuando se realice el tiro manual. - Manejo de la bobina. Durante el cambio de la bobina es indispensable que intervenga el personal. Durante el cambio de bobina sólo pueden estar presentes los operadores autorizados. Hay que prestar una atención especial cuando se manipule la bobina en el suelo para evitar que se aplasten las extremidades inferiores. - En caso de que se detecte un mal funcionamiento, sobre todo el embrague, se debe enviar al almacén para su reparación. - No se deben utilizar para otros trabajos que no sean aquellos para los que están previstos. - Señalizar, en la medida de lo posible, la zona de trabajo.
<p>EPI'S</p> <p>Casco, botas, gafas y guantes de seguridad.</p>		<p>NORMAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar el marcado CE y CMU de la herramienta. - Comprobar que lleva puesto el número de identificación interna del equipo, en caso contrario ponérselo. - Revisar que funcionan todos los elementos (cremallera, rodamientos, manivela, embrague y pestillo de seguridad). Limpiar y engrasar las partes mecánicas, sobre todo. - Limpiar y engrasar todas las partes mecánicas, sobre todo el embrague. - Revisar la señalización de advertencia de peligros. - Para limpiar el aparato se utilizará un disolvente, como petróleo, gasolina, alcohol puro, pero no en cambio acetona y derivados. - No utilizar grasas o aceites que contengan bisulfuro de molibdeno.

MAQUINA DE TIRO. CABRESTANTE HIDRÁULICO	FICHA DE SEGURIDAD Y SALUD	
MODALIDAD Y USO PARA LOS CUALES SE PUEDE EMPLEAR LA MÁQUINA La máquina de tiro se utilizará exclusivamente por personal especializado y autorizado por la Empresa El cabrestante hidráulico ha sido proyectado para el tiro de líneas aéreas y subterráneas.		
NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD CONSIDERACIONES GENERALES <ul style="list-style-type: none"> - Antes de utilizar la máquina, el responsable de la misma esta obligado a conocer el manejo y mantenimiento. - Antes de ponerla en funcionamiento debe conocer todos los elementos, su localización y función (ver manual de instrucciones de la máquina). - La máquina debe ser utilizada sólo para lo que ha sido diseñada. - El operador encargado del mantenimiento y funcionamiento debe llevar ropa adecuada, evitando ropa desbrochada, mangas sobresalientes, collares, pulseras, etc. - Diariamente controlar que las conexiones de potencia están en buen estado. - Arrancar la máquina solamente cuando la zona de trabajo esté libre. - Los operadores no deben por propia iniciativa realizar intervenciones que no sean de su competencia. - La zona de trabajo del operador debe estar limpia de grasa, líquidos y objetos que estorben el paso. - La máquina no debe ser utilizada: <ul style="list-style-type: none"> o Para elevación de personas. o Para el desplazamiento de carritos o elementos móviles. o Como freno durante el tendido. o Con cables de tiro y empalmes mayores a los indicados. o Con presencia de personal no autorizado en la zona de trabajo. o Sin los dispositivos de seguridad o manipulados - La utilización de un piloto de diámetro inferior reducirá la capacidad de tiro en base a la carga de rotura del piloto utilizado. - La máquina no debe ser utilizada en ambientes con peligro de explosión de gases, etc. - No se puede utilizar la máquina en ambientes cerrados. - Para la elevación y transporte de la máquina, embalada en caja utilizar un o toro mecánico o medio similar; para la elevación sin caja utilizar exclusivamente una pluma adecuada a ello. - Para la elevación de la máquina sin bobina utilizar exclusivamente el anclaje superior destinado a ello. - Para el transporte de la máquina, esta debe estar adecuadamente anclada y protegida de golpes. - El transporte de la máquina debe ser efectuado sin bobina. - Para el transporte de la máquina debe utilizarse exclusivamente el timón. - En la zona de instalación de la máquina debe correr el aire libremente. - La máquina no está prevista para ser utilizada en ambientes cerrados. 		

NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD (continuación)

CONSIDERACIONES GENERALES

- En caso de una larga inactividad de la máquina se deberá almacenar la máquina adecuadamente:
 - o Retirar todo el combustible y aceites.
 - o Limpiar la máquina adecuadamente.
 - o Lubricar todas las partes móviles.
 - o Cubrir y proteger con una lona en un ambiente adecuado.
 - o La puesta en marcha después de un largo período de inactividad debe ser realizada por Técnico competente.
- Los materiales (aceites, grasas, etc.) deben ser eliminados en conformidad a la normativa vigente y cumpliendo los procedimientos de la empresa en materia medioambiental.

SIMBOLOGÍA DE ADVERTENCIA PRESENTES EN LA MÁQUINA

ATENCIÓN A LAS MANOS.
NO DESMONTAR EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD.
RIESGO ELÉCTRICO.
ATENCIÓN PIEZAS EN MOVIMIENTO.
PROTEGER LOS OÍDOS.
PROHIBIDO LUBRICAR O LIMPIAR EN MOVIMIENTO.
PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO.



RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

- La rotura de una de las eslingas de anclaje puede provocar un movimiento brusco de la máquina. Para limitar este problema seguir atentamente las instrucciones de anclaje descritas en el libro de instrucciones. Es necesario limitar un círculo de 10 m. Alrededor de la máquina donde sólo se permita la presencia del operador.
- La rotura accidental del piloto puede provocar un movimiento brusco de la máquina. Para limitar este problema seguir atentamente las instrucciones descritas en el manual. Es necesario limitar un círculo de 10 m. alrededor de la máquina donde sólo se permita la presencia del operador.
- La máquina emite gases peligrosos por inhalación. Para limitar este riesgo el operador debe situarse en la zona de mandos.
- La máquina no tiene un toma de tierra propia, por esto durante la operación de tendido puede concentrarse en el piloto fuertes cargas electrostáticas. Para reducir al máximo el riesgo el operador debe:
 - o Conocer las normas de seguridad y prevención de riesgos eléctricos y cumplirlos rigurosamente.
 - o Asegurar una buena toma de tierra de la máquina, piloto de tiro y conductor.
- Durante la carga del piloto sobre los tambores, el devanado incorrecto del piloto puede producir que se monten las espiras obligando a parar el tendido.
- Por motivos tecnológicos la máquina no dispone del sistema de fin de recorrido. Para reducir al mínimo el riesgo el operador debe controlar la aproximación del final del piloto, (ej. pintando una marca roja a unos metros del final del piloto).
- Después de haber emplazado la máquina lo más alineada posible a la dirección de tiro, colocado la pata delantera en posición de trabajo y las ruedas hacia la parte de atrás; hay que colocar unas eslingas de 3 a 5 m. entre los puntos de anclaje de la máquina y algún sitio fuerte de agarre. Estos anclajes deben soportar la fuerza máxima prevista de tiro.

RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS (continuación)

- La máquina dispone de los siguientes sistemas de seguridad:
 - o Freno negativo que interviene en caso de parada del motor o avería en el circuito hidráulico.
 - o Protecciones en los puntos en movimientos y donde es tecnológicamente posible.
 - o Regulador de la fuerza máxima de tiro.
- Está rigurosamente prohibido utilizar la máquina con alguna de las protecciones desmontadas.
- La parada de emergencia se encuentra sobre el pulsador que actúa sobre el motor. Utilizar este pulsador sólo en caso de peligro para el operador. También está prohibido utilizar este pulsador como parada de la máquina. (Con el motor parado se enciende la luz)

EPI'S

Casco, botas, gafas de seguridad, guantes y protección auditiva.

NORMAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO

- Antes de realizar cualquier mantenimiento es obligatorio interrumpir la alimentación de energía. Todas las operaciones se harán con la máquina llana y bloqueada.
- La recarga del combustible se hará siempre con el motor parado y teniendo cuidado de no derramar combustible en las zonas muy calientes.
- Cambiar el aceite hidráulico a las primeras 50 horas de uso, y sucesivamente cada 300 horas o al año.
- Para sacar el aceite viejo, retirar el tapón de la parte inferior del depósito.
- Rellenar de aceite por el tapón en al parte superior del depósito.
- Verificar periódicamente el nivel del depósito y rellenar si es necesario con el mismo tipo de aceite.
- Cambiar el filtro de aceite al mismo tiempo que el aceite y/o cuando el indicador de suciedad situado en el filtro esté en la zona amarilla o roja.
- Dejar enfriar el aceite antes de sacarlo, además hay que utilizar las protecciones individuales adecuadas para ello (casco, botas, guantes y gafas). Ver la ficha de seguridad del aceite hidráulico para ver que medidas de seguridad indica para su manipulación.
- Si con la palanca de tiro en posición de parado pero con el freno desbloqueado o sea con la palanca fuera de su apoyo pero en el centro del recorrido, se observa que los tambores giran en cualquier sentido, proceder como sigue:
 - o Con el motor en marcha poner la palanca de tiro en posición central pero con el freno desbloqueado.
 - o Aflojar el tornillo para permitir a la bomba que el eje vuelva automáticamente a la posición de cero 0.
 - o Apretar de nuevo el tornillo.

NORMAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO (continuación)

- Regulación del freno negativo: Este freno bloquea el movimiento de los tambores de tiro. Si este freno se quedara bloqueado y se intentara hacer girar los tambores de tiro mediante la palanca de tiro hacia delante o atrás, se observaría que no se mueven y se oíría un fuerte ruido por el esfuerzo de la bomba.
- Este freno se desbloquea cuando la palanca de tiro se saca de su hueco de descanso. En ese movimiento, por debajo del panel de mandos, esta palanca acciona un micro interruptor que a su vez acciona una electroválvula. Puede ocurrir que si hay mucha distancia entre la palanca y el micro interruptor, no se desbloquee el freno.
- Para regular bien esta distancia proceder como sigue:
 - o Aflojar el tornillo de seguridad, girar el tornillo hasta aproximarlo al micro interruptor, reapretar el tornillo de seguridad y verificar que el tornillo sólo empuja el micro interruptor cuando se acciona la palanca y que no acciona cuando la palanca está en reposo.
- Recarga de la celda dinamométrica: En esta celda se encuentra el aceite y pistón responsables de la medición de la fuerza de tiro de la máquina. Por tanto para una correcta medición es necesario que esté bien cargada de aceite.
- Si se observa una fuga de aceite en esta celda, habrá que recargar de aceite del siguiente modo:
 - o Con el motor en marcha abrir la llave, aflojar el tornillo para purgar el aire, reapretar de nuevo el tornillo cuando empiece a salir aceite, cerrar la llave y parar el motor, se observará que la aguja del dinamómetro está por encima de cero "0". Con el motor parado abrir un poco la llave hasta que la aguja esté de nuevo en el cero "0".
- Se aconseja engrasar cada 30 horas la cadena, el tornillo devanador (husillo) y soporte del freno de la recogedora. Con la jeringa montada en el panel se engrasa los tambores de tiro, el cual se aconseja antes de cada obra. También se recomienda revisar el desgaste, limpieza y engrase de la guía del devanador.
- Se debe revisar periódicamente los correctos tenses de las cadenas de transmisión y su engrase, así como coronas y piñones.
- También se debe revisar las mangueras del circuito hidráulico para localizar fugas y corregirlas.
- Mantenimiento de ciertos elementos:

ELEMENTO	CANTIDAD	TIPO	PERIODO	MARCA
Cartucho filtro del aceite hidráulico	1L.	CS-100-P10-A	50 h. 1er cambio. 300 h. Sucesivamente	MP
Depósito de aceite	35 L.	Circuito hidráulico	50 h. 1er cambio. 300 h. Sucesivamente	ROL OIL
Tornillo devanador	0,1 Kg.	Grasa para engranajes	30 h.	ROL OIL
Cadena	0,1 Kg.	Grasa para engranajes	30 h.	ROL OIL
Engranajes tambores	0,1 Kg.	Grasa para engranajes	30 h.	ROL OIL
Motor Diesel	6,4 L. cambiando aceite y filtro	Aceite para Diesel	40 h. 1er cambio 100 h. sucesivamente	ROL OIL Super Diesel 15W/40

Si no se encuentran las marcas indicadas, se pueden utilizar equivalentes de alta calidad.

**FRENO
HIDRÁULICO**

FICHA DE SEGURIDAD Y SALUD

**MODALIDAD Y USO PARA LOS CUALES SE PUEDE
EMPLEAR LA MÁQUINA**

La máquina de freno se utilizará exclusivamente por personal especializado y autorizado por la Empresa.

La máquina es un Freno Hidráulico para el tendido de uno o dos conductores y cables de líneas eléctricas.



NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

- Se recomienda la no intervención, nunca, sobre partes en movimiento y de asegurarse que ningún trabajador este situado en la proximidad de la maquina antes de ponerla en marcha ni tan siquiera en fase de trabajo, debido a que cualquier órgano en movimiento puede constituir peligro.
- El operador encargado de la colocación y del mantenimiento de la máquina debe evitar el uso de cadenas, brazaletes, anillos o accesorios que puedan envolverse en los órganos en movimiento.
- El área de permanencia del operador debe se mantenida siempre libre y limpia de eventuales residuos de aceite, líquidos y sólidos así como de equipos que pueden constituir un obstáculo.
- Antes de empezar el trabajo el operador debe conocer perfectamente la posición y el funcionamiento de todos los mandos y las características de la máquina, además debe haber leído el manual de uso.
- Deben verificarse todos los dispositivos de seguridad de la máquina previamente a su manejo.
- Está absolutamente prohibido eliminar los dispositivos de seguridad instalados en la máquina.
- Está absolutamente prohibido eliminar la señalización de la máquina, así como, la placa de identificación original, la cual indica el nombre del constructor, el numero de matricula, el año de fabricación, el modelo de la maquina, el peso, y el tipo de aceite de utilizar.
- Antes de proceder a trabajar, es obligatorio delimitar la zona de trabajo de la máquina con carteles de prohibición de acceso, u otras señales análogas, bien visibles.
- Durante las operaciones de tendido el operador debe asegurarse que no haya nadie cerca de la misma, dentro de su radio de acción o cerca del pasaje del cable.
- Es siempre aconsejable, para un tiempo de 10/15 minutos a partir del inicio de la fase de tensado, no someter la máquina a los máximos regímenes de velocidad y fuerza de tracción.
- Para la elevación y el transporte de la máquina embalada, utilizar exclusivamente la carretilla elevadora de horquilla o puente grúa corredera. Con la máquina sin embalaje, para el transporte utilizar los ganchos específicos.
- En caso de almacenaje por largo tiempo, hay que asegurarse el sitio en lo cual la máquina ha sido colocada y, en relación al tipo de almacenaje, verificar si es posible la condición de mantenimiento.
- La puesta en marcha de la máquina después de un largo periodo de inactividad, deberá se efectuada con la presencia de un técnico autorizado.

EPI'S

Casco, botas, gafas de seguridad, guantes y protecciones auditivas.

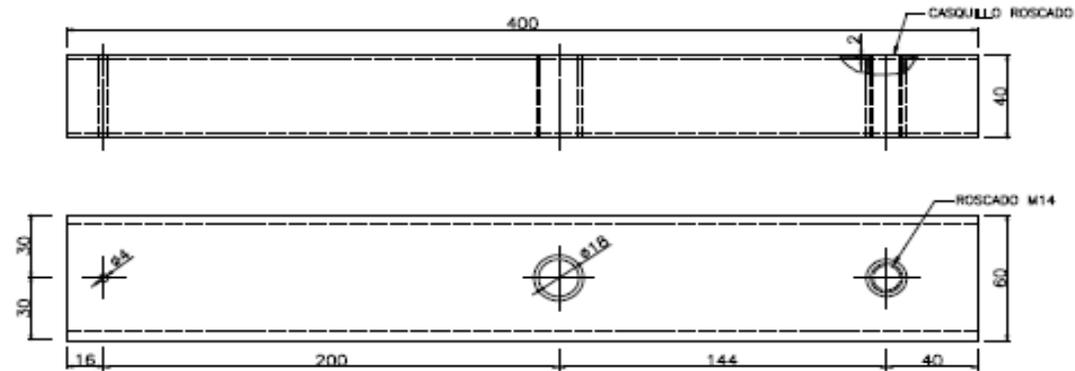
NORMAS DE MANTENIMIENTO PERIODICO (continuación)

- Está absolutamente prohibido efectuar operaciones de mantenimiento, regulaciones o arreglos sobre órganos en movimiento o con motor en marcha.
- La máquina debe ser utilizada en conformidad con las especificaciones del constructor.
- Cualquier modificación debe ser autorizada por el constructor.
- Está absolutamente prohibido cambiar o eliminar los dispositivos de seguridad.
- Cuando la máquina esta en marcha, está absolutamente prohibido el contacto con cualquier parte de la misma.
- Para cualquier operación con la máquina caliente, es obligatorio proteger las manos con guantes e indumentaria resistentes al calor.
- En espacios confinados es obligatorio proteger las vías respiratorias en proximidad de las emisiones del gas de escape.
- Controlar y limpiar nafta el filtro, colocado en el interior del tanque, cada 200 horas de trabajo; cambiarlo cada 1000 horas de funcionamiento o una vez al año.
- Cambiar por primera vez el aceite del reductor/multiplicador después de las primeras 50 horas de funcionamiento, sucesivamente repetir la operación cada 500 horas o una vez por año.
- Controlar le nivel del aceite del freno negativo cada 100 horas de funcionamiento y cambiar el aceite cada 500 horas de trabajo.
- Engrasar periódicamente todos los puntos que, encontrándose al exterior, no se lubriquen automáticamente.
- Controlar y limpiar periódicamente la masa del intercambiador de calor con un chorro de aire comprimido.
- Después de las primeras horas de funcionamiento de la máquina, controlar que todos los tornillos que bloquean los diferentes componentes al chasis estén ajustados a fondo, para evitar daños. -Efectuar la misma operación también para todas las uniones de las cañerías del circuito hidráulico y de los componentes hidráulicos pequeños, como por ejemplo electroválvulas y válvulas hidráulicas. Dichas operaciones se deben efectuar también periódicamente.
- Durante los períodos de inactividad, es aconsejable almacenar la máquina en un lugar cubierto y seco para evitar que en el tanque de aceite, en el circuito hidráulico y en el motor diesel se pueda formar humedad, que comprometería el buen funcionamiento de la máquina. Además se aconseja proteger los cabrestantes de garganta múltiple revestidos de material plástico todas las veces que la máquina quede en obra inactiva, en especial durante las horas nocturnas y en los días cálidos, fríos o lluviosos.

ANEXO V. Planos prototipo rodillo tiracables

Planos finales del prototipo:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
ALUMINIO
ACABADO FINAL PINTURA COLOR BLANCO

Nº DE PIEZAS: 1

		Fecha	Firma
		Proyectado: 05-14	M.F.S.
		Dibujado: 05-14	C.G.F.
0.0	EMISION INICIAL	05-14	M.F.S. Aprobado: 05-14
EDIC.	MODIFICACION	RECHA	RINA

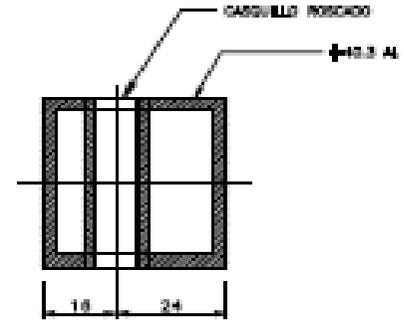
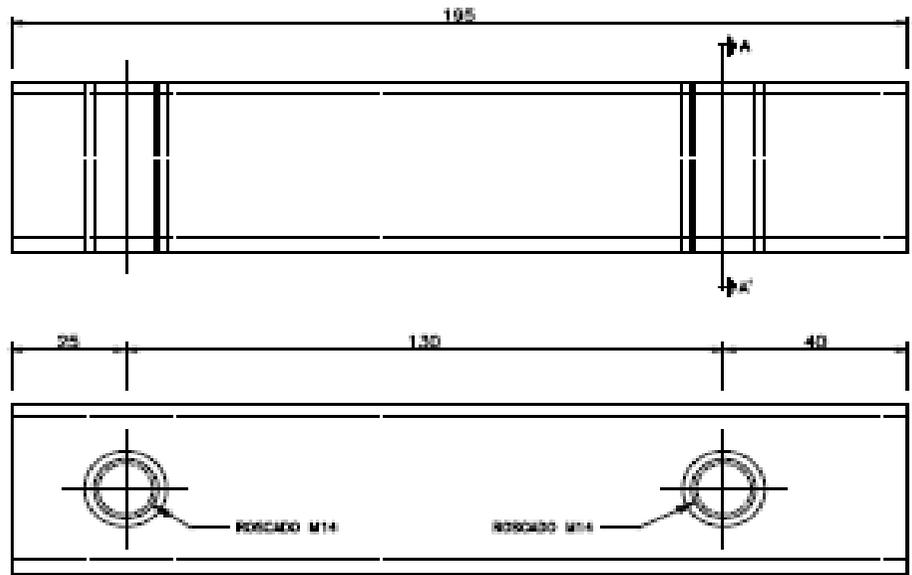


ISASTUR SERVICIOS
RODILLO PARA TENDIDO DE CABLE POR BANDEJA
PIEZA 1

Nº PLANO: RTC 03 002
HORA: 02 SERIE 03
Nº CAD: RTC03002

INGENIERIA GRUPO ISASTUR
ESCALA: 1:2
A3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



SECCION A-A

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
 ALUMINIO
 ACABADO FINAL: PINTURA COLOR BLANCO

Nº DE PIEZAS: 1

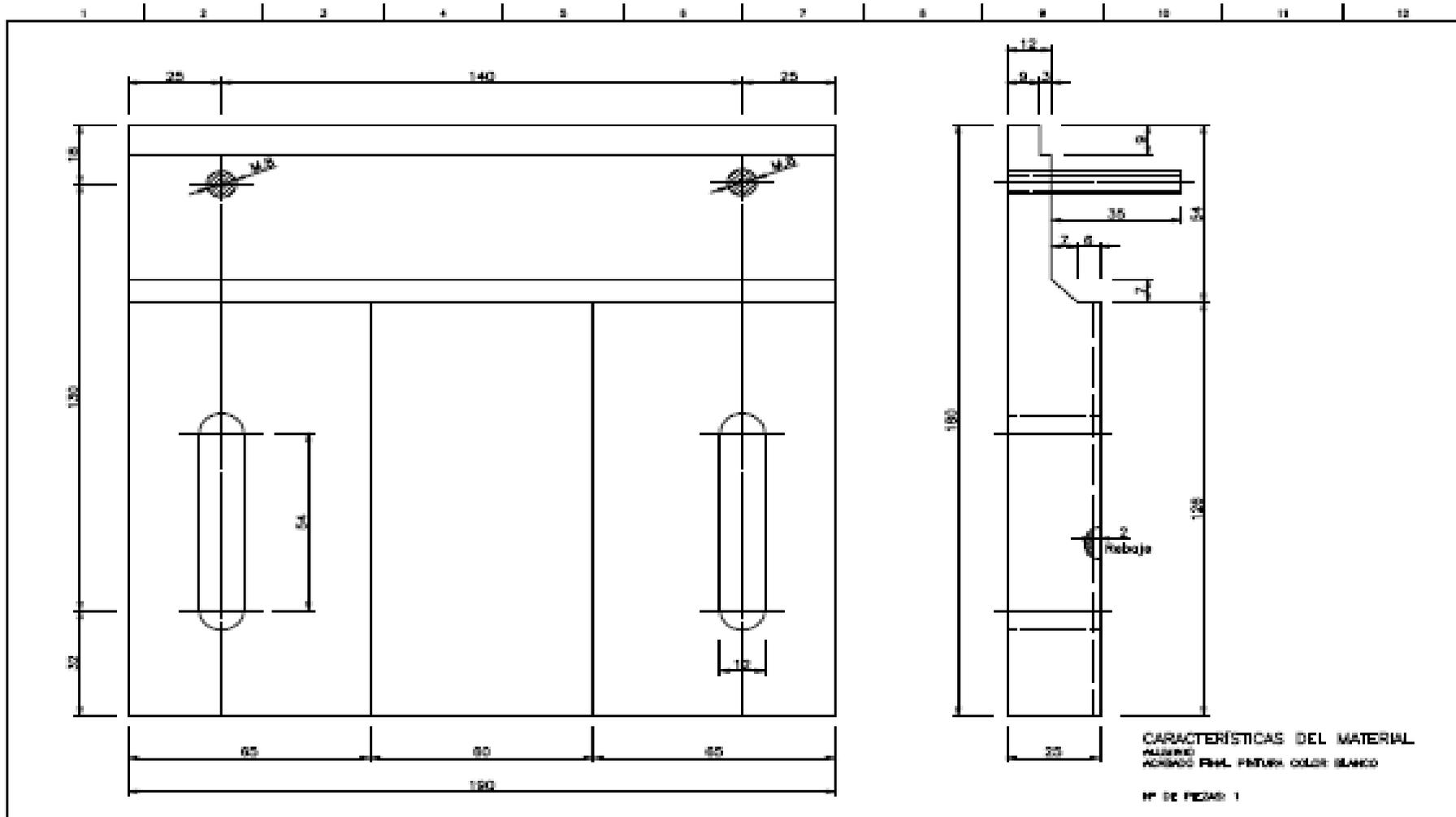
				Fecha	Firma
			Preparado	05-14	M.F.S
			Dibujado	05-14	C.B.F
			Aprobado	05-14	L.F.J
U.O	MANEJO SOCIAL	05-14	M.F.S		
Q.C.	INGENIERIA	05-14	M.F.S		



BASTUR SERVICES
RODILLO PARA TORNO DE OXIDO POR BRUNDA
PIEZA 1

Nº PASO/RTIC 03 003
004 03 004 04
Nº 001 003000

Escala: 1:1
A3



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
 ALUMINO
 ACABADO PUL. FINURA COLOR BLANCO

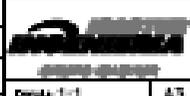
Nº DE PIEZAS: 1

				Proyecto:	02-14	Plan:	M.F.S
				Dibujado:	02-14		C.B.F
02	MOBILIO MECAN.	02-14	M.F.S	Aprobado:	02-14		L.F.S
Edic:	02/2014	02-14	M.F.S				

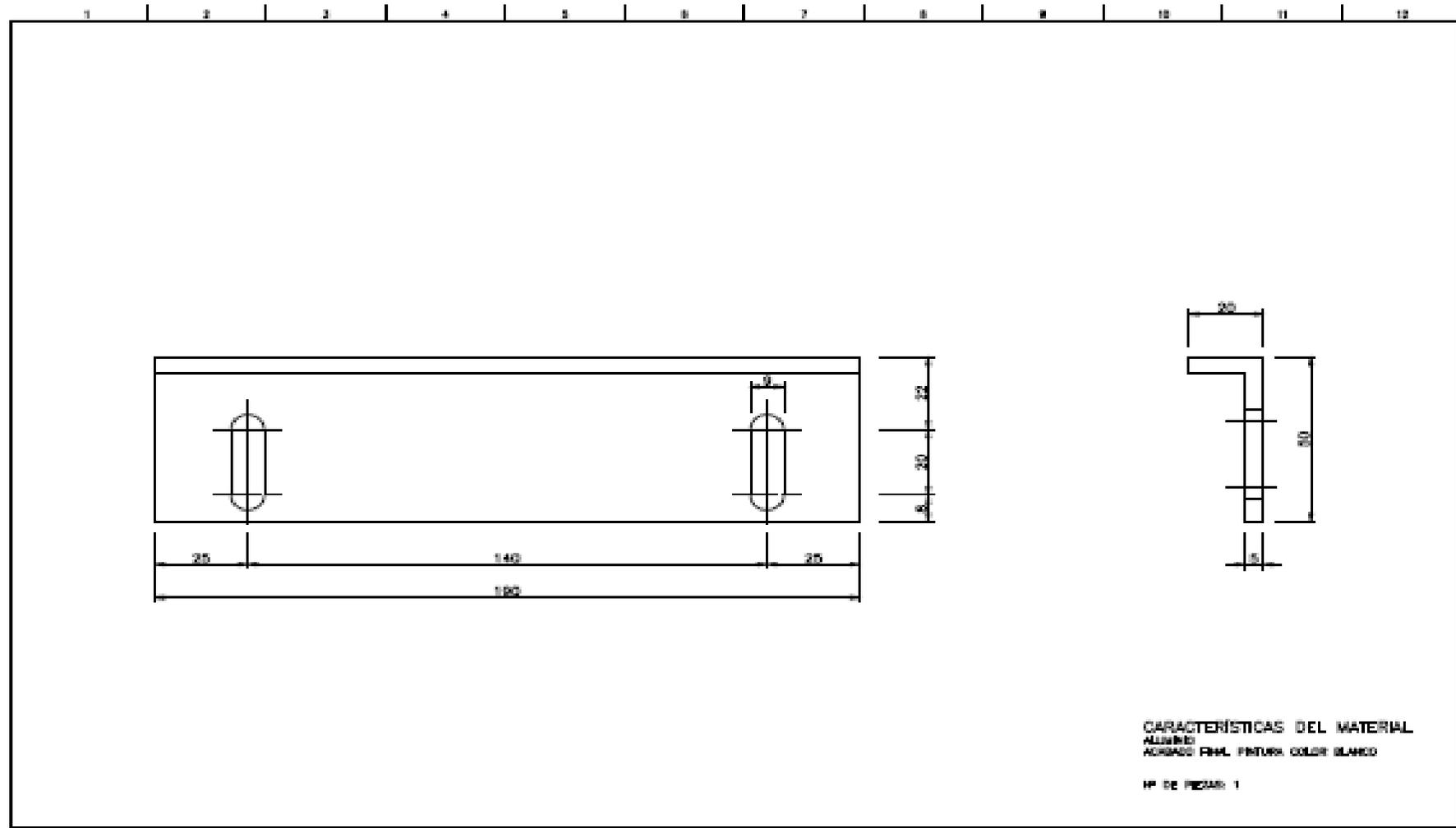


ISASTUN SERVICIOS
MOBILIO PARA TORREDO DE CABLE POR SERVICIO
PIEZA 5

Proyecto: ITC 03 004
Mod: 04 Sub: 05
Nº de: 02/2014



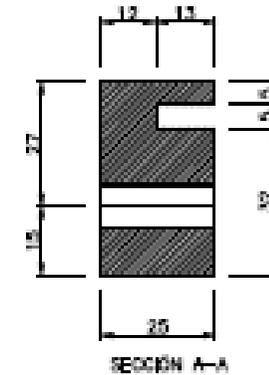
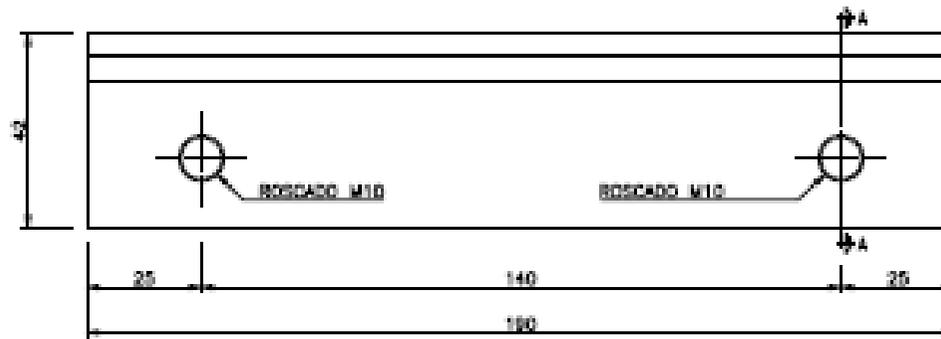
Escala: 1:1 A3



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
 ALUMINIO
 ACABADO FINAL: PINTURA COLORE BLANCO

Nº DE PIEZAS: 1

				Fecha	Finca		BASTUR SEVICIOS	Nº plano: RTC 03 005	
		Proyectado	05-14	M.F.A	BOLLER PARA TENDIDO DE CABLES PER BARROCA		BARR: 05 SERVIC: 05		
E.D: BARRER MECAN.	05-14	A.P.S	aprobado	05-14	L.F.F		PIEZA 4	Nº de: 000000	
D.E:	000000000	P.C.B	P.M.A				Escala: 1:1	A3	



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

ALUMINIO
ACABADO FINAL PINTURA COLOR BLANCO

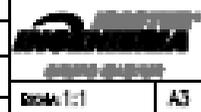
Nº DE PIEZAS: 1

				Fecha	Prueba
			Proyectado	05-14	MFS
			Dibujado	05-14	CLP
0.0	MODIFICACION	05-14	ALP	aprobado	05-14
0.0		05-14	ALP		LFC

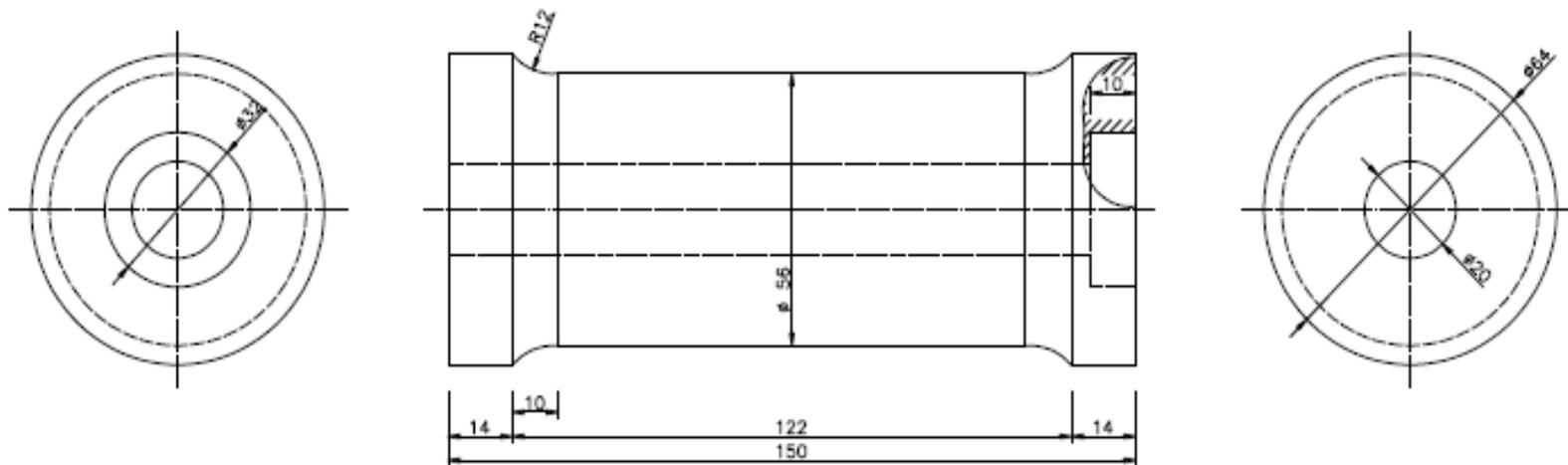


ISASTUR SERVICIOS
MOBILIDAD PARA TODOS SE CUIDA POR SIEMPRE
PIEZA 5

Nº Proyecto/ITC: 03 008
Rev: 00 ENE 07
Nº Ord: 000000



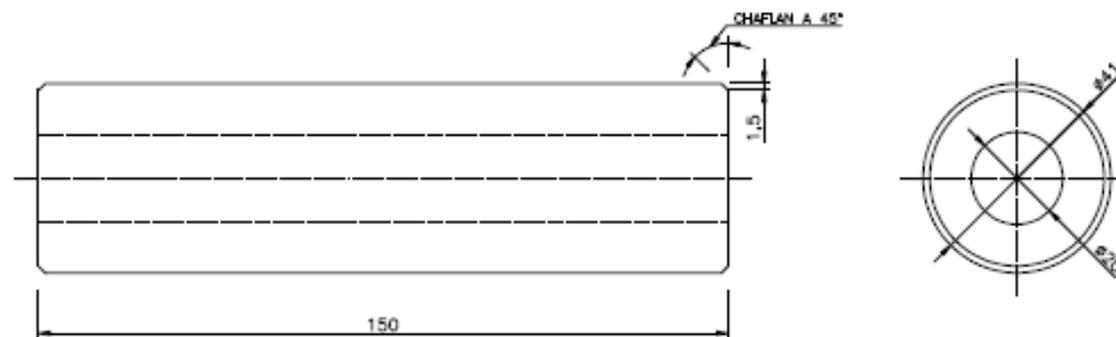
Escala: 1:1	A3
-------------	----



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
TEFLÓN COLOR BLANCO

Nº DE PIEZAS: 1

				Fecha	Firma		ISASTUR SERVICIOS	Nº PLANO: RTC D3 007		
			Proyectado	05-14	M.F.S		ROLLO PARA TENDIDO DE CABLE POR BANDEA	HORA: 07 SERIE: 06		
			Dibujado	05-14	C.G.F		PIEZA 6	Nº CAD: RTC03007		
0.0	EMISIÓN INICIAL	05-14	M.F.S	Aprobado	05-14	L.F.E			ESCALA 1:1	A3
EDIC:	MODIFICACION	FECHA	R/MA							



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
TERFO COLOR BLANCO

Nº DE PIEZAS: 5

				Fecha	Firma
			Proyectado	05-14	M.F.S
			Dibujado	05-14	C.S.F
0.0	EMISION INICIAL	05-14	M.F.S	Aprobado	05-14
RE:	MODIFICACION	FECHA	R/MA		

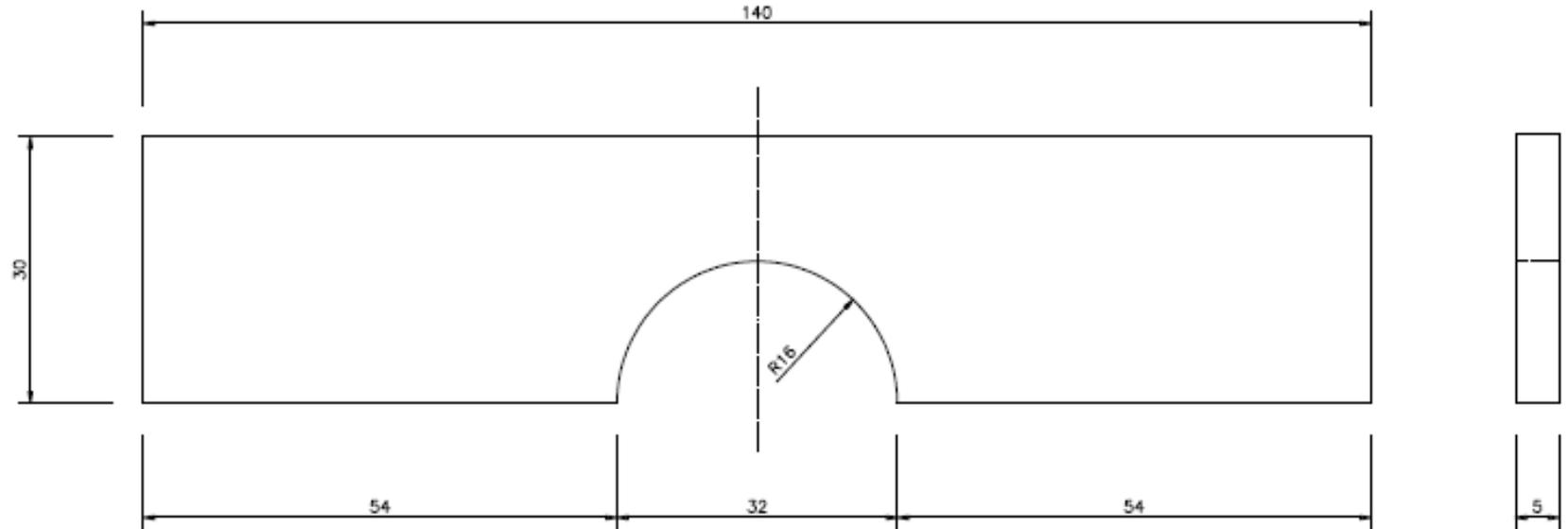


ISASTUR SERVICIOS
RODILLO PARA TENDIDO DE CABLE POR BANDEJA
PIEZA 7

Nº PLANO: RTC 03 008
HORA: 08 SERIE: 09
Nº CAD: RTC03008

INGENIERIA	
GRUPO ISASTUR	
ESCALA: 1:1	A3

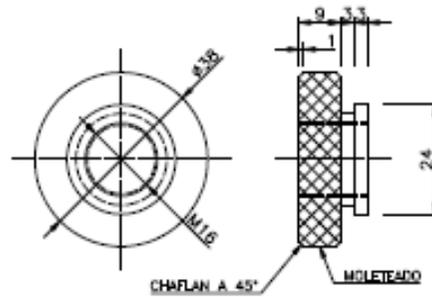
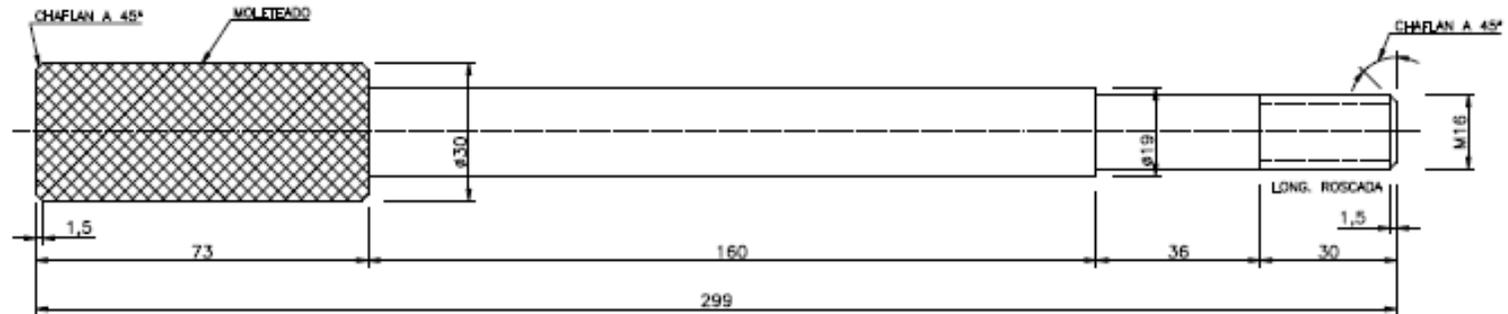
1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
 ALUMINO
 ACABADO FINAL PINTURA COLOR BLANCO

Nº DE PIEZAS: 1

				Fecha	Firma		ISASTUR SERVICIOS	Nº PLANO: RTC D3 009		
			Proyectado	05-14	M.F.S		RODILLO PARA TENDIDO DE CABLE POR BANDEA	HORA: 09 SERIE: 10		
			Dibujado	05-14	C.S.F		PIEZA 8			
0.0	EMISION INICIAL	05-14	M.F.S	Aprobado	05-14		L.F.E			Nº CAD: RTC03009
EDIC.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA							



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
ACERO INOX.

Nº DE PIEZAS: 1

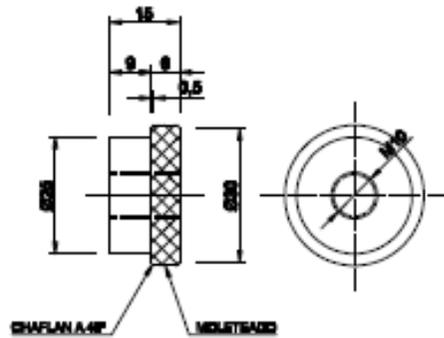
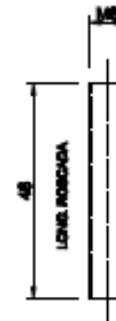
				Fecha	Firma
			Proyectado	05-14	M.F.S
			Dibujado	05-14	C.S.F
0.0	EMISION INICIAL	05-14	M.F.S	Aprobado	05-14
EDIC.	MODIFICACION	FECHA	FIRMA		



ISASTUR SERVICIOS
ROLLO PARA TENDIDO DE CABLE POR SEMEJAJE
PIEZA 9

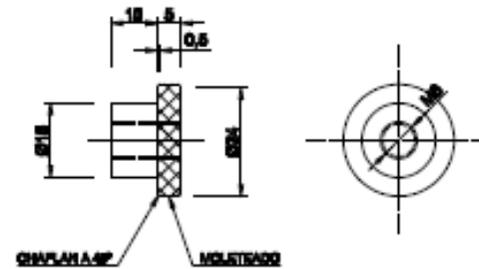
Nº PLANO: RTC D3 010
HORA: 10 SERIE: 11
Nº CAD: RTE03010

INGENIERIA
GRUPO ISASTUR
ESCALA 1:1
A3



PIEZA 11

Nº DE PIEZAS 2



PIEZA 10

Nº DE PIEZAS 2

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.
ACERO

				Fecha	Firma
			Proyectado	05/14	N.F.S
			Dibujado	05/14	C.O.F
0.0	EMISIÓN INICIAL	05-14	N.F.S	Aprobado	05/14
EMC.	MODIFICACION	REQ-H	FIRMA		IFE

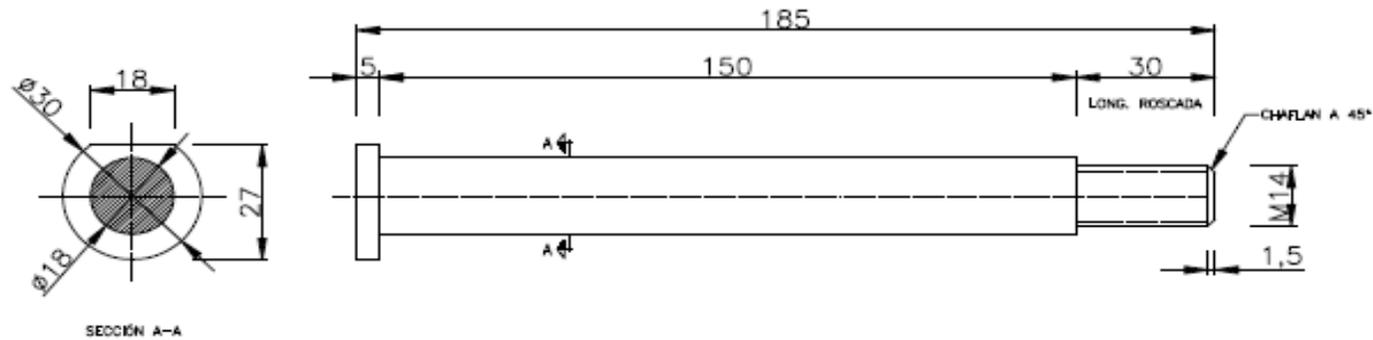
ISASTUR SERVICIOS
RODILLO PARA TENDIDO DE CABLE POR BANDEJA
PIEZAS 10 Y 11

Nº PLANO: RTC D3 012
HOJA: 12 SUITE -
Nº CAD: RTC03012



ESCALA 1:1

A3



CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
ACERO
N° DE PIEZAS: 1

EDIC.	MODIFICACION	FECHA	PROYECTADO	FECHA	FIRMA
0.0	EMISION INICIAL	05-14	M.F.S	05/14	M.F.S
			Dibujado	05/14	C.S.F
			Aprobado	05/14	L.F.E



ISASTUR SERVICIOS
RODILLO PARA TENDIDO DE CABLES POR BANDEJA
PIEZA 12

N° PLANO: RTC D3 11
HORA: 11 SERIE: 12
N° CAD: REC0011

ESCALA 1:1	A3

ANEXO VI. Reportaje fotográfico de las pruebas realizadas en obra con el rodillo tiracables



1. Ubicación de la bobina de cable



2. Paso de la cuerda piloto desde la máquina de tiro hasta la bobina de cable



3. Ajuste de la camisa al tiro de cable



4. Cable unido a la cuerda piloto con un giratorio



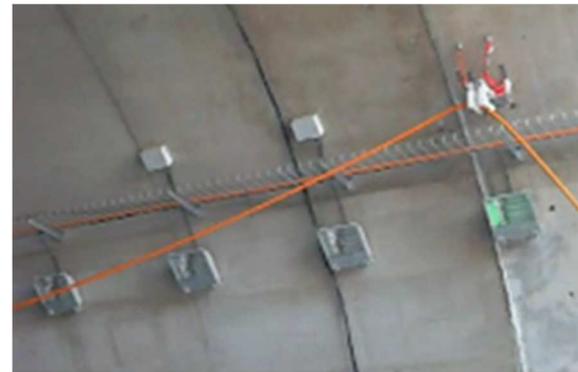
5. Tiro del cable mediante máquina de tiro



6. Operarios ayudando al cable al principio para superar el desnivel del suelo a la bandeja



7. Paso del cable por el prototipo



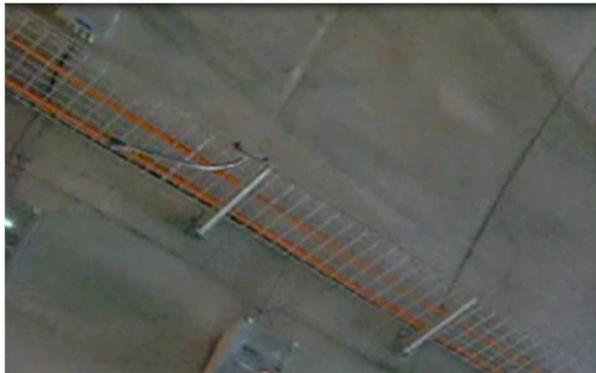
8. Se puede apreciar la existencia de demasiado vano por haberse usado en la prueba pocos rodillos. Cuantos más y más cercanos, sería mejor



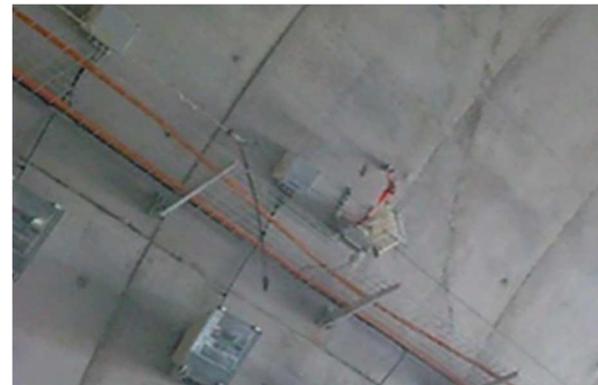
9. Paso del tercer cable



10. Operario manejando la máquina de tiro, la cual está afianzada a un bastidor sujeto al suelo para evitar un posible vuelco de la misma. (La bobina de cable estaría situada en el lado contrario a la máquina de tiro)



11. Vuelta de la cuerda piloto. Para ello se utiliza otra cuerda manualmente, amarrada previamente al cable anterior para hacer a su vez de guía



12. En la imagen se puede apreciar que lleva también atado el giratorio y la camisa de tiro sin que haga falta soltarlo de la cuerda piloto cada vez que se tira un cable

ANEXO VII. Trípticos informativos

Trípticos informativos del Grupo Isastur elaborados en base a la investigación realizada:

EJERCICIO 9

ESTIRAMIENTO DE TRONCO

Tiempo: 8" - 10"
Repeticiones: 2

Agarramos, a la altura de los riñones, la muñeca izquierda con la mano derecha, al mismo tiempo inspiramos y expandimos el pecho y elevamos la barbilla. Mantenemos la respiración y expulsamos el aire. Acompañamos la expulsión con elevación y descenso lento del agarre posterior. Volvemos a la posición inicial. Igual, pero agarrando la otra mano.

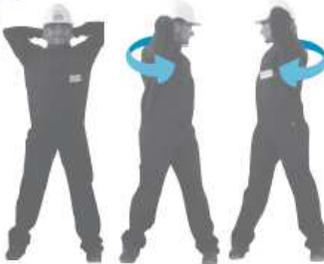


EJERCICIO 10

ROTACIÓN LATERAL DE LA COLUMNA

Tiempo: 12" - 15"
Repeticiones: 2

Con manos entrelazadas a la altura de la nuca, girar de manera controlada hasta límite articular. Mantener esa postura 1' y repetir en el lado contrario.



EJERCICIO 11

ESTIRAMIENTO LATERAL DE CUELLO

Tiempo: 10"
Repeticiones: 2

Llevar nuestra oreja hacia el hombro del mismo lado. Mantener 10" y realizar en el lado contrario.





No somos máquinas.

NORMAS:

- Calentar y Estirar evita lesiones
- Los ejercicios deben hacerse en el orden propuesto
- Los ejercicios deben realizarse suavemente al principio y con el paso del tiempo aumentar poco a poco la amplitud, intensidad y tiempo de ejecución
- Hay que ir lentamente hasta las posiciones indicadas, pero sin forzar y sin llegar a sentir dolor

"En el trabajo como en el deporte hay que calentar y estirar"



CÓDIGO DE COLORES

- Para el CALENTAMIENTO
- Para el final del trabajo (ESTIRAMIENTO)

CAMPAÑA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD LABORAL

Agradecimiento a
Antonio Iglesias Morón
Javier Mateo Yáñez Santiago
(Profesores de Educación Física)



www.grupoisastur.com



EJERCICIOS PREVIOS Y POSTERIORES A LOS TRABAJOS FÍSICOS

CAMPAÑA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD LABORAL



INSTITUTO ASTURIANO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES





www.grupoisastur.com

EJERCICIO 1 CIRCUNDUCCIÓN DE HOMBROS

Tiempo: 10" - 12"
Repeticiones: 1

Movemos ambos hombros en círculos, primero hacia delante y luego hacia atrás y después alternativos.



EJERCICIO 2 CALENTAMIENTO DE MUÑECAS Y DEDOS

Tiempo: 8" - 12"
Repeticiones: 5

Entrelazamos los dedos de las manos, con las palmas pegadas, y movemos en círculos ambas muñecas, primero hacia un lado y después hacia el otro.



EJERCICIO 3 ROTACIÓN DE CADERAS O CIRCUNDUCCIÓN

Tiempo: 8" - 16"
Repeticiones: 5

Con piernas abiertas a la altura de los hombros y manos en los riñones, llevamos suavemente la cadera a izquierda y derecha, varias veces. Luego repetimos pero con movimiento hacia delante y detrás.



EJERCICIO 4 ROTACIÓN DE TOBILLOS

Tiempo: 6" - 12"
Repeticiones: 2

Realizar círculos suaves con el tobillo en la dirección de las agujas del reloj, apoyando la puntera en el suelo como eje de giro. Cambiar de pie.



EJERCICIO 5 ESTIRAMIENTO DE TREN SUPERIOR Y ESPALDA

Tiempo: 8" - 12"
Repeticiones: 3

Llevamos el brazo izquierdo por delante del pecho hacia la escápula u omoplato contrario, y con el brazo derecho presionamos el codo izquierdo con suavidad. Giramos levemente la espalda acompañando el movimiento para estirar también la misma. Repetir al contrario.



EJERCICIO 6 FLEXIÓN DE RODILLAS

Tiempo: 12"
Repeticiones: 10

Con manos en ambas rodillas, bajar lentamente hasta alcanzar un ángulo aproximado de 90°. Subir también muy despacio para evitar posibles mareos.



EJERCICIO 7 ESTIRAMIENTO DE CUÁDRICEPS

Tiempo: 8" - 12"
Repeticiones: 2

De pie, cogemos nuestro tobillo derecho por detrás del cuerpo con la mano del mismo lado y lo subimos hasta el glúteo. Mantenemos la postura unos 10", con el mayor equilibrio posible (para ello podemos apoyarnos en cualquier objeto cercano o compañero) y repetimos con el lado contrario.



EJERCICIO 8 ESTIRAMIENTO DE ABDUCTORES Y ADUCTORES

Tiempo: 6" - 10"
Repeticiones: 2

Con piernas abiertas más allá de los hombros y manos apoyadas en muslos, desplazar el peso del cuerpo hacia una rodilla manteniendo los dos pies en el suelo. Mantener la postura 8" y repetir con el lado contrario.



Evitar posturas en tensión:



En la fase de enhebrar la camisa de acero trenzado (malla) al cable conductor, se recomienda hacerlo **entre dos trabajadores**, uno frente a otro, manteniendo una posición erguida con los pies ligeramente separados y adelantando cada trabajador una pierna en el sentido del empuje: un trabajador empuja el cable conductor en un sentido, y el otro empuja la camisa de acero en sentido contrario, hasta conseguir enfundar el cable por completo.

**EVITA SOBRESFUERZOS,
TU SALUD NO ES UN JUEGO**



RECOMENDACIONES GENERALES

Utilizar Medios Auxiliares y de Protección siempre que sea posible



Se recomienda realizar calentamientos previos a la realización de la tarea y ejercicios de estiramientos al finalizarla



Se recomiendan descansos programados y sobre todo en la época/horas de más calor, el consumo de abundante agua para evitar la deshidratación



En las tareas auxiliares de anudado, enganche de eslingas, cable guía, etc. evitar doblar la columna:

Flexionar las rodillas, poniendo una en el suelo y dejando la otra en ángulo recto (posición caballero)



MODELOP95-709ADD-05-08

No somos máquinas.

**TENDIDO DE
CABLE ELÉCTRICO.**

RECOMENDACIONES
POSTURALES

RECAMBIA TU ACTITUD.

CAMPAÑA DE
PREVENCIÓN
DE RIESGOS Y
SALUD LABORAL

Tú vales mucho, Y eres únic@: no tienes recambio. Tus ojos, tus manos, todo tu cuerpo –y tu mente– son las "herramientas de trabajo" más sofisticadas y capaces jamás diseñadas. Pero también las más sensibles y vulnerables... No tienen precio, ni recambio. Nunca las pongas en peligro.



www.isastur.com

ANEXO VIII. Instrucciones técnicas relacionadas con el tendido de cable

Instrucciones técnicas del Grupo Isastur actualizadas en base a la investigación realizada:

P22: Tendido, Tensado y Regulado de conductor de Aluminio - Acero y cable de FO sobre apoyos.

Propósito

Establecer la secuencia de operaciones para la instalación de un conductor de aluminio - acero y un cable de fibra óptica sobre apoyos.

Documentos relacionados

Programas de Puntos de Inspección (PPI) y Protocolos de Inspección (PDI)

Datos de Control de Mantenimiento

Condiciones de trabajo

Trabajos sin tensión.

Trabajos en altura.

Trabajo en la vía pública.

Posible interferencia con servicios existentes.

Uso de herramientas manuales.

Equipos, herramientas y materiales

Equipo de la brigada

Equipo de señalización y delimitación de la zona de trabajo.

Equipo de señalización vial.

Polea de servicio.

Cuerda de servicio.

Línea de vida, cuerda semiestática de 10,5 mm de diámetro y 2.700 kg de carga de rotura.

Pértigas de línea de vida.

Escaleras de amarre y de suspensión.

Riostras.

Cubos de hormigón con plataformas de anclaje.

Postes y cubos de hormigón perforados para protecciones.

Equipos de puesta a tierra.

Verificador de ausencia de tensión con pértiga (en cruzamientos de líneas sin tensión).

Herramientas

Máquina de tiro.

Máquina de freno.

Emisoras.

Portabobinas.

Poleas.

Cable piloto antigiratorio.

Camisa de tiro.

Quitavueltas.

Cangrejo.

Polipastos.

Ranas.

Trácteles.

Estrobos.

Herramientas de mano.

Bolsas portaherramientas.

Materiales

Conductor de Al - Ac.

Cable FO.

Cadenas de aisladores de amarre y suspensión para conductor de Ac - Al.

Cadenas de aisladores de amarre y suspensión para cable de FO.

Preformados.

Descripción de los trabajos

Transporte

Las actividades a realizar en el transporte son las siguientes:

Traslado de materiales desde los almacenes donde estén depositados, hasta las campas y almacenes apropiados próximos a la obra, designados al efecto, estando incluidas asimismo las operaciones de carga y descarga.

Tanto para el transporte, como para la carga y descarga, se utilizarán vehículos y grúas adecuadas, teniéndose especial cuidado en la manipulación de las bobinas que se realizará mediante un balancín o yugo. A fin de evitar posibles deslizamientos, se colocarán los calces de madera necesarios, así como los amarres mediante pilotos de acero a la estructura del vehículo.

Acopio

La actividad de acopio incluye la carga de materiales en la campa o almacén designados al efecto, su transporte hasta pie de obra y la descarga de los mismos.

Al igual que para el apartado anterior, la manipulación de los materiales se realizará con los medios adecuados para que éstos no sufran ningún daño.

El tiempo transcurrido entre el acopio y su montaje, será el menor posible a fin de evitar robos. Los herrajes se acopiarán diariamente a medida que se vaya realizando su montaje.

Las bobinas se depositarán sobre terreno horizontal y con base firme, colocándose los calces de madera necesarios a fin de evitar cualquier deslizamiento.

Tendido

Comprende la realización de un plan de tendido y las actividades de despliegue de los conductores y cables de fibra óptica, a través de las poleas previamente colocadas al efecto en los apoyos.

El plan de tendido será facilitado a la D.O. para su aprobación previa al inicio de los trabajos y contemplará, en base a la disponibilidad y metraje de bobinas, un óptimo aprovechamiento de los empalmes, evitando la realización de los mismos en los puntos prohibidos por el RLAAT, permitiéndose únicamente el empalme en los apoyos de amarre. El criterio fijado será de tender bobinas completas conforme a las instrucciones de la D.O., y a las que diera lugar cada serie o cantón.

En aquellos casos que, por los condicionantes del tramo a tender, se requiera cortar la longitud de las bobinas, previamente deberá someterse a la aprobación de la D.O., que autorizará empalmes, uno por vano no de seguridad reforzada.

En el caso de conductores de pequeña sección los empalmes no se realizarán en el interior de los cantones. Siempre se adaptarán a los apoyos de amarre.

Montaje de cadenas

En los apoyos de suspensión el montaje de las cadenas de aisladores se realizará previamente al inicio de las operaciones de tendido, para permitir colgar sobre las mismas las poleas que servirán de base para el arrastre de los cables mediante el correspondiente piloto.

En los apoyos de amarre el montaje de las cadenas se realizará una vez terminado el tendido. Todos los herrajes y aisladores de las cadenas, deberán ser montados de acuerdo con los planos del proyecto. Los aisladores se limpiarán cuidadosamente y se comprobará que todos los pasadores se encuentran correctamente colocados. En las cadenas para el conductor único, todas las tuercas de los herrajes irán colocadas en una misma posición.

El izado de las cadenas, se realizará en vertical, mediante yugos de madera y con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier flexión de sus elementos que pueda dañarlas.

Cruzamientos

Se solicitará con antelación suficiente a la D.O. las autorizaciones necesarias para realizar todos los cruzamientos con vías públicas, líneas eléctricas, telecomunicación, etc., con objeto de que el tendido no sufra interrupciones.

Antes del tendido se instalarán pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Del mismo modo se procederá en el caso de cruzamientos de líneas de baja tensión o de telecomunicaciones.

Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas.

En caso de cruce con otras líneas de alta tensión SIN TENSION, también se instalarán protecciones de tal forma que no se dañen los conductores durante la maniobra de tendido. Una vez obtenido el descargo de la línea, previa gestión con la compañía propietaria, se reconocerá la ausencia de tensión mediante una pértiga y un verificador de ausencia de tensión. Posteriormente se pondrá a tierra la instalación y se señalará la zona.

En los cruzamientos con vías públicas, se utilizarán debidamente situadas, las señales de tráfico reglamentarias.

Protecciones de madera

Se utilizarán preferentemente en los cruzamientos con caminos, carreteras comarcales, carreteras locales, líneas de baja tensión y telecomunicación, zonas de frutales, etc. Constarán de porterías compuestas por pies derechos y travesaños horizontales, todos ellos serán redondos de madera en buen estado o de cualquier otro material de similar dureza. La unión del pie derecho con su travesaño, se realizará por medio de un cable fiador forrado. Los pies derechos irán empotrados en el terreno a una profundidad mínima de 1,30 m para el pie de 8 m de longitud, aumentando 0,10 m por cada metro de exceso. En casos especiales que se requiera gran altura y resulte necesario el acoplamiento.

Despliegue de conductor, cable tierra y cable F.O.

El despliegue de cables se efectuará con tensión mecánica controlada, utilizando un equipo de tendido adecuado compuesto por cabrestante, freno, poleas, pilotos, etc. Esta técnica no será obligatoria a los tendidos de línea y comunicaciones de pequeña longitud, si la D.O. lo considera oportuno.

Las bobinas de cable, deberán situarse en alineación con la máquina de freno y traza de la línea. El ángulo de salida del cable de las máquinas de freno y de tiro con la horizontal, no deberá superar los 30°, para lo cual tanto el freno como el cabrestante se colocarán a una distancia mínima del apoyo por cuya polea pasa el cable, de al menos 2 veces la diferencia que resulte entre la cota del terreno donde esté ubicada la máquina y la cota de la polea por la que pase el cable en el apoyo.

Las bobinas deberán rodarse lo mínimo posible y siempre en el sentido indicado por el fabricante.

Para la elevación de las bobinas durante el despliegue del cable, se utilizarán gatos hidráulicos adecuados con dispositivo de nivelación y frenada, a fin de poder regular la salida del cable de la bobina acorde con la máquina de freno. En el caso más general, se tenderá un cable piloto de acero antigiratorio, apropiado para la tensión mecánica empleada, que servirá como elemento de arrastre del conductor en su fase de tendido. La tensión mecánica aplicada será la mínima para que, venciendo la resistencia del freno, los cables puedan salvar todos los obstáculos, manteniéndola constante durante todo el tendido.

Como norma general, en las operaciones de despliegue, la tracción a emplear en la máquina de tiro, no deberá superar el 70% de la necesaria para flechar los conductores de fase, y 500 kg para los cables de tierra ópticos (OPGW).

Si se emplean cuerdas piloto para ejercer la tracción sobre los cables, estas serán flexibles y anti giratorias, montándose además sobre ellas, bulones de rotación o quita vueltas para compensar los efectos de la torsión.

El enlace entre las bobinas y entre piloto y bobina, se realizará mediante camisas anti giratorias adecuadas de acero trenzado uniéndose entre sí por un giratorio, y con el cableado de las bobinas a unir en el mismo sentido. La longitud de cable a tender,

dependerá del tipo de cable, orografía del terreno, situación de los apoyos, etc., procurando el no sobrepasar los 4 km de longitud Asimismo se adoptarán las medidas necesarias que eviten pasar por ángulos superiores a 15°.

Durante la operación del despliegue de cables, se observará constantemente el cable a medida que vaya saliendo del tambor de freno, a fin de poder detectar cualquier deterioro del mismo.

El conductor circulará sobre poleas con abertura de cuello adecuado al diámetro del conductor (diámetro interior mínimo de al menos veinte diámetros del conductor) y protegidas por banda de neopreno. El dinamómetro de la máquina freno se regulará de forma que el conductor no toque ningún obstáculo y desembragará a tensión ligeramente superior al peso del conductor en el vano mayor.

Realizado el despliegue del cable, se procederá a su tensado en un plazo máximo de 48 horas. Las duelas de protección del cable en las bobinas, deberán recogerse y empaquetarse para su devolución al almacén con el resto de material.

Se dispondrá de un sistema de comunicación a base de emisoras de manera que al mínimo problema que surja durante el despliegue del cable, pueda detenerse de forma inmediata la maniobra. Se pondrá especial atención al paso del cable por polea y por las protecciones, ralentizando la velocidad de tendido. Se vigilará constantemente la tensión del cable, prestando especial atención a los incrementos de tensión en tendidos cuesta abajo y a las variaciones de peso en una cumbre.

En el despliegue de cables de tierra ópticos (OPGW), el sentido de cableado del piloto deberá ser el mismo que el del cable a tender, debiéndose colocar entre el piloto y el cable un dispositivo anti torsión (cangrejo).

Para los cables dieléctricos de Fibra Óptica (ADSS), además de las consideraciones indicadas, se tendrán en cuenta las especificaciones fijadas por el fabricante. Para el tendido manual, el despliegue de conductores se hará sin que este roce con el suelo, paredes u otros obstáculos que puedan hallarse a lo largo de la línea.

Atirantado de los apoyos

Previo al amarre de los conductores y cables de tierra en los apoyos de principio y fin del tramo a tender, se atirantarán dichos apoyos, mediante cables de acero (vientos) de

similar diámetro al utilizado como piloto, a fin de contrarrestar la tensión mecánica producida por los cables.

El atirantado de apoyos, se realizará con la misma alineación de la serie o cantón a tender. La longitud de los vientos será como mínimo de 2 veces la distancia entre el punto de amarre en el apoyo y la cota del terreno.

Los vientos del atirantado podrán amarrarse a bloques de hormigón (muertos) sobre plataformas antideslizantes. Dichos bloques serán habitualmente de 1 m³ y el número de bloques a colocar estará en función de la tensión a contrarrestar y del terreno en que se ubiquen. Como norma general será preciso colocar como mínimo 1 bloque por cada 1.000 kg de tensión.

El tensado de los vientos se realizará por medio de trácteles al objeto de poder regular su tense, de forma que contraste la tensión, del cable que se está tensando o regulando, sobre el apoyo. A la llegada del piloto o viento a su punto de amarre (muertos), se colocará una roldana a fin de evitar esfuerzos elevados a los trácteles.

En los apoyos próximos al cabrestante y máquina de freno, y en aquellos que tengan un vano de peso elevado, o en los que se indique expresamente, se atirantarán las crucetas para contrarrestar los esfuerzos o sobrecargas verticales producidos durante la instalación de los cables.

No podrán utilizarse las estructuras o peanas de los apoyos, para el anclaje o retención de los cables, pilotos o vientos.

Ejecución de grapas de amarre y manguitos de empalme

Terminado el despliegue de cables de una serie o cantón, se procederá a realizar los amarres en uno de los apoyos extremos y los empalmes de la serie. En función de la sección del conductor los amarres pueden ser de grapas de compresión o de pernos. En el caso de grapas de compresión o manguitos de empalme, se procederá del siguiente modo:

- Se limpiará cuidadosamente el interior y exterior de las grapas y manguitos, por medio de cepillos, baquetas y disolventes apropiados. Se dispondrá de una lona sobre la que se colocarán las piezas y utillaje necesario para realizar la compresión.

- Se recomienda que el interior de las grapas y manguitos, así como todas aquellas superficies que vayan a establecer contacto eléctrico, se impregnen con grasa especial.
- En las grapas de amarre, el recubrimiento de la pala, no se retirará hasta que se realice el montaje del puente.
- Tanto en las grapas como en los empalmes, quedará centrado el manguito de acero respecto al de aluminio, según indicación del Fabricante.
- Para el corte de los hilos o venas de aluminio, se utilizará una terraja graduable con cuchilla cortadora, de manera que no dañe los hilos de acero. En el caso de los amarres de los cables de tierra ópticos (OPGW) y de los cables de fibra óptica autosoportados dieléctricos (ADSS), se realizarán con retenciones preformadas, debiendo cumplir:
 - Cuando en el montaje de retenciones preformadas se produzca algún error que requiera su desmontaje, se permitirá únicamente en 2 ocasiones la colocación de la misma retención preformada.
 - Los empalmes de cables de fibra óptica tanto OPGW como ADSS, irán instalados en los apoyos en una caja de empalme situada a una altura del suelo de unos 4 - 6 m, por lo que se realizarán unas bajadas del cable F.O. desde el amarre hasta la caja de empalme por el interior de un montante. Los empalmes de este tipo de cables, lo efectuará personal especializado y con los medios técnicos adecuados, debiendo cumplir las especificaciones y niveles de atenuación indicadas por el fabricante.

Tensado y regulado

Comprende la colocación de los cables en su flecha, sin sobrepasar la tensión de regulado.

Previamente a esta operación se habrá realizado el amarre en uno de los extremos y los empalmes si los hubiese.

Con anterioridad al inicio del tensado y regulado, se procederá al marcado de flechas sobre poleas.

Esta operación se realizará en los vanos de regulación y comprobación, indicando la temperatura a que corresponde.

- **Tensado**

La operación de tensado consiste en aproximar los cables a su flecha, se realizará mediante cabrestante auxiliado por un aparejo. El ángulo que forman las tangentes del piloto a su paso por la polea, no será inferior a 150°. Se regulará al retroceso para corregir la elongación.

A la vez que se procede a realizar el tensado de los cables se irá comprobando el atirantado de los apoyos de principio y fin de serie, procediéndose a tensar los vientos a medida que se realiza el tensado del cable a fin de equilibrar las tensiones en los apoyos.

Los cables permanecerán en su flecha aproximada antes de proceder a su regulado, un mínimo de 2 días y un máximo de 6 días.

- **Regulado**

La operación de regulación consiste en colocar los cables en su flecha. Se realizará mediante pull- lifts o tracteles adecuados.

Previamente al inicio del regulado y con objeto de proceder al marcado de la flecha teórica, se comprobará la temperatura de forma simultánea en todos los vanos de regulación y comprobación de la serie a regular con termómetro de contacto. En aquellos casos que la diferencia de temperatura entre dos vanos sea superior a 5°C, no podrá regularse la serie.

En los cables de tierra - ópticos (OPGW) su regulado se realizará mediante preformado de amarre y una vez terminado, sus extremos se sujetarán a lo largo del montante del apoyo de principio y fin, respetando en todo momento su radio de curvatura.

Cuando se realice el regulado mediante preformado de amarre, estos se considerarán como parte de la herramienta de tendido, no utilizándose un mismo preformado en más de 5 ocasiones.

Realizado el marcado de flechas y regulados los cables a su “flecha sobre poleas” en el vano de regulación, se procederá a medición de las flechas en los vanos de comprobación. Cualquier variación de temperatura en $\pm 5^{\circ}\text{C}$ respecto a la flecha marcada para el regulado, dará objeto a la corrección de marcas que corresponda.

Engrapado y colocación de herrajes complementarios

Comprende el engrapado de los cables mediante grapas de suspensión y la colocación de herrajes complementarios.

Marcado del cable sobre poleas

Una vez regulados los cables y en su flecha correspondiente, se procederá al marcado del cable en el punto de tangencia con la polea. Este marcado se realizará en las fases de todos los apoyos de suspensión de la serie de manera inmediata al regulado para evitar cualquier diferencia de temperatura.

La salida de los operarios desde la cruceta a los conductores para la realización de las operaciones mencionadas, se realizará mediante escaleras apropiadas, para evitar que el operario se apoye en la cadena o en el conductor.

Compensación de cadenas

En el caso de grandes cadenas, en apoyos con diferencias acusadas de nivel entre los apoyos anterior y posterior, o en aquellos donde confluyen 2 vanos de diferente longitud, será necesario compensar las cadenas para que estas permanezcan aplomadas tras la fase de engrapado.

Después de Realizado el regulado y marcado de cables sobre poleas, se procederá en un plazo máximo de 2 días, al nuevo marcado del cable teniendo en cuenta los datos sobre compensación de cadenas proporcionados por la D.O.

La nueva marca realizada para la compensación de cadenas, coincidirá con el eje transversal de la grapa a colocar.

Engrapado

Las grapas de suspensión y sus varillas de protección se colocarán sobre la marca efectuada en la compensación de cadenas.

El engrapado de los cables se iniciará en el apoyo siguiente al que se encuentra realizado el amarre, engrapándose todos los apoyos excepto el anterior al amarre de fin de serie pendiente de realizar, el cual se engrapará con posterioridad a la ejecución de dicho amarre.

La suspensión de los conductores para la colocación de las grapas y preformados, se realizará auxiliados por un balancín con sus barquillas forradas de neopreno o similar.

Colocación de herrajes complementarios

Una vez engrapada la serie y comprobadas sus “flechas después de engrapado”, se procederá a la colocación de todos sus herrajes complementarios, como pueden ser: contrapesos, antivibradores, separadores, etc.

Tanto los antivibradores, como los balizadores cuando sean de tornillo, se apretarán mediante llave dinamométrica con el par de apriete indicado por el Fabricante, debiendo quedar colocados dentro de los 4 días siguientes al engrapado.

Operaciones complementarias

Se instalarán las placas de numeración y peligro.

Se cerrarán los puentes a lo largo de la traza de la línea, excepto el de entrada y salida en Subestaciones los cuales quedarán abiertos y recogidos en el apoyo.

Se recogerán y limpiarán los embalajes, flejes, puntas de cable, etc.

Se Restituirán el terreno, cerramientos, etc., a su estado de origen.

Consideraciones de seguridad y salud

Riesgos generales

- **Riesgos 10/20**
Caídas a distinto nivel y al mismo nivel por resbalones, etc.
- **Riesgo 40**
Caídas de objetos durante su elevación o utilización.
- **Riesgos 110**
Atrapamientos por elementos mecánicos en movimiento.
- **Riesgo 120**
Vuelco de maquinaria.
- **Riesgo 90**
Golpes y choques debidos a movimientos incontrolados del conductor y por rotura del tráctel, pull- lift, cabrestante, etc
- **Riesgo 30/50**
Vuelco de postes o torres. Rotura o desprendimiento de armados. Daños a terceros derivados del tendido de conductores sobre elementos naturales o de infraestructura viaria.

Medidas preventivas

Las medidas preventivas se consultarán en el Manual de Seguridad e Instrucciones de Trabajo y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

Equipos de Protección Individual

Casco de seguridad con barbuquejo.

Guantes de protección mecánica.

Ropa de trabajo.

Calzado de seguridad.

Arnés de seguridad, extensible a tronco y piernas.

Dispositivo anticaídas deslizante sobre cuerda.

Cinturón de sujeción.

Elemento de amarre de sujeción o alargadera.

Elemento absorbedor de energía.

P24: Tendido cable por zanjas realizadas en el terreno

Introducción

Propósito

Establecer la secuencia de operaciones para el tendido de cable en zanjas realizadas en el terreno teniendo en cuenta principalmente los riesgos derivados del Manejo Manual de Cargas en aplicación de lo dispuesto en el Real Decreto 487/97.

Alcance

El presente Procedimiento es de obligado cumplimiento para todo el personal de la empresa que realice trabajos de tendido de cable por zanjas realizadas en el terreno.

Documentos relacionados

HS117 Charlas de Seguridad Pretarea. Ver Listado de Instrucciones Técnicas.

Definiciones

Manipulación manual de cargas (Tendido de cable)

La operación de tendido de cable es una manipulación manual de cargas, ya que se entiende como tal cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

Por lo tanto, dichas tareas sólo serán desarrolladas por los trabajadores que tengan la indicación de Apto sin restricciones en cuanto a realizar sobreesfuerzos del Servicio de Vigilancia de la Salud.

Equipos, herramientas y materiales

Máquinas y Herramientas

Vehículo autopropulsado (Dumper, tractor, camión, etc.). Carro Portabobinas. Gatos de 5 t., 10 t.

Gatos con frenos (7 t). Cizalla corta cables. Herramientas de mano.

Materiales auxiliares

Lubricante para el tendido: Tipo vaselina consistente blanca. Es importante vigilar las características del lubricante utilizado, ya que algunos pueden dañar los cables.

Equipos de apoyo

Emisoras.

Proyectores para iluminar o similar.

Descripción de los trabajos

Análisis preliminar

Previo al comienzo del tendido deberá realizarse un análisis del recorrido de los cables con los siguientes objetivos: La posible reagrupación de los tendidos La posible utilización de medios mecánicos autopropulsados, para lo cual deberá tenerse en cuenta la orografía del terreno, la carga de trabajo en kilos (la carga se calculará por el peso del cable y la longitud) y el diámetro del cable.

Ante cualquier duda se consultará al Jefe de Obra. Estos datos también serán tenidos en cuenta para determinar la cantidad de trabajadores necesaria para la ejecución de la tarea de tendido de cable.

En general los fabricantes establecen que los esfuerzos máximos de tendido con cabestrantes mecánicos y con todos los métodos y precauciones a tener en cuenta son estos:

- Conductor de Aluminio: 3 Kg por cada mm² de conductor.
- Conductor de Cobre: 5 Kg por cada mm² de conductor.
- Dotar al personal de los medios de trabajo más adecuados para minimizar los sobreesfuerzos musculares.
- Optimizar la distribución de las bobinas ya que ello facilitará el trabajo.
- Establecer el horario de trabajo en función de la iluminación natural del tajo.

Tendido

Las zanjas realizadas en el terreno estarán señalizadas y delimitadas de acuerdo a las directrices señaladas por el coordinador de seguridad de la obra. Si se instala balizamiento, debe vigilarse, revisarse y mantenerse en condiciones adecuadas.

Dadas las dimensiones de las zanjas, en algunas ocasiones se opta por que su balizamiento consista en un “caballón” realizado con el material procedente de la propia excavación. En dichas ocasiones han de extremarse las precauciones para evitar caídas a distinto nivel. Para el tendido del cable se tendrá en cuenta el radio de curvatura mínimo especificado por el fabricante.



Para levantar y trasladar las bobinas se utilizará el carro porta bobinas y el vehículo autopropulsado más adecuado a las características de cada terreno. No colocarse cerca del radio de acción de las bobinas para evitar posibles golpes y/o atrapamientos.

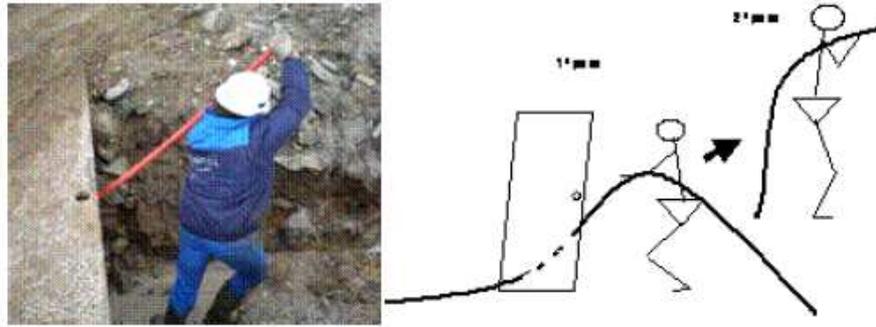


Las características de esta clase de tendidos (longitudes, peso del cable, orografía adversa) obliga a utilizar un elevado número de personas, a pesar de la utilización de vehículos autopropulsados, por lo que se tendrá establecido un adecuado sistema de comunicación para poder coordinar las órdenes (puede ser necesario incluso el uso de emisoras). Una comunicación inadecuada puede ocasionar situaciones de riesgo con posibilidad de desencadenar un accidente.



Cuando el trabajo requiera sobreesfuerzos, posiciones incómodas y/o exposición a las inclemencias, se tendrá presente para dar los tiempos de descanso adecuados para evitar sobreesfuerzos musculoesqueléticos.

Paso de cable bajo zanja cubierta



NO

Para este tipo de operaciones es necesario en primer lugar tirar la mayor cantidad de cable posible bajo la placa y, una vez que se tenga un tramo de cable adecuado, se comenzará la tracción con el cable sobre el hombro.

Ha de mantenerse en todo momento la espalda alineada, inclinando ligeramente hacia delante el eje central del cuerpo para ayudarse en la maniobra de tiro con el cable al hombro.

Colocación de tapas en zanjas y arquetas



Evitar sostener y elevar el peso de la tapa de la arqueta al colocarla. En su lugar se recomienda elevar por un extremo la tapa y, sin levantarla en peso, apoyarla sobre el bordillo de la arqueta y sobre su propio eje. Después, con ayuda de un compañero, dejarla caer de forma controlada y ajustar la tapa cuando ya esté apoyada sobre la arqueta.

Consideraciones de seguridad y salud

Riesgos específicos

- **Riesgo 10**

Caídas a distinto nivel

- **Riesgo 20**

Caídas de personas al mismo nivel

- **Riesgo 30**

Caída de objetos por desplome o derrumbamiento

- **Riesgo 40**

Caídas de objetos en manipulación

- **Riesgo 90**

Golpes y choques debidos a movimientos incontrolados del conductor de vehículo autopropulsado, etc.

- **Riesgo 110**

Atrapamientos por o entre objetos

- **Riesgo 120**

Atrapamiento por vuelco de maquinaria

- **Riesgo 130**

Sobreesfuerzos

- **Riesgo 420**

Fatiga física

Medidas preventivas

Las medidas preventivas complementarias se consultarán en el Manual de Seguridad e Instrucciones de Trabajo y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud. Así mismo recordar la necesidad y obligatoriedad de impartir previamente al comienzo de los trabajos una charla pretarea (HS117) en la cual se recordarán principalmente los riesgos, factores de riesgo, medidas preventivas colectivas e individuales (EPI's) y las actuaciones en caso de situaciones de emergencia.

Equipos de Protección Individual Básicos

Básicos:

Casco de seguridad.

Gafas de seguridad.

Calzado de seguridad.

Ropa de trabajo.

Guantes de protección mecánica

Adicionales:

Protectores auditivos.

ANEXO IX. Publicaciones derivadas

- Ponencia en la jornada “Retos en la concienciación del riesgo” organizada por FADE. Oviedo. Octubre 2015
- Participación en el 6º Congreso Internacional de Ergonomía. Avilés. Octubre 2015.
- Participación en el 10º Congreso Nacional de Ergonomía y Psicosociología. Avilés. Octubre 2015.
- Presentación del artículo: “Pulling cable tasks: Bibliographic review from an ergonomic point of view”. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries. 2017. (En revisión).

1- PRESENTACIÓN DE LA PONENCIA EN LA JORNADA “RETOS EN LA CONCIENCIACIÓN DEL RIESGO” ORGANIZADA POR FADE. OVIEDO. OCTUBRE 2015.



RETOS EN LA CONCIENCIACIÓN DEL RIESGO

ALGUNAS CLAVES PARA INTEGRAR LA PREVENCIÓN EN LA EMPRESA



En Bohmte (Alemania):
Localidad sin semáforos, ni señales de tráfico y con calzadas y aceras al mismo nivel



¿Sería posible en nuestras ciudades?



T+34 985 980 04 F+34 985 260 2750
www.grupoisastur.com

Polígono de Elveta, Calle Pefarías 83
33192 Llerena, Asturias, España



T+34 985 980 04 F+34 985 260 2750
www.grupoisastur.com

Diapositiva 1

Diapositiva 2



ALGUNAS CLAVES PARA INTEGRAR LA PREVENCIÓN EN LA EMPRESA

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Organización de la PRL



Servicio de Prevención Mancomunado



Tec. de Prevención



T+34 985 980 04 F+34 985 260 2750
www.grupoisastur.com

Polígono de Elveta, Calle Pefarías 83
33192 Llerena, Asturias, España



www.grupoisastur.com

Diapositiva 3

Diapositiva 4

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Política

*La Prevención de Riesgos Laborales es una actividad más de la gestión empresarial y es considerada como **responsabilidad** y **tarea común de todas las personas** de nuestra Organización y de nuestros Colaboradores.*

Trabajo en equipo

Integración

Compromiso

Orientación al cliente

Profesionalidad



www.grupoisastur.com

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Planificación

Datos del plan

Título: Planificación de la Prevención de Riesgos Laborales ISASTUR 2015	ID: 2120
Descripción: Se trata de mejorar las condiciones de seguridad y salud de todos los colaboradores mediante la realización de los planes, actividades y acciones planificadas y de acuerdo con lo que se estipula en el plan de prevención.	Fecha de inicio: 01/01/2015
Presupuesto: 210.000 €. (De lo que incluye recursos, actuaciones o gastos de prevención de los que se detallan en el presupuesto específico que se cargará al sub. de ab.).	Grupo SISE: Prevención Riesgos Laborales
Objetivo: Objetivo Índice de Prevención y de Seguridad 2015 de ISASTUR (Ver Proceso) / Objetivo Índice de Prevención y de Seguridad 2015 del Grupo Isastur (Ver Proceso)	Responsable: * Comités de Prevención de Riesgos Laborales
Proyecto de: CAI/6	Comité de: * Comités de Prevención de Riesgos Laborales
Fecha de inicio: 01/01/2015	Tipología: Normal
Por parte de: * Planificación de la Prevención de Riesgos Laborales del Grupo Isastur	Uso: Preventiva y gestión
Forma de: * Realización de la evaluación general de riesgos	Operativo: Operativo
* Evaluaciones Específicas, L. Policonductores	Operativo: Operativo
* Inspecciones, Inspecciones	Operativo: Operativo
* Inspecciones de seguridad de procesos	Operativo: Operativo
* Inspecciones de seguridad de instalaciones	Operativo: Operativo
* Inspecciones de seguridad de obras	Operativo: Operativo
* Inspecciones de seguridad de actividades	Operativo: Operativo
* Inspecciones de los sistemas de ventilación y climatización	Operativo: Operativo
* Mantenimiento de la Salud (MSA)	Operativo: Operativo
* Formación e Información en Prevención de Riesgos Laborales	Operativo: Operativo

Control y Seguimiento



www.grupoisastur.com

Diapositiva 5

Diapositiva 6

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES **Formación e Información**

Informe Mensual de Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente (PYMA)

Contenidos:

- Tema del mes
- Índices de accidentalidad
- Formación en PRL
- Actividades del departamento de PRL
- Resultados de inspecciones
- Etc.
- SUGERENCIAS



ISASTUR www.grupoisastur.com

Diapositiva 13

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES **Formación e Información**



ISASTUR www.grupoisastur.com

Diapositiva 14

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES **I+D+i**

- **Formar y evaluar** los conocimientos y la capacidad de los trabajadores que deban realizar labores de mantenimiento u operaciones en subestaciones eléctricas, comprobando que saben realizar las mismas de manera segura [RD614/2001].
- El riesgo eléctrico resulta invisible y es de los que presenta consecuencias más graves.
- Dificultad en la cualificación de trabajadores, principalmente los no iniciados.
- Imposibilidad de efectuar ejercicios prácticos de entrenamiento, por la peligrosidad.

SAT Virtual



ISASTUR www.grupoisastur.com

Diapositiva 15

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES **Supervisión**

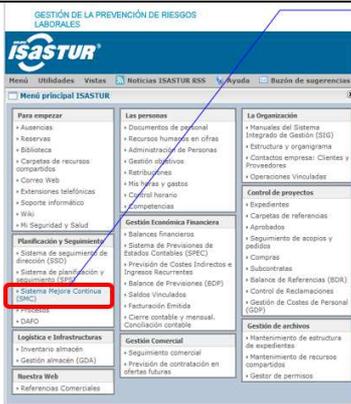
- Auditorías / Auditorías Cruzadas (Jefes de Proyecto)
- Inspecciones de Seguridad y Salud
- Obras (Dirección Jefes Proyecto/Tec. Prev.)
- Almacenes / Oficinas / Equipos de trabajo



ISASTUR www.grupoisastur.com

Diapositiva 16

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES **Sistema de Mejora Continua**



- Grupos de mejora: Montajes, SIG, Mandos, Mantenimientos, SSGG, Dirección, etc.

- Reuniones periódicas

- Temas a tratar (pos de entrada):

- Sugerencias
- Deficiencias
- No Conformidades
- Accidentes
- Incidentes

ISASTUR www.grupoisastur.com

Diapositiva 17

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES **Sensibilización**



ISASTUR www.grupoisastur.com

Diapositiva 18

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Sensibilización

ISASTUR® www.grupoisastur.com

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Colaboraciones

ISASTUR® www.grupoisastur.com

Diapositiva 19

Diapositiva 20

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

¿Recuerdan el video de la charla pre-tarea?

NO ESTAMOS EN UNA PELÍCULA

ISASTUR® www.grupoisastur.com

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

No somos máquinas.

RECAMBIA TU ACTITUD

Tú vales mucho... Y no tienes recambio. Eres la "herramienta de trabajo" más sofisticada y capaz. Pero también la más sensible y vulnerable. No la pongas en peligro.

CAMPAÑA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

ISASTUR® www.grupoisastur.com

Gracias por su atención

Diapositiva 21

Diapositiva 22

2- PÓSTER PRESENTADO EN EL 6º CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA. AVILÉS. OCTUBRE 2015.



PROYECTO

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO: ERGONOMÍA, BIOMECÁNICA POSTURAL Y EQUIPAMIENTO

ORGANIZATION OF CABLE LAYING TASKS: ERGONOMICS, BIOMECHANICS AND EQUIPMENT



Autor: Carlos Alberto Varela García

Colaboradores:



RESUMEN



La **sinistralidad laboral** relacionada con los **sobreesfuerzos** en el sector del montaje y el mantenimiento industrial es de un 22%, situándose en un 32,4 % en el total de sectores en España.

Existen muchos estudios generales de levantamiento y movimiento de cargas, incluso alguno específico. Sin embargo, tras consultar las principales fuentes de información relacionadas con la materia, **se destaca un vacío de conocimientos en relación a la tarea específica del tendido de cable eléctrico.**

OBJETIVOS

Analizar los sistemas de organización del trabajo asociados a las operaciones de tendido de cableado, aplicando conocimientos y tecnologías propias de la ergonomía y biomecánica postural, lo que presenta un punto de vista no recogido hasta ahora en el sector eléctrico.



ETAPAS

- Recopilación y análisis de datos
- Formulación y validación de instrucciones ergonómicas de trabajo
- Equipos de trabajo, equipos auxiliares y EPIS
- Estudio de barreras y alternativas
- Difusión de resultados

RESULTADOS ESPERADOS

Poder establecer un sistema de organización de este tipo de trabajos de una forma más segura y saludable para los trabajadores, y a su vez más productiva, obteniendo para ello nuevos **prácticos, equipos y equipos auxiliares que superen a los actualmente utilizados.**

y poder generar un nuevo conocimiento en materia de prevención de riesgos laborales en el sector eléctrico

3- ARTÍCULO: “PULLING CABLE TASKS: BIBLIOGRAPHIC REVIEW FROM AN ERGONOMIC POINT OF VIEW”. HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS IN MANUFACTURING & SERVICES INDUSTRIES. 2017.

PULLING CABLE TASKS:

BIBLIOGRAPHIC REVIEW FROM AN ERGONOMIC POINT OF VIEW

Carlos Alberto Varela García

Occupational Risks Prevention Department, ISASTUR ESPAÑA, Gijón, Spain

Avenida Mar Cantábrico, 17. Gijón, Phone number: +34 985 98 01 04

Rafael Baquero Villaverde

Department of Ergonomics, ERGOUTIL, Pontevedra, Spain

Tablada 6, 3C, 36001, Pontevedra, Phone number: +34 986 85 92 27

Ana Suárez Sánchez

Business Administration Department, University of Oviedo, Oviedo, Spain

Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de Oviedo, Independencia, 13

Oviedo, Phone number: +34 985104284

María Encarnación Pazos Vidal

Department of Ergonomics, ERGOUTIL, Pontevedra, Spain

Tablada 6, 3C, 36001, Pontevedra, Phone number: +34 986 85 92 27

PULLING CABLE TASKS:

BIBLIOGRAPHIC REVIEW FROM AN ERGONOMIC POINT OF VIEW

Tasks involving manual cable laying are identified as medium-high risk by several literature references. These kinds of works are present in different industrial sectors (electrical, shipbuilding, civil construction, wind farms, etc.). To ascertain the state of the research and the evolution of publications, a literature review was conducted from an ergonomic perspective. Keywords were used to launch searches in specialised journals and search engines on the Web, also considering French translations. Among hundreds of documents, more than 20 references were found, analysed and summarised. In conclusion, despite the many existing tools on the market today that lead to decreasing cable friction and reducing / eliminating their efforts, there are working environments where due to a lack of space and other difficulties, the tasks are performed manually. Therefore, an interesting research opportunity is still available that focuses on developing equipment to eliminate the risks associated with this job.

Keywords: cable laying; cable pulling; ergonomics; pulling forcé

Practitioner Summary

Despite several improvements and technical aids, manual cable laying is identified as medium-high risk for workers from different sectors. A literature review was carried out helping to focus the ergonomic problem, and an interesting research opportunity is still available to reduce the risks associated with this job.

NUMBER OF WORDS: 2.008

Introduction

Electric cable laying is a task performed in facilities of different natures (wind farms, buildings, industrial facilities, etc.). In the scientific literature, this type of work has been identified as a medium-high risk from the point of view of safety.

Cable laying features are similar in several economic sectors such as shipbuilding, civil construction (which include electrical installations), renewable energy, industrial installations, etc).

The Occupational Safety Department of ISASTUR has made it an objective to improve the preventive issues of this task. Thus, in 2008 an ergonomic study (Varela, [2008]) was carried out in collaboration with ergonomics specialists from CTAG (Galician Automotive Technological Center). Reproducing real conditions with an experienced worker in a laboratory, three pulling techniques were comparatively studied. The results showed that these alternative procedures did not show any significant improvements.

With the purpose of finding out in detail the state of the art on this issue, a bibliographic review was carried out. The objectives of this study were:

- To collect data and information on ergonomic analysis and possible achieved improvements.
- To gather occupational statistics (absenteeism rates, economic costs, etc.).
- To determine the incidence and other common aspects of cable laying tasks in various productive sectors.
- In short, to conduct a literature review on cable laying operations from an ergonomic perspective.

Materials and methods

Research on scientific journals

This study began by selecting, among various specialised scientific publications on ergonomics and safety, those with the greatest impact.

A list of journals was obtained from the 'Journal Ranking Scimago', as shown in Table 1.

Table 1. Here.

Journals specialising in ergonomics

The journals selected for the first phase were the following:

Table 2 Here

The next task was the selection of the keywords and their combinations to launch several searches in the corresponding websites. As the scope of this study was cable laying tasks, the word 'CABLE' was included in every search, except the keyword 'ELECTRICIAN'. All articles were considered when their theme was related to wiring installation (laying or lifting) performed by workers. The list of keywords was the following:

- CABLE LAYING PULLING
- WIRE LAYING PULLING
- CABLE LAYING
- CABLE DRAGGING
- CABLE
- ELECTRICIAN

The results in the numbers of found articles are shown in Table 3.

Table 3 here.

Journals specialising in occupational safety

Apart from the ergonomics point of view, workplace safety was also considered, so a search was planned in the following scientific journals:

Table 4 here.

The keywords for these investigations were similar to those used in ergonomics journals, i.e.:

- CABLE LAYING PULLING
- WIRE LAYING PULLING
- CABLE LAYING
- CABLE DRAGGING
- CABLE
- ELECTRICIAN

The results are shown in Table 5.

Table 5 here.

Search in Google Scholar

Once this phase in the scientific journals was completed, and due to the small number of publications found, it was decided to extend the searches using the specific search engine 'Google Scholar'. In this case the keyword selection was done with 'AND' operators (combinations of the terms in quotation marks), which allowed a more limited scope of this study to search. For example the terms 'cable' and 'pulling' yielded enormously varied results. Therefore, it was determined to use the English expression 'pulling cable', which was more commonly used in various items found previously. The selected keywords were:

- 'CABLE DRAGGING' ERGONOMIC
- 'FEEDING WIRE' ERGONOMIC
- 'PULLING CABLE' MUSCLE EMG

- ‘PULLING CABLE’ EMG MUSCULOSKELETAL
- ‘PULLING CABLE’ ERGONOMIC
- ‘PULLING CABLE’ MUSCULOSKELETAL
- ‘CABLE PULLING’ MUSCLE EMG
- ‘PULLING CABLE’ FRICTION FOREST
- ‘PULLING CABLE’ FRICTION MINERY

The results are summarised in Table 6.

Table 6 here.

From these outcomes, an initial conclusion is that many of the particularities of the cable laying task in the electricity sector are also common to those occurring in other sectors such as mining, logging and shipbuilding.

Search in Google (English language)

To complete the search, it was decided to use the general search engine Google, considering that with suitably chosen keywords the possible results would be extended. The search terms were similar to those used in Google Scholar except for some ‘AND’ operators (the terms in quotation marks) to extend the search range.

- CABLE DRAGGING ERGONOMIC
- FEEDING WIRE ERGONOMIC
- ‘PULLING CABLE’ MUSCLE EMG
- ‘PULLING CABLE’ EMG MUSCULOSKELETAL
- ‘PULLING CABLE’ ERGONOMIC
- ‘PULLING CABLE’ MUSCULOSKELETAL
- ‘CABLE PULLING’ MUSCLE EMG

The results are summarised in Table 7. The results already attained in previous searches in Google Scholar and scientific journals are not included.

Table 7 here.

Search in Google (French language)

To conclude, and taking into account the wide background of ergonomics in French, a search in this language was launched in Google. The keywords were:

- TIRAGE CABLE
- TIRAGE CABLE EMG DEROULER
- TIRAGE CABLE ERGONOMIQUE DEROULER

The results are not relevant for this publication, since only commercial brochures of tools for cable laying were found.

Results

The results of the systematic study are listed below:

- 15 scientific articles,
- 12 web reports (access documents via URL),
- 1 chapter of a book, and
- 1 thesis.

From these outcomes, we notice initially that the problem of pulling cable tasks, from the point of view of occupational safety and ergonomics, is not exclusive to the electricity sector. Similar difficulties are encountered in sectors such as:

- Shipbuilding
- Telecommunications
- Building

- Mining
- Forestry

This point increases interest in future research, which would help to find out more about the implications these tasks have for workers. In the same direction, companies interested in developing technical solutions to reduce, or even eliminate, these types of distressing tasks may take into account the large commercial market created by the diverse sectors previously mentioned.

The collection of the scientific literature shows the industries where more research has been conducted are: the electrical sectors (23 %), and mining (23%).

Figure 2 here

In all the sectors, apart from forestry, the observed risk factors have these elements in common:

- Cables with an elevated weight of up to 15.7 kg/m (Naval sector) (Yoon Jung Jeong [2011]), and 10 kg/m (Mining sector) (Gallagher [2002]).
- Awkward postures because of a reduced working space.
- Working in teams with up to 20 workers, which requires adequate coordination (Wurzelbacher [2015]).
- Repetitive movements.
- Long periods performing these tasks.
- A lot of effort exerted by the upper limbs.
- Wet floors and slippery surfaces with objects that limit foot movement.

In logging tasks, laying cable differs somewhat from the rest because the cable has to be laid from a winch by a worker, pulling it up along the hill. Afterwards it is used for transporting the felled logs.

In addition to these requirements for the workers, there is an additional constraint: the tensile stress of the cable cannot exceed a maximum value, either manually, or by using mechanical aids. On this point, there is scientific literature studying this phenomenon.

For example, mathematical models such as multibody theory were used to compute the tensile stress suffered by a cable being fed along a tube whose friction coefficient is known (Cai Jin Yang [2013]). Another factor related to cable protection is the compatibility of the lubricant used to facilitate cable routing, thanks to the reduced friction achieved.

Regarding the publication year of the papers, it was noted that no study was found before 1988. This suggests that interest in observing this type of work is relatively recent. According to publications in recent years, a notable increase in the number of studies was observed in the period 2011-2015 (see Figure 2).

Figure 3 here

In the mining sector, high labour costs caused by manual tasks connected to laying cable tasks were already documented in 1991 (Gallagher [2002]). It was concluded that the miners carrying out cable laying accumulated about 24% in lost time injuries, even when they represented only 9.2% of the population of the mining workers. In another article about miners' working conditions (Hamrick [1993]), it was recommended that the best way to reduce this risk was to have the worker not carry out this type of operation. If this was not possible, it was advised to reduce how often they had to do it.

In 2001, a study found that the manual manipulation of cables is identified as a particularly stressful task, which probably contributes to the back problems identified in workers in the mining sector (Gallagher [2001]). The same authors registered, among miners who perform tasks connected to handling cables, the highest ratio of working days lost. In 1998, the results of another publication concluded that, in terms of working hours lost due to back injuries, workers handling wires experienced a 2.5 times higher incidence than expected (Kumar [1998]).

A statistical report about accidents among miners in the United States contains the fact that moving cables in the mining sector caused 5% of back injuries during the period 1996-2005 (Gallagher [2008]).

In 1996, an Irish report about the construction sector established laying cable tasks as being medium-high risk (Hunter [2015]). The level of risk depended on the number of manual operations and positions taken. If high weight cables were pulled along considerable distances, the risk was quantified as high. If the work was done outside in

adverse weather conditions, the risk of musculoskeletal disorders increased, compounded by the risks of slips and falls.

In the maintenance sector, a 2011 paper concluded that pulling cable tasks were qualified as high ergonomic risk and a cause of the presence of strong forces exerted by both hands, extreme positions and repetitive tasks (Gangakhedar [2011]).

To illustrate these risk factors, another important result was found: the recommended values for horizontal load manipulations, according to the literature, are 225 N (if the whole body is involved), and 110 N (if only fully extended arms are used) (Eastman Kodak Company [2004]). Yet, a 2000 study conducted in the construction sector recorded average values of 224 N with a standard deviation of 96.3 (Frings-Dresen [2000]). In the same sector, in an international study by Brazil and Norway, electricians are the workers with the highest recorded number of days lost due to musculoskeletal disorders.

Several national administrative entities in charge of safety and ergonomics issues have published documents that bring together the problems associated with these tasks, and included some possible improvements to be implemented. These studies were carried out for the construction sectors (OSHA [2015], shipbuilding (Wurzelbacher, Hudock [2015]) and the electrical sectors (Zywave [2015]).

As an example of the abovementioned improvements, in a study carried out in the naval sector ('Improved Ergonomic Cable Pulling Method' [2015]), it was mentioned that cable laying tasks needed between 30-70 workers, depending on the boat. By means of the use of a winch, Teflon sheets to reduce friction and double braided ropes, the number of workers decreased to 7-12. In addition, the costs were 50% lower, without any accidents.

In other publications the following actions were proposed as possible solutions: job rotations, the use of semi-automatic tools for pulling (winches) and finally the utilisation of Teflon to reduce cable friction. In implementing these improvements, the time required for the tasks was reduced by 50%, without any accidents ((Hudock, s. f.) [2015]). The total cost for these solutions was \$37,463.11. This investment was justified by calculating the costs of absenteeism and using the cost-benefit ratio.

As a result of these working conditions, since 1970 numerous patents and machines designs have been registered that facilitate this type of work for the operators (Jeong [2015]).

Conclusions

One of the main conclusions of this study is based on the high risk category awarded to this type of work. Despite the many existing tools on the market today that lead to decreasing cable friction (pulleys, lubricants, etc.) and reducing / eliminating the efforts of workers (winches, motors, pullers, etc.), there are still working environments where due to the lack of space and other difficulties, the tasks are performed manually. Therefore, an interesting research opportunity is still available that focuses on developing equipment to eliminate the risks associated with this job.

Technical standards are one of the best ways to spread among the people involved (operators, planners, technical managers, etc.) all the ergonomic solutions, recommendations and results of the future research in this field. An example is the European standard EN50174 ('Laying of Cables and Lines in Electrical Installations and Data Networks'), in which the basic requirements for planning, implementing and performing tasks using balanced copper cables and fibre optics are specified.

References

- Aghazadeh, F. 1994. «A Biomechanical of a Bolter Cable Pulling Task». En *Advances In Industrial Ergonomics VI*. CRC Press.
- Center for History and New Media. s. f. «Guía rápida».
http://zotero.org/support/quick_start_guide.
- Company, Eastman Kodak. 2004. «Cap. 7. Manual Handling in Occupational Tasks.»
En *Kodak's Ergonomic Design for People at Work*, 555-56. John Wiley & Sons.
- Frings-Dresen, M. H. W., J. Windhorst, M. J. M. Hoozemans, A. J. van der Beek, y H. F. van der Molen. 2000. «Push an Pull Forces in the Building and Construction Industry». *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 44 (33): 6-209-6-212. doi:10.1177/154193120004403335.
- Gallagher, S., C.A. Hamrick, K.M. Cornelius, y M.S. Redfern. 2001. «The effects of restricted workspace on lumbar spine loading». *Occupational Ergonomics* 2 (4): 201-13.
- Gallagher, Sean, William S. Marras, Kermit G. Davis, y Kimberly Kovacs. 2002.
«Effects of Posture on Dynamic Back Loading during a Cable Lifting Task».
Ergonomics 45 (5): 380-98. doi:10.1080/00140130210127639.
- Gallagher. 2015. «Reducing Low Back Pain and Disability in Mining - 2008-135.pdf».
Accessed December 2015.
<http://www.cdc.gov/NIOSH/Mining/UserFiles/works/pdfs/2008-135.pdf>.
- GANGAKHEDKAR. 2011. «The Effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle Activation and Task Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks.» <http://repository.lib.ncsu.edu/ir/bitstream/1840.16/6641/1/etd.pdf>.
- Hamrick, Christopher A., Sean Gallagher, y Mark S. Redfern. 1993. «Round Reaction Forces during Miner Cable Pulling Tasks». *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 37 (10): 784-88.
doi:10.1177/154193129303701029.
- Hudock. s. f. «INTERIM SURVEY REPORT: RECOMMENDATIONS FOR ERGONOMICS INTERVENTIONS FOR SHIP CONSTRUCTION PROCESSES». <http://www.cdc.gov/niosh/surveyreports/pdfs/229-15b.pdf>.
- Hunter. 2015. «Manual Handling in the Irish Construction Industry - Summary Report».
Accessed December 2015.

- http://www.hsa.ie/eng/Publications_and_Forms/Publications/Construction/Manual_Handling_in_the_Irish_Construction_Industry_-_Summary_Report.html.
- «IEEE Xplore Abstract - Semi-automated haptic device for cable installation». 2015. Accessed December 2015.
- http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=5980492&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5980492.
- «Improved ergonomic cable pulling method». 2015. Accessed December 2015.
- http://www.public.navy.mil/navsafecen/Documents/SuccessStories/009_Ergo_Cable_Pull.pdf.
- Imrhan, Sheik N., y Mohamed M. Ayoub. 1988. «Predictive Models of Upper Extremity Rotary and Linear Pull Strength». *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 30 (1): 83-94.
- doi:10.1177/001872088803000108.
- Iordanescu, M., y J. Tarnowski. 1996. «PULLFLEX-new software for duct-cable pulling forces». *IEEE Transactions on Power Delivery* 11 (2): 676-82.
- doi:10.1109/61.489322.
- Jakab, G. J. 1976. «Factors Influencing the Immune Enhancement of Intrapulmonary Bactericidal Mechanisms». *Infection and Immunity* 14 (2): 389-98.
- Jeong, Yoon Jung, Homayoon Kazerooni, Eugen Solowjow, y Jakob Katz. 2011. «Semi-automated haptic device for cable installation». En , 1708-13. IEEE.
- doi:10.1109/ICRA.2011.5980492.
- «Journal Rankings on Human Factors and Ergonomics». 2015. Accessed December 2015. <http://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=3307>.
- Kumar, S., y S. Gallagher. 1998. «Biomechanics of a Cable Hanging Task». En *Advances in Occupational Ergonomics and Safety: Proceedings of the XIIIth Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference 1998*. IOS Press.
- Lavender, S. A., S. H. Chen, Y. C. Li, y G. B. Andersson. 1998. «Trunk Muscle Use during Pulling Tasks: Effects of a Lifting Belt and Footing Conditions». *Human Factors* 40 (1): 159-72.
- «Laying of cables and lines in electrical installations and data networks». 2015. Accessed December 2015.
- <http://file.yizimg.com/474606/20150727235702.PDF>.

- «Los métodos para el tendido de cables eléctricos». 2015. *eHow en Español*. Accessed December 2015. http://www.ehowenespanol.com/metodos-tendido-cables-electricos-info_240962/.
- Moriguchi, Cristiane Shinohara, Letícia Carnaz, Kaj Bo Veiersted, Therese N. Hanvold, Liv Berit Hæg, Gert-Åke Hansson, y Helenice Jane Cote Gil Coury. 2013. «Occupational Posture Exposure among Construction Electricians». *Applied Ergonomics* 44 (1): 86-92. doi:10.1016/j.apergo.2012.05.002.
- OSHA. 2015. «Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire». Accessed December 2015. <https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors/installation/pulling.html>.
- «The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work». <https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors/installation/pulling.html>.
- «Physical load of choker-man during pulling of the winch cable». 2015. Accessed December 2015. https://www.academia.edu/2548123/Physical_load_of_choker-man_during_pulling_of_the_winch_cable.
- Spinelli, Raffaele, Giovanna Ottaviani Aalmo, y Natascia Magagnotti. 2015. «The Effect of a Slack-Pulling Device in Reducing Operator Physiological Workload during Log Winching Operations». *Ergonomics* 58 (5): 781-90. doi:10.1080/00140139.2014.983184.
- «Underground Cable Installation». 2015. Accessed December 2015. <http://www.panduit.com/heiler/InstallInstructions/N-FBFS081--RevR--ENG.pdf>.
- Van Nostrand Reinhold. s. f. *Kodak's Ergonomic Design for People at Work, 2nd Edition*.
- Varela C. 2015. «ESTUDIO ERGONÓMICO POSTURAL DEL TENDIDO DE CABLE ELÉCTRICO (ERGOCABLE)». *documents.mx*. Accessed December 2015. <http://documents.mx/documents/ergocableisastur.html>.
- «Workload benefits of using a synthetic rope strawline in cable yarder rigging in Norway». 2015. Accessed December 2015. http://www.skogoglandskap.no/en/pubs/workload_benefits_of_using_a_synthetic_rope_strawline_in_cable_yarder_rigging_in_norway/publication_view.

Wurzelbacher. s. f. «PRELIMINARY SURVEY REPORT: PRE-INTERVENTION
QUANTITATIVE RISK FACTOR ANALYSIS FOR SHIP CONSTRUCTION
PROCESSES».

<http://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/ergship/PIQRFAContinentalMaritime.pdf>.

Yang, Cai Jin, Di Feng Hong, Ge Xue Ren, y Zhi Hua Zhao. 2013. «Cable Installation Simulation by Using a Multibody Dynamic Model». *Multibody System Dynamics* 30 (4): 433-47. doi:10.1007/s11044-013-9364-9.

Zywave / Built Insurance. s. f. «Ergonomic Solutions for Electrical Contractors».
<https://www.osha.gov/SLTC/etools/electricalcontractors/>.

LIST OF TABLES AND FIGURES

Rank	Title	SJR	H index	Total Docs. (2014)	Total Refs.	Ref. / Doc.	Country
1	IEEE Transactions on Human-Machine Systems	2,443	76	106	3481	32,84	United States
2	Journal of Personal Selling and Sales Management	1,644	27	16	921	57,56	United States
3	Journal of Anthropological Archaeology	1,349	42	56	5964	106,5	United States
4	Accident Analysis and Prevention	1,193	88	350	14762	42,18	United Kingdom
5	Applied Ergonomics	0,974	58	209	8150	39	United Kingdom
6	Human Factors	0,957	72	109	4387	40,25	United States
7	International Journal of Human Computer Studies	0,898	82	90	3933	43,7	United States
8	Ergonomics	0,893	72	181	6347	35,07	United Kingdom
9	International Journal of Industrial Ergonomics	0,677	49	117	3959	33,84	Netherlands
10	International Journal of Sustainability in Higher Education	0,661	24	30	1129	37,63	United Kingdom
11	International Journal of Human-Computer Interaction	0,638	38	76	3868	50,89	United Kingdom
12	Telecommunications Policy	0,632	45	100	4108	41,08	United Kingdom
13	New Technology, Work and Employment	0,536	28	18	911	50,61	United Kingdom
14	Employee Responsibilities and Rights Journal	0,429	17	27	1340	49,63	United States
15	Facilities	0,427	15	44	2190	49,77	United Kingdom

Table 1. Scientific Journals in the Field of Ergonomics.

Rank	Title	SJR	H index	Total Docs. (2014)	Total Refs.	Ref. / Doc.	Country
16	Color Research and Application	0,418	44	88	2200	25	United States
17	Theoretical Issues in Ergonomics Science	0,413	9	39	1986	50,92	United Kingdom
18	SAE International Journal of Transportation Safety	0,401	2	16	384	24	United States
19	Footwear Science	0,366	6	23	248	10,78	United Kingdom
20	Technology in Society	0,317	31	53	2458	46,38	United Kingdom
21	Journal of Evidence-Based Social Work	0,315	10	34	1276	37,53	United Kingdom
22	Human Factors and Ergonomics In Manufacturing	0,312	23	76	2888	38	United States
23	Historical Records of Australian Science	0,295	6	18	1943	107,9	Australia
24	Reviews of Human Factors and Ergonomics	0,294	5	0	0	0	United States
25	Journal of Physiological Anthropology	0,272	30	33	861	26,09	Japan
26	Revista de Psicopatología y Psicología Clínica	0,25	5	22	885	40,23	Spain
27	Travail Humain	0,235	13	8	466	58,25	France
28	Ergonomics in Design	0,204	14	26	423	16,27	United States
29	Sports Technology	0,116	1	0	0	0	United Kingdom

Table 1. (Cont.) Scientific Journals in the Field of Ergonomics.

ERGONOMICS	
Journal	URL
APPLIED ERGONOMICS	http://www.journals.elsevier.com/applied-ergonomics/
ERGONOMICS	http://www.tandfonline.com/toc/terg20/current
INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ERGONOMICS	http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-industrial-ergonomics/
HUMAN FACTORS	http://www.sagepub.com/journals/Journal201912
NEW TECHNOLOGY WORK AND EMPLOYMENT	http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1468-005X
Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries	http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1520-6564
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics	http://archiwum.ciop.pl/757.html

Table 2. Selected ergonomic journals.

	NUMBER OF ARTICLES	CABLE LAYING PULLING	WIRE LAYING PULLING	CABLE LAYING	CABLE DRAGGING	CABLE	ELECTRICIAN
APPLIED ERGONOMICS	1	0	0	0	1 Occupational posture exposure among construction electricians	0	0
ERGONOMICS	2	1 The effect of a slack-pulling device in reducing operator physiological workload during log winching operations	0	0	0	1 Effects of posture on dynamic back loading during a cable lifting task	0
INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ERGONOMICS	0	0	0	0	0	0	0
HUMAN FACTORS	2	1 Trunk Muscle Use during Pulling Tasks: Effects of a Lifting Belt and Footing Conditions	0	1 Predictive Models of Upper Extremity Rotary and Linear Pull Strength	0	0	0
NEW TECHNOLOGY WORK AND EMPLOYMENT	0	0	0	0	0	0	0
Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries	0	0	0	0	0	0	0
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics	0	0	0	0	0	0	0

Table 3. Search results in Ergonomic journals.

OCCUPATIONAL SAFETY	
Journal	URL
ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION	http://www.journals.elsevier.com/accident-analysis-and-prevention/
JOURNAL OF SAFETY RESEARCH	http://www.journals.elsevier.com/journal-of-safety-research/
RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY	http://www.journals.elsevier.com/reliability-engineering-and-system-safety/
SAFETY SCIENCE	http://www.journals.elsevier.com/safety-science/

Table 4. Selected scientific publications on Occupational Safety.

	CABLE LAYING PULLING	WIRE LAYING PULLING	CABLE LAYING	CABLE DRAGGING	CABLE	ELECTRICIAN
ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION	0	0	0	0	0	0
JOURNAL OF SAFETY RESEARCH	0	0	0	0	0	0
RELIABILITY ENGINEERING & SYSTEM SAFETY	0	0	0	0	0	0
SAFETY SCIENCE	0	0	0	0	0	0

Table 5. Search results in Occupational Safety journals.

GOOGLE SCHOLAR SEARCH RESULTS		
	RESULTS	TITLE
"cable dragging" ergonomic	0	
"feeding wire" ergonomic	0	
"pulling cable" muscle emg	0	
"pulling cable" emg musculoskeletal	0	
"pulling cable" ergonomic	1	Round Reaction Forces during Miner Cable Pulling Tasks (Hamrick)
"pulling cable" musculoskeletal	2	INTERIM SURVEY REPORT: RECOMMENDATIONS FOR ERGONOMICS INTERVENTIONS FOR SHIP CONSTRUCTION PROCESSES at LITTON INGALLS SHIPBUILDING SHIPYARD PRELIMINARY SURVEY REPORT: PRE-INTERVENTION QUANTITATIVE RISK FACTOR ANALYSIS FOR SHIP CONSTRUCTION PROCESSES at BATH IRON WORKS CORPORATION SHIPYARD (Wurzelbacher)
"cable pulling" muscle emg	1	Biomechanics of a cable hanging task (Gallagher)
"pulling cable" friction forest	1	Forces Required for Pulling Out a Winch Steel Cable and Physical Load of Choker
"pulling cable" friction minery	0	

Table 6. Search results from Google Scholar.

SEARCH RESULTS IN GOOGLE		
	RESULTS	TITLE
cable dragging ergonomic	2	IMPROVED ERGONOMIC CABLE PULLING METHOD A BIOMECHANICAL ANALYSIS OF A BOLTER CABLE PULING TASK
feeding wire ergonomic	1	Ergonomic Solutions for Electrical Contractors
"pulling cable" muscle <u>emg</u>	0	
"pulling cable" <u>emg</u> musculoskeletal	0	
pulling cable ergonomic	2	Installation and Repair: Pulling and Feeding Wire The Difficult Nature of Ergonomics Assessment of Construction and Utility Work
"pulling cable" musculoskeletal	0	
"cable pulling" muscle <u>emg</u>	1	The Effects of Scaffolding Equipment Interventions on Muscle Activation and Task Performance in Frame Assembly and Disassembly Tasks.

Table 7. Search results in Google.

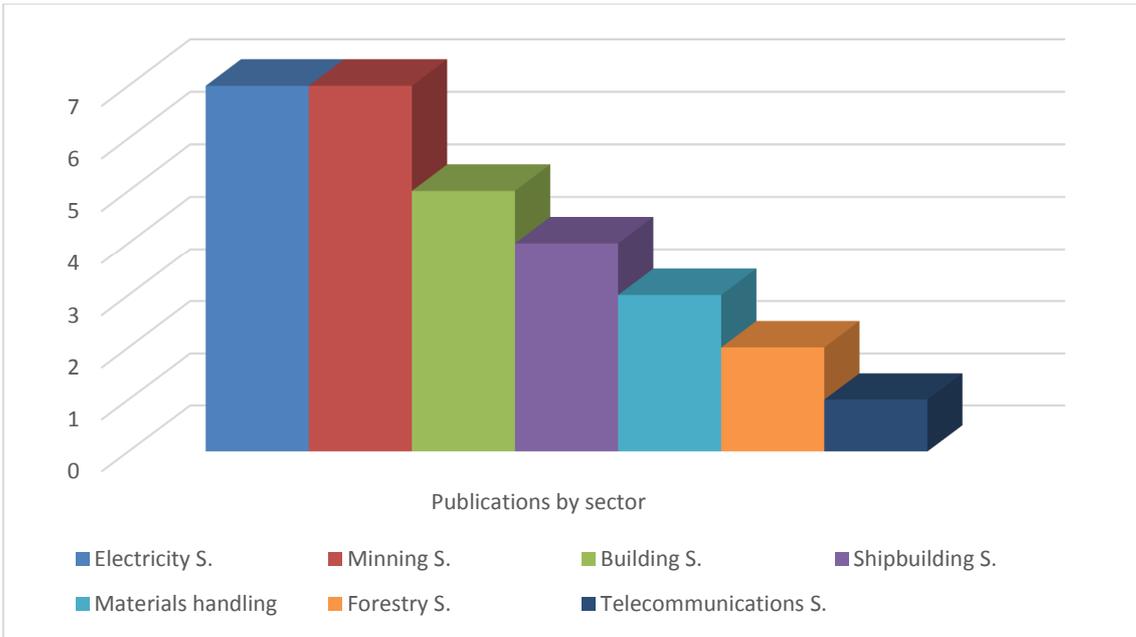


Figure 1. Publications by sector

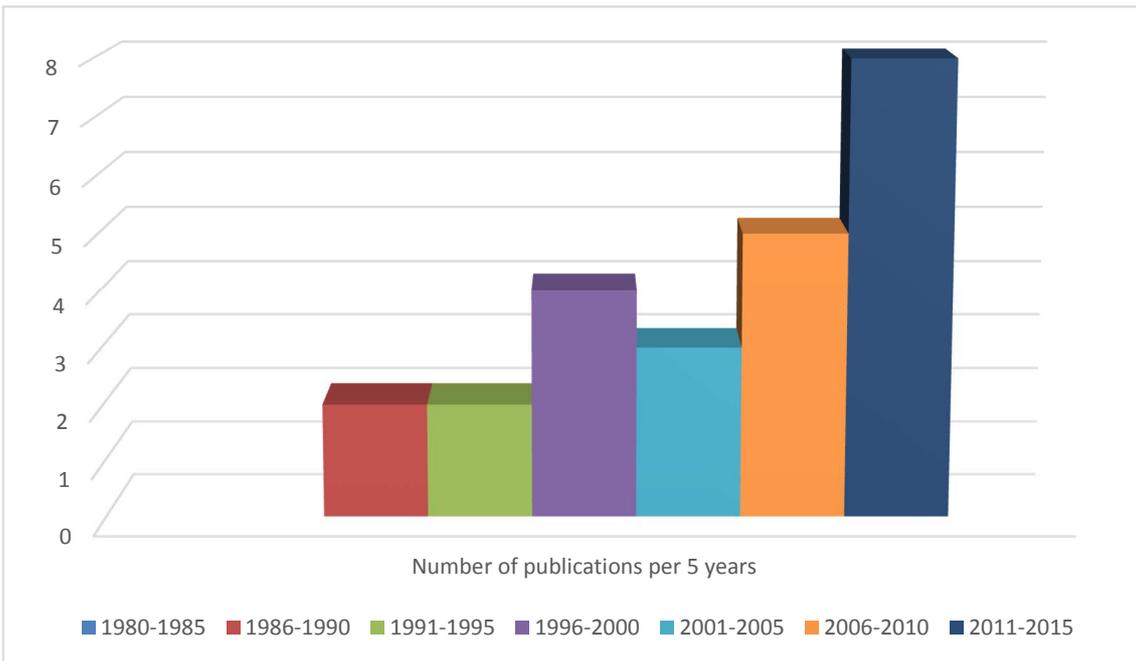


Figure 2. Number of publications per 5 years

