

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA



Facultat de Psicologia

Departamento de Metodología de las Ciencias del
Comportamiento

Un proceso de intervención sobre las
conductas de seguridad y las
condiciones de seguridad y salud en las
obras de construcción

Doctoranda: Dña. Marta Becerril Galindo
Director: Dr. Jose Luis Meliá Navarro

Valencia, 2013

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA



Facultat de Psicologia

Departamento de Metodología de las Ciencias del
Comportamiento

Programa de Doctorado "Tecnología, Educación y Discapacidad"

Un proceso de intervención sobre las conductas de seguridad y las condiciones de seguridad y salud en las obras de construcción

Doctoranda: Dña. Marta Becerril Galindo
Director: Dr. Jose Luis Meliá Navarro

Valencia, 2013

A mi padre y a mi madre, por darme raíces y alas

AGRADECIMIENTOS

A Jose Luis Meliá, por ser la persona más importante en mi andadura formativa y profesional y por ser un modelo admirable de valores humanos que me acompañará siempre. Gracias por los cuatro años de trabajo que compartimos juntos. Siempre me sentiré muy afortunada por haber tenido la posibilidad de continuar mi trayectoria formativa y dar mis primeros pasos como investigadora siendo miembro de un equipo de investigación dirigido por ti. Igualmente, gracias por tu confianza en mi capacidad para realizar esta tesis doctoral, por transmitirme la motivación necesaria en todos y cada uno de los momentos clave en los que la he necesitado y por tu disponibilidad incondicional para guiarme en todas las tareas que definitivamente han posibilitado la culminación de este trabajo de investigación.

Al personal técnico de la empresa principal de construcción participante en el estudio. Gracias a Antonio Benages, Lisardo Fort y Pilar Mayordomo por ser unos excelentes nexos de unión entre la empresa y la universidad. A Beatriz Castro, por su importante contribución en relación al proceso de acercar este trabajo de investigación al contexto de trabajo y necesidades reales de seguridad de las obras de construcción de nuestro país. Y por supuesto, gracias a Antonio García y Javier Rodríguez, por su implicación en la aplicación periódica del protocolo de observación de las obras, por ayudarme a conocer la realidad diaria de las mismas y por estar siempre dispuestos a colaborar en todas las tareas necesarias para implementar el programa de intervención comportamental en seguridad que se describe en este trabajo.

A todos los trabajadores pertenecientes al personal de obra tanto de la empresa de construcción principal como de las empresas

subcontratadas implicadas en el estudio. Gracias por su buena acogida y receptividad a la puesta en marcha de esta iniciativa en su entorno de trabajo.

A Sergi, por ser la persona con la que descubro el mundo día a día, el amor de mi vida. Gracias por tu apoyo incondicional a seguir con el desarrollo de esta tesis y a hacer todo lo que ha estado en tu mano para que yo pudiera dedicarme a ello. Gracias por estar a mi lado y conmigo siempre. Y por supuesto, a nuestra hija que viene en camino, por ser la verdadera fuente de motivación necesaria en la última etapa de redacción de este trabajo.

A mi padre y a mi madre, simplemente por decidir, en algún momento de vuestras vidas, que mi formación humana y académica sería la auténtica prioridad de nuestra vida familiar. Os agradezco todo el sacrificio personal que habéis hecho a lo largo de muchos años para que eso fuera posible. Gracias por construir las mejores condiciones familiares que han permitido que hoy sea la mujer que soy y que especialmente permitieron que hace unos años pudiera convertirme en psicóloga y que hoy tenga la posibilidad de ser doctora. Con ello, me habéis brindado uno de los regalos más valiosos para toda mi vida: el poder disfrutar siempre del conocimiento y descubrimiento de esta ciencia enormemente maravillosa y apasionante que es la psicología.

A mi hermano, por estar siempre conmigo. Gracias por estar dispuesto a escuchar y comprender todas y cada una de las vivencias importantes de mi vida, entre ellas, el significado personal que para mí supone la realización de este trabajo. Sin ti me sentiría muy sola en este mundo, hermanito.

A Francisco, Sari y Anna, porque mi vida es mucho mejor desde que formáis parte de ella. Gracias por vuestro interés y apoyo.

A mis amigos y amigas, con quien en momentos pasados o más cercanos en el tiempo he compartido anhelos, preocupaciones y satisfacciones relacionadas con el proceso de realización de esta tesis. Gracias por vuestra ayuda, la cual estoy segura que siempre ha surgido desde el deseo de aportarme lo mejor de cada uno de vosotros, aquello que os hace tremendamente diferentes y al mismo tiempo especiales. Gracias sinceramente a Chelo Navarro, a Joana Cañas, a Juanjo Tenes, a Cristina Vicente, a Pili Solanas, a Eva, a Fe Rodriguez y a Mireia Garcia, a Merche Delgado, a Alicia Becerril y a Raul Peñarando.

Finalmente, agradezco al Ministerio de Educación y Ciencia y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), la financiación económica que ha permitido el desarrollo de esta investigación a través del proyecto BIA2009-14056.

ÍNDICE

PARTE I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
CAPÍTULO I. LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO	5
INTRODUCCIÓN	5
1. LA PSICOLOGÍA DE LA SEGURIDAD LABORAL	6
1.1. DEFINICIÓN, OBJETO DE ESTUDIO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .	6
2. LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO	9
2.1. MARCO TEÓRICO	9
2.2. PRINCIPIOS CLAVE	14
2.2.1. Focalizar la intervención en las conductas de seguridad observables	14
2.2.2. Observar los factores externos para comprender y mejorar el comportamiento.....	15
2.2.3. Dirigir con activadores y motivar con consecuencias.....	17
2.2.4. Motivar el comportamiento mediante una orientación a las consecuencias positivas	18
2.2.5. Aplicar el método científico para controlar y mejorar la intervención	19
2.2.6. Utilizar los conocimientos teóricos para integrar la información	22
2.2.7. Diseñar las intervenciones considerando los sentimientos y las actitudes	22
2.3. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN COMPORTAMENTAL	23
2.3.1. Feedback	23
2.3.2. Establecimiento de metas.....	24
2.3.3. Programa de economía de fichas o incentivos.....	26
2.4. PROCESO GENERAL	27
2.4.1. Fase diagnóstica.....	32
2.4.2. Fase de planificación de la intervención	34

2.4.3. Fase de diseño de instrumentos	34
2.4.4. Fase de obtención de una línea base	35
2.4.5. Fase de implementación de la intervención	36
2.4.6. Fase de evaluación de la intervención	37
2.5. DIFICULTADES DE IMPLEMENTACIÓN	38
2.5.1. Relacionadas con los equipos de dirección y los mandos intermedios.....	38
2.5.2. Relacionadas con los trabajadores	39
2.5.3. Relacionadas con los instrumentos de observación.....	39
2.5.4. Relacionadas con el proceso de observación.....	40
2.6. CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONALES.....	41
3. REVISIÓN TEÓRICA: PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN COMPORTAMENTAL	44
3.1. EVIDENCIA DE LA INFLUENCIA DE LOS PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN COMPORTAMENTAL SOBRE LA CONDUCTA DE SEGURIDAD Y/O LOS ACCIDENTES	44
3.1.1. El sector de la alimentación	44
3.1.2. El sector industrial.....	46
3.1.3. El sector educativo	50
3.1.4. El sector minero	53
3.1.5. El sector sanitario.....	54
3.1.6. Revisiones de la literatura	55
3.2. EVIDENCIA DE LA EFICACIA DE SUS COMPONENTES	69
3.2.1. Formación <i>versus</i> Formación y feedback.....	69
3.2.2. Formación <i>versus</i> Formación, feedback y establecimiento de metas.....	70
3.2.3. Formación y feedback <i>versus</i> Establecimiento de metas.....	72
3.2.4. Feedback y establecimiento de metas asignado <i>versus</i> Feedback y establecimiento de metas participativo.....	77
3.2.5. Revisiones empíricas sobre la eficacia de los componentes de los programas de intervención	78

CAPÍTULO II. EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	89
INTRODUCCIÓN	89
1. CARACTERÍSTICAS.....	89
1.1. CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS	89
1.1.1. Características socio-demográficas en España	89
1.1.2. Características socio-demográficas en la Unión Europea	96
1.2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	99
2. SINIESTRALIDAD LABORAL	107
2.1. SINIESTRALIDAD EN ESPAÑA	107
2.1.1. Siniestralidad en el conjunto de sectores de actividad.....	107
2.1.1.1. Distribución de los accidentes con baja laboral según sexo	108
2.1.1.2. Distribución de los accidentes con baja laboral según edad.....	108
2.1.1.3. Distribución de los accidentes con baja laboral según gravedad	109
2.1.2. Siniestralidad en el sector de la construcción.....	110
2.1.2.1. Accidentes con baja producidos en jornada laboral en 2010	111
2.1.2.2. Evolución de los accidentes con baja producidos en jornada laboral (1998-2010)	114
2.1.2.3. El caso específico de los accidentes mortales producidos en jornada laboral.....	118
2.2. SINIESTRALIDAD EN LA UNIÓN EUROPEA (UE-15)	121
2.3. SINIESTRALIDAD EN ESPAÑA CON RESPECTO A LA UNIÓN EUROPEA (UE-15)	126

CAPÍTULO III. LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	129
INTRODUCCIÓN	129
1. REVISIÓN DE ESTUDIOS.....	130
1.1. ESTUDIOS REALIZADOS EN REINO UNIDO	130

1.2. ESTUDIOS REALIZADOS EN HONG KONG	138
1.3. ESTUDIOS REALIZADOS EN ORIENTE MEDIO	141
1.4. ESTUDIOS REALIZADOS EN FINLANDIA	145
2. EL MÉTODO DE OBSERVACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	148
2.1. INTRODUCCIÓN	148
2.2. EL PROTOCOLO DE OBSERVACIÓN DE LA SEGURIDAD	150
2.2.1. Características	150
2.2.2. Procedimiento de aplicación	154
2.2.3. Fiabilidad inter-observadores	155
2.3. EL PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO.....	156
2.4. EVIDENCIA EMPÍRICA	158

PARTE II. METODOLOGÍA.....163

1. OBJETIVOS.....	165
2. MUESTRAS	165
2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	166
2.1.1. Obra de construcción 1	166
2.1.2. Obra de construcción 2	167
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS DE LOS ESTUDIOS	167
2.2.1. Participantes en el Estudio I: Obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura	167
2.2.2. Participantes en el Estudio II: Obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería	169
2.2.3. Participantes en el Estudio III: Obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura	170
2.2.4. Participantes en el Estudio IV: Obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería	172

3. INSTRUMENTO	173
3.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	174
3.2. CONTENIDO	175
3.2.1. Documento general de instrucciones	175
3.2.2. Hoja de registro	190
3.3. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN	193
3.4. OUTPUTS O VARIABLES DEPENDIENTES	196
3.4.1. Índices de seguridad de la obra de construcción	198
3.4.2. Registro de accidentes laborales	201
4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	202
4.1. EL DISEÑO DE LÍNEA BASE MÚLTIPLE	204
4.1.1. Antecedentes	204
4.1.2. Características principales	205
4.1.3. Tipos de diseños de línea base múltiple	207
4.2. DISEÑOS DE LÍNEA BASE MÚLTIPLE IMPLEMENTADOS EN ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	209
4.2.1. Diseño de línea base múltiple entre grupos	210
4.2.2. Diseño de línea base múltiple entre conductas.....	214
4.2.3. Idoneidad en el contexto de intervención en seguridad en las obras de construcción	215
5. PROCEDIMIENTO	220
5.1. CONTACTO CON UNA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN.....	220
5.2. ELABORACIÓN Y FIRMA DE UN CONTRATO DE COLABORACIÓN	220
5.3. DISEÑO DE INSTRUMENTOS	221
5.4. FORMACIÓN DEL PERSONAL.....	225
5.5. TRABAJO DE CAMPO-DIARIO DE CAMPO	226
5.5.1. ESTUDIO I: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA	226
5.5.1.1. Fase de línea base	226
5.5.1.2. Fase de intervención del Estudio I	234

5.5.2. ESTUDIO II: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA	238
5.5.2.1. Fase de línea base	238
5.5.2.2. Fase de intervención del Estudio II.....	244
5.5.3. ESTUDIO III: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA	249
5.5.3.1. Fase de línea base	249
5.5.3.2. Fase de intervención del Estudio III.....	253
5.5.4. ESTUDIO IV: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA	257
5.5.4.1. Fase de línea base	257
5.5.4.2. Fase de intervención del Estudio IV	259
6. ANÁLISIS DE DATOS	262
6.1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES.....	262
6.2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN.....	265
6.2.1. VARIABLES DEPENDIENTES	265
6.2.2. ANÁLISIS GRÁFICO	270
6.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	272
6.2.3.1. Tipos de análisis estadístico	272
6.2.3.2. Proceso de análisis estadístico	284
 PARTE III. RESULTADOS.....	289
 ESTUDIO I. OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA	291
1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES.....	291
2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN.....	294
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO	294
2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención...	294
2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	299

2.2.1. Análisis estadístico descriptivo	300
2.2.2. Análisis de la dependencia serial.....	304
2.2.3. Análisis del estadístico C de Young.....	308

ESTUDIO II. OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA 311

1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES	311
2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN	313
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO.....	313
2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención ...	313
2.1.2. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo control	315
2.1.3. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo registro	317
2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	320
2.2.1. Análisis estadístico descriptivo	321
2.2.2. Análisis de la dependencia serial.....	323
2.2.3. Análisis asumiendo la ausencia de autocorrelación	327
2.2.3.1. Pruebas de comparación de medias.....	327
2.2.3.2. Análisis de un modelo de regresión	331
2.2.4. Análisis asumiendo la presencia de autocorrelación	335
2.2.4.1. Análisis del estadístico C de Young	335

ESTUDIO III. OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA 338

1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES	338
2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN	339
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO.....	339
2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención ...	339
2.1.2. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo control	342
2.1.3. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo registro	343
2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	348

ESTUDIO IV. OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA	351
1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES.....	351
2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN.....	352
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO	352
2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención... ..	352
2.1.2. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo control	355
2.1.3. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo registro	356
2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	362
2.2.1. Análisis estadístico descriptivo	363
2.2.2. Análisis de la dependencia serial	365
2.2.3. Análisis del estadístico C de Young	369
PARTE IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	371
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	419

PARTE I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

INTRODUCCIÓN

La fundamentación teórica de este trabajo de investigación está organizada temáticamente en tres capítulos.

El primer capítulo comienza con una breve presentación de la disciplina de la psicología de la seguridad laboral que es la disciplina psicológica en la que se enmarca este trabajo. Posteriormente, se abordan las características y evidencia empírica de la "metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento" para la mejora de la seguridad laboral desarrollada en diversos contextos laborales, ya que es la metodología en la que se basa el método de intervención específico que se implementa en este trabajo.

En el segundo capítulo, se describen las principales características del sector de actividad en el que se ha desarrollado este trabajo de investigación. Concretamente, se presentan las principales características del sector de la construcción y los datos de siniestralidad laboral que existen tanto en España como en la Unión Europea (UE-15).

En el último capítulo se presenta la evidencia empírica acerca de la "metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento" aplicada específicamente en el sector de la construcción. Finalmente, este capítulo describe el proceso y evidencia obtenida por "El método de observación de la seguridad en las obras de construcción" (Laitinen, Ruohomäki, & Marjamäki, 1996) que es el principal método de intervención basado en el comportamiento que se ha considerado como referencia en la realización de este trabajo.

CAPÍTULO I. LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO

INTRODUCCIÓN

El primer capítulo de la fundamentación teórica de este trabajo de investigación consta de tres apartados.

En el primer apartado se presenta brevemente la disciplina de la psicología en la que se enmarca este trabajo. Esto es, la psicología de la seguridad laboral. Concretamente se presenta su definición y sus principales objetivos referidos a sus ámbitos de aplicación teórico, diagnóstico y de intervención.

En el segundo apartado se presenta una descripción pormenorizada de la "metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento". Concretamente, su marco teórico, principios básicos en la planificación, técnicas de intervención, el proceso general a través del que se implementa, las principales dificultades que puede surgir en su implementación y las características de naturaleza organizacional que se relacionan con su mayor eficacia.

Finalmente, este capítulo termina con la presentación de la evidencia empírica acerca de la aplicación de este tipo de metodología de intervención para la mejora de la seguridad laboral en diferentes sectores de actividad.

1. LA PSICOLOGÍA DE LA SEGURIDAD LABORAL

1.1. DEFINICIÓN, OBJETO DE ESTUDIO Y ÁMBITOS DE APLICACIÓN

La psicología de la seguridad laboral se define como la disciplina de la psicología que estudia la parcela del comportamiento humano referido a la seguridad en el contexto del trabajo y de las organizaciones (Meliá, 1999).

De esta definición se establece que un objeto de estudio central de esta disciplina es el *comportamiento de seguridad de los trabajadores*. Es decir, esta disciplina aborda el componente de seguridad del comportamiento de los trabajadores, el cual, se refiere al grado de seguridad o inseguridad con el que los trabajadores desarrollan todas y cada una de las tareas que implica su trabajo, así como todos aquellos factores que afectan al mismo o se derivan de él relevantes para su estudio.

El comportamiento de seguridad se refiere tanto a la conducta segura como a la insegura en sus diversos grados. De un modo general, los comportamientos de trabajo seguros implican la realización de las tareas mediante el cumplimiento de las reglas de seguridad, la implementación de los métodos o procedimientos seguros propios de cada actividad, el uso adecuado de los medios, instrumentos y/o máquinas, así como el uso adecuado de los equipos de protección individual. Adicionalmente, también incluye los comportamientos que afectan a la seguridad positivamente autogenerados por los miembros de las organizaciones.

La importancia del comportamiento de seguridad de los trabajadores como objeto de estudio de la psicología de la seguridad laboral radica en el hecho, ampliamente reconocido, de que el

comportamiento humano está implicado, de un modo esencial, en las cuestiones relativas a la ocurrencia de los accidentes en el trabajo. Diversos autores han señalado que el 90% de los accidentes de trabajo ocurren como resultado de los actos inseguros por parte de los trabajadores (e.g., Krause, 1995; Salminen & Tallberg, 1996; Williamson & Feyer, 1990). Sin embargo, Heinrich (1931) es considerado el primero en desarrollar una teoría en la que se pone de relieve este hecho. Concretamente, en su llamada teoría del dominó sobre la causación de accidentes, indicó que el 88% de los accidentes eran causados por actos o comportamientos inseguros, el 10% eran debidos a condiciones de trabajo inseguras y el restante 2% a causas imprevisibles.

Partiendo de este hecho, los enormes costes personales, sociales y económicos asociados a la siniestralidad laboral en la mayoría de los países desarrollados, justifican los esfuerzos científicos que durante las últimas décadas se han realizado en torno a la explicación, pronóstico, diagnóstico y modificación del comportamiento de seguridad en el entorno laboral. De este modo, en la psicología de la seguridad laboral pueden identificarse tres ámbitos principales: el de investigación, el diagnóstico y el de intervención. En cada uno de estos ámbitos pueden identificarse objetivos específicos cuya consecución se persigue mediante diferentes tareas y métodos.

Desde el ámbito de la investigación, en esta disciplina, el principal objetivo es la explicación y pronóstico del comportamiento seguro e inseguro que realizan los trabajadores. Este objetivo es perseguido mediante:

- a) La identificación de los factores de naturaleza organizacional, psicosocial y comportamental que están relacionados o influyen

en los comportamientos seguros e inseguros en el contexto laboral.

- b) La elaboración de modelos explicativos que integran a los comportamientos seguros e inseguros, los diversos factores que los afectan y la influencia de ambos en la ocurrencia de accidentes.

Desde un ámbito diagnóstico, el propósito de esta disciplina es la evaluación del estado puntual de la seguridad relativa a factores de naturaleza organizacional, psicosocial y comportamental en los diferentes contextos laborales. Este objetivo es conseguido mediante:

- a) La elaboración y validación psicométrica de cuestionarios y otro tipo de instrumentos de evaluación de los factores psicosociales asociados a siniestralidad en el contexto laboral.
- b) La elaboración y validación de instrumentos para el registro objetivo del comportamiento seguro e inseguro de los trabajadores.

Desde el ámbito de la intervención, su principal objetivo es la reducción y modificación de los comportamientos inseguros de los trabajadores y de este modo, la reducción de la siniestralidad, la mejora de la salud, seguridad y bienestar en las organizaciones. Este objetivo es perseguido mediante el diseño y posterior validación científica de metodologías de intervención dirigidas a disminuir la frecuencia de comportamientos inseguros y aumentar el estado de seguridad y salud en diversas condiciones de trabajo. Concretamente, desde la psicología de la salud laboral existen diferentes métodos que comparten un conjunto específico de características y que se identifican bajo la denominación genérica de "metodología de intervención en seguridad basada en el

comportamiento” y conocida en inglés como Behavior-Based-Safety (BBS).

2. LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO

La metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento se refiere a un conjunto amplio de métodos basados en la psicología de la seguridad laboral que comparten unas mismas bases teóricas, técnicas de intervención, principios de aplicación y proceso general de implementación.

Este tipo de metodología ha sido aplicada durante décadas en gran cantidad de sectores de actividad y países. De hecho, se dispone de diversos manuales en los que se describen las características de esta metodología referidas principalmente a sus condiciones y proceso de aplicación (p.e., Geller, 1998, 2001; Geller & Williams, 2001; Krause, Hidley, & Hodson, 1996; Petersen, 1980; Sulzer-Azaroff, 1982).

A continuación, se presenta una descripción pormenorizada de este tipo de metodología de intervención.

2.1. MARCO TEÓRICO

La metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento asienta sus bases teóricas en los fundamentos científicos de la psicología del aprendizaje. Concretamente, su núcleo esencial, lo hace en los conceptos de la aproximación de la modificación de conducta (Skinner, 1938, 1969, 1974),

posteriormente ampliada y extendida por numerosísimas investigaciones.

Desde la aproximación de la modificación de conducta, Skinner (1938) desarrolló los principios del condicionamiento operante que es un tipo de aprendizaje referido al desarrollo de nuevas conductas en función de sus propias consecuencias.

Según los principios del condicionamiento operante, el comportamiento humano se concibe como un mecanismo adaptativo de forma que aquellos comportamientos que son seguidos consistentemente por consecuentes positivos tienden a incrementar su probabilidad de aparición. Concretamente se establece que, debido a un proceso de aprendizaje, la respuesta o el comportamiento humano ante un determinado estímulo depende de las consecuencias que esa misma respuesta o comportamiento haya tenido anteriormente. Así, es la naturaleza de las consecuencias (deseables o indeseables) que siguen a un comportamiento la que modifica (aumenta o disminuye) la probabilidad de repetir el mismo comportamiento en el futuro. De este modo, las consecuencias deseables tienden a fortalecer una conducta contingente a éstas, mientras que las consecuencias indeseables o la mera ausencia de consecuencias positivas tienden a debilitar una conducta.

Desde esta aproximación, el cambio comportamental puede conseguirse mediante diversas técnicas que influyan o modifiquen las consecuencias que siguen a determinadas respuestas o comportamientos. A pesar de que los conceptos de esta aproximación teórica fueron desarrollados inicialmente a través de experimentos de laboratorio, éstos han demostrado tener una amplia aplicabilidad para conseguir cambios comportamentales en una gran variedad de contextos aplicados (Kazdin, 1973; Nemeroff & Karoly, 1991). De hecho, algunos autores han distinguido entre los términos

modificación de conducta y análisis del comportamiento aplicado, reservando este último para las aplicaciones que se realizan en contextos naturales tales como los contextos laborales (p.e., Dejoy, 2005)

Dada la demostrada relación entre el desarrollo de comportamientos inseguros por parte de los trabajadores en el contexto laboral y la ocurrencia de accidentes, la relación de esta aproximación teórica con la seguridad en el trabajo radica en su utilidad para modificar el comportamiento de carácter inseguro que desarrollan los trabajadores.

Sulzer-Azaroff (1982) argumentó que los comportamientos inseguros que realizan los trabajadores persisten porque frecuentemente son reforzados de forma natural de algún modo. Esto es, muchos comportamientos inseguros de los trabajadores son reforzados positiva o negativamente, y este hecho contribuye a aumentar la probabilidad de que dichos trabajadores vuelvan a realizar esos mismos comportamientos cuando se produzcan circunstancias similares.

Por ejemplo, un comportamiento inseguro puede ser reforzado positivamente en condiciones naturales cuando su realización permite al trabajador alcanzar una mayor productividad, la cual a su vez conlleva el alcance de mayores recompensas tangibles o hasta un cierto refuerzo social ofrecido en forma de muestras de admiración por los compañeros o supervisores. Igualmente, un comportamiento inseguro puede ser reforzado negativamente de forma natural cuando realizarlo, permite al trabajador terminar una tarea desagradable o incómoda para él, en una cantidad de tiempo menor o con menos esfuerzo que si la hubiera realizado mediante el comportamiento seguro que dicha tarea exige.

Por otro lado, los comportamientos inseguros que realizan los trabajadores también pueden ir seguidos de consecuencias negativas tales como los accidentes, sin embargo éstas pueden ser realmente infrecuentes. Por ello, la capacidad de dichas consecuencias para disminuir la probabilidad de ocurrencia de este tipo de comportamientos es muy limitada.

A continuación se presentan los principios de la aproximación de la modificación de conducta que pueden ser aplicados al contexto de la modificación de conductas de seguridad realizadas en el contexto laboral:

- *El comportamiento puede ser medido:*

El comportamiento puede ser específicamente definido en términos observables y posteriormente medido mediante técnicas de observación sistemática. En el contexto de la seguridad en el trabajo, los comportamientos seguros e inseguros pueden ser definidos en términos operativos y observables mediante diversas técnicas tales como el análisis específico de tareas o el juicio de expertos. De este modo puede obtenerse un lista de conductas de trabajo relevantes para la seguridad que puede consistir en un conjunto de conductas inseguras asociadas a accidentes y sus respectivas conductas seguras que son alternativas a las anteriores. Así por ejemplo, una conducta insegura definida en términos observables y operativos relevante en el sector de la construcción sería: "El trabajador elimina una barandilla para acceder al borde de una altura sin utilizar medios de protección individual de evitación de caídas".

- *El comportamiento es una función de sus consecuencias:*

El comportamiento puede ser analizado en términos de sus antecedentes (eventos anteriores a la ocurrencia del comportamiento que se relacionan con el mismo de un modo causal) y sus consecuencias (resultados posteriores del comportamiento para el individuo que influyen en la probabilidad de que ese comportamiento se repita).

Por ejemplo, pueden considerarse como antecedentes: la exigencia de reglas y procedimientos de trabajo seguros, el suministro de los equipos de protección individual adecuados, el conocimiento del trabajador del daño potencial de ciertos comportamientos inseguros, la presencia de información de seguridad en el lugar de trabajo. Estos antecedentes son necesarios para que el comportamiento ocurra, o faciliten que éste aparezca. Sin embargo, el hecho de que éste sea seguro o inseguro, vendrá determinado por las consecuencias individuales o colectivas de la realización de uno u otro.

Este tipo de análisis proporciona una mayor comprensión de porqué se producen ciertos comportamientos inseguros y por tanto facilita su cambio, a través de la modificación de sus consecuencias. En el contexto de la seguridad en el trabajo, la realización y mantenimiento de los comportamientos inseguros pueden explicarse atendiendo a estos conceptos.

Generalmente, puede entenderse que los trabajadores pueden comportarse de un modo inseguro porque ese comportamiento es reforzado de algún modo. Por ejemplo, un trabajador realiza un acto inseguro que le permite realizar su tarea de forma rápida y con ello, alcanzar los objetivos de producción que son recompensados social y económicamente. En este caso, la naturaleza de las consecuencias deseables

(reconocimiento social y/o recompensa económica) que siguen al acto inseguro tienden a aumentar la probabilidad de que éste se vuelva a repetirse en un futuro.

- *El comportamiento puede cambiarse:*

El comportamiento puede cambiarse mediante la implementación de diversas técnicas de intervención comportamental específicas cuyo objetivo general es influir o modificar las consecuencias contingentes a determinadas respuestas o comportamientos.

2.2. PRINCIPIOS CLAVE

Geller (2005) describe siete principios básicos que deben considerarse en la planificación de cualquier programa de intervención en seguridad que se enmarque en la metodología basada en el comportamiento.

2.2.1. Focalizar la intervención en las conductas de seguridad observables

La metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento centra su atención en las manifestaciones comportamentales de los trabajadores. Concretamente focaliza su atención en cada una de las conductas relacionadas con la seguridad que los trabajadores realizan para llevar a cabo las tareas principales que requiere su puesto de trabajo.

Las conductas de los trabajadores que son objeto de estudio e intervención en este tipo de metodología cumplen con una serie características principales.

En primer lugar, estas conductas se caracterizan por ser muy específicas y fácilmente observables. Esta condición permite que conductas objeto de estudio e intervención realmente puedan ser registradas fácilmente por las personas encargadas de esta tarea en el marco del proceso de implementación del programa de intervención.

En segundo lugar, las conductas se refieren tanto a comportamientos seguros que se relacionan con condiciones de trabajo que minimizan el riesgo de accidente, como a comportamientos inseguros que se relacionan de forma importante con la ocurrencia de accidentes en un determinado contexto de trabajo.

Así, en este tipo de metodología, las conductas específicas y observables seguras o inseguras son las que se intentan comprender, explicar y en último lugar, modificar mediante técnicas específicas de intervención comportamental.

2.2.2. Observar los factores externos para comprender y mejorar el comportamiento

La metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento reconoce que las causas del comportamiento humano se encuentran tanto en factores internos como externos. Sin embargo, esta metodología focaliza su atención en los factores externos que influyen en la conducta humana. Concretamente, considera que es más efectivo, práctico y menos costoso, identificar los factores externos que influyen a un determinado

comportamiento de seguridad y posteriormente intervenir sobre él para modificarlo que realizar el mismo proceso sobre los factores internos.

Entre los factores externos que pueden influir en el comportamiento de los trabajadores destacan las diferentes prácticas de gestión y supervisión que desarrollan los diferentes agentes de la organización o las dinámicas de interacción social que pueden surgir entre los trabajadores.

Generalmente, estas prácticas o dinámicas de interacción, pueden influir en el comportamiento de los trabajadores de un modo directo e identificable o también de un modo más inadvertido o sutil. En el caso de que lo hagan de un modo directo, el análisis de las causas del comportamiento es más sencillo y por tanto, también es más fácil la comprensión y explicación del mismo. Sin embargo, en muchos casos, dichos factores externos influyen en el comportamiento de un modo más inadvertido y es entonces cuando se hace necesario un análisis pormenorizado y atento de los mismos para llegar a comprender y explicar el comportamiento. En estos casos es muy importante la correcta identificación de algunos factores externos. Concretamente, debe atenderse especialmente a aquellos que puedan estar fomentando comportamientos inseguros (p.e., presiones de tiempo por parte de un superior para finalizar una tarea) que posteriormente sean reforzados de algún modo y que por tanto, se esté aumentando su frecuencia.

En este sentido, un factor externo (p.e., las presiones de tiempo que ejerce un superior de manera verbal para que los trabajadores finalicen una tarea en un tiempo limitado) puede ser la causa de un comportamiento inseguro (p.e., el trabajador escoge realizar una tarea mediante un comportamiento inseguro que le permite terminar la tarea más rápidamente en lugar de realizarla

mediante el comportamiento seguro que le llevaría más tiempo). Posteriormente este comportamiento inseguro es reforzado de algún modo (p.e., ese mismo trabajador recibe mensaje verbal por parte de su superior en muestra de reconocimiento por haber terminado la tarea rápidamente o recibe algún tipo de compensación económica). De esta manera aumenta la probabilidad de que cuando ese trabajador vuelva a recibir presiones de tiempo por parte de un superior, vuelva a realizar un comportamiento inseguro si con ello logra disminuir el tiempo que tarda en realizar la tarea.

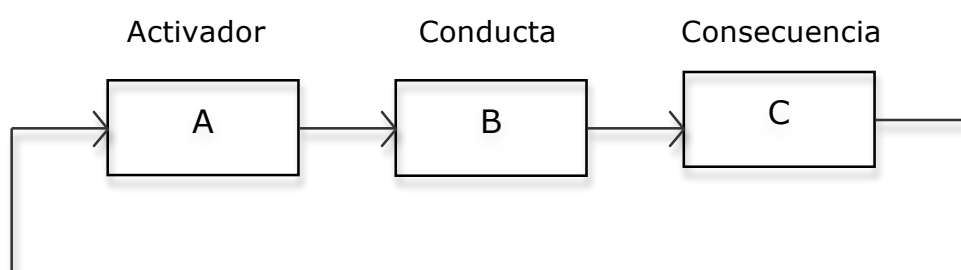
2.2.3. Dirigir con activadores y motivar con consecuencias

La metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento tiene como objetivo que los trabajadores desarrollen conductas seguras y abandonen las conductas inseguras.

Para conseguir este objetivo es clave conseguir una comprensión de las condiciones específicas en las que se produce un determinado comportamiento seguro o inseguro y de las razones por las cuales se mantiene.

Esta comprensión puede obtenerse mediante la aplicación del modelo ABC de la conducta (Figura 1) que explica el desarrollo y mantenimiento de las conductas.

Figura 1. Modelo ABC de la conducta



El modelo ABC de la conducta describe un esquema a través del que se desarrolla una determinada secuencia de aprendizaje. En este esquema, el *activador* (A) es una señal percibida por la persona que precede y origina que ésta realice una determinada *conducta observable* (B), la cual produce una determinada *consecuencia* (C) que puede ser deseable o indeseable para ella.

La persona puede aprender una secuencia de este tipo mediante su propia experiencia o de forma observacional. Posteriormente, una vez que se ha producido este aprendizaje, este mismo esquema describe el mecanismo esencial a través del que la persona mantiene determinados comportamientos. Concretamente, un determinado *activador* funcionará como desencadenante de una determinada *conducta* porque la persona ha aprendido anteriormente y está motivada para conseguir una determinada *consecuencia* deseable o evitar una indeseable.

De este modo, conocer las condiciones concretas que desencadenan una determinada conducta (segura o insegura) y las consecuencias que promueven su mantenimiento, son los aspectos clave que se pueden modificar con el objetivo de producir un cambio en la conducta en cuestión.

2.2.4. Motivar el comportamiento mediante una orientación a las consecuencias positivas

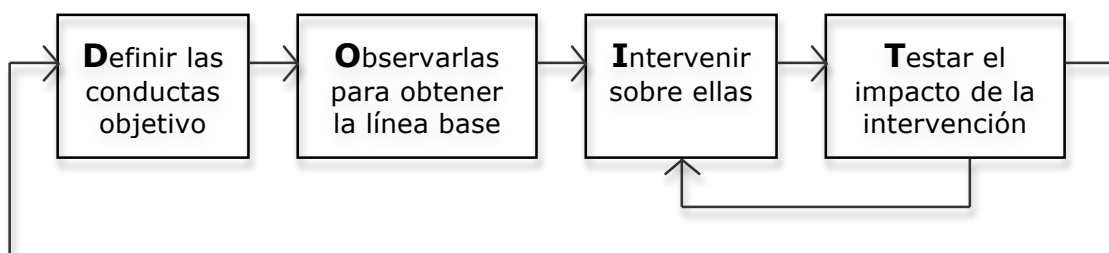
Este principio se refiere a que este tipo de metodología se dirige a una promoción del comportamiento seguro más que a la mera evitación o castigo de un comportamiento inseguro. Con ello, considera que el mejor modo de que no se produzca un comportamiento inseguro es determinar el comportamiento seguro incompatible y realizar una asociación contingente de este último con

consecuencias positivas. Tal como indica Cooper (1994) para que el castigo fuera efectivo, tendría que cumplir las condiciones de producirse siempre que el acto inseguro ocurre y tan rápido como fuera posible. Estas condiciones son difíciles de conseguir en el contexto de trabajo porque es imposible que la persona responsable de observar tales conductas pueda observarlas siempre. Por ello, dicho autor señala que reforzar el comportamiento seguro es más práctico porque no necesita ser recompensado siempre ni de manera inmediata.

2.2.5. Aplicar el método científico para controlar y mejorar la intervención

Este principio se refiere a que la implementación de un programa de intervención en seguridad basada en el comportamiento debe contemplar tanto un proceso de control continuo de los resultados como un intento de mejora constante de los mismos. Este control y mejora deben realizarse mediante la aplicación de un método de trabajo que abarca una secuencia continua formada por cuatro pasos clave (Figura 2). Concretamente, esta secuencia puede expresarse mediante las fases cuyo nombre conforman el acrónimo DOIT (Definir, Observar, Intervenir y Testar).

Figura 2. Método de trabajo referido al proceso DOIT para controlar y mejorar la intervención



El primer paso del proceso se refiere a la realización de una primera fase de Definición (D) de ciertas conductas de trabajo que se relacionan directamente con la seguridad. Por un lado, esta definición puede referirse a conductas seguras que se desean promover en los trabajadores y que a su vez, son incompatibles con la realización de las conductas inseguras que se desean sustituir. Por otro lado, esta primera definición también puede referirse a conductas seguras con independencia de que se asocien a una determinada conducta insegura. En ambos casos, la definición de estas conductas debe ser operativa, es decir, referirse a aspectos observables y que por tanto puedan registrarse fácilmente. Así, el resultado de este primer paso es la obtención de un conjunto determinado de conductas clave para la seguridad definidas operacionalmente. Este conjunto debe estar formado por pocas conductas pero importantes para la seguridad.

Una vez que se dispone de un conjunto de conductas relevantes para la seguridad definidas operacionalmente se inicia la segunda fase del proceso que se refiere a la Observación (O). Esta observación se realiza sobre las conductas clave definidas en el paso anterior. El objetivo de esta observación es establecer una línea base que permita conocer la frecuencia y variabilidad con la que se producen dichas conductas. Este proceso de observación no debe ser considerado como un procedimiento que permite identificar a los trabajadores que realizan comportamientos inseguros para culpabilizarlos. Todo lo contrario, debe considerarse como un proceso de aprendizaje acerca de las condiciones en las que se producen los comportamientos relacionados con la seguridad.

Existen ciertas condiciones técnicas que indican cuándo puede realizarse la tercera fase que es la Intervención (I). Entre estas condiciones destaca la consecución previa de una estabilidad de los parámetros de frecuencia y variabilidad de la línea base. Igualmente

en el momento de la intervención deben considerarse especialmente los aspectos indicados en los principios 2 y 3 de este apartado.

Concretamente, la intervención se refiere a la aplicación de determinadas estrategias de intervención comportamental durante un periodo de tiempo más o menos prolongado con el objetivo final de incrementar la ocurrencia de comportamiento seguros y disminuir la ocurrencia de comportamientos inseguros.

Generalmente las técnicas de intervención más eficaces son: (a) el feedback comportamental que consiste en informar a los trabajadores sobre el comportamiento de seguridad que han realizado durante un determinado espacio de tiempo; (b) el establecimiento de metas referidas a la seguridad de modo individual o colectivo (c) la formación de los trabajadores en la metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento; y (d) la puesta en marcha de programas de incentivos o recompensas individuales o grupales, generalmente, bajo los denominados programas de economía de fichas. También destacan otras estrategias complementarias como la presentación de acciones correctivas, así como la colocación de consignas de seguridad o slogans diseñados por los propios trabajadores.

Durante el proceso de intervención se sigue realizando la observación del conjunto de conductas establecido. Este registro continuado permite realizar la cuarta fase del proceso de trabajo que es Testar (T) el impacto de la intervención. Concretamente, el registro continuado de las conductas objeto de intervención permite obtener una información valiosa para la toma de decisiones acerca de si las técnicas de intervención aplicadas deben mantenerse, adaptarse o sustituirse. Así, por ejemplo, en el caso de que se obtengan los cambios deseados en el conjunto de conductas objeto de intervención, la intervención puede mantenerse incluyendo

nuevas conductas. En el caso de que no se obtengan los cambios deseados, debe analizarse el contexto de intervención para introducir adaptaciones de la técnica de intervención o incluso sustituir ésta por otra diferente.

2.2.6. Utilizar los conocimientos teóricos para integrar la información

Este principio se refiere a que las bases teóricas en las que se asienta esta metodología deben considerarse de un modo prioritario para dar sentido e intentar explicar la información que se va registrando.

De este modo, en un proceso de intervención debe considerarse la necesidad de adaptar los procedimientos incluidos en cualquiera de sus fases a las características del contexto, siempre considerando la información que se va obteniendo. Con este principio se destaca la necesidad de evitar una visión demasiado estricta de los modos en los que debe abordarse cada una de las fases del proceso ya que lo contrario podría llevar a resultados menos favorables y a desaprovechar oportunidades relevantes de aprendizaje y mejora.

2.2.7. Diseñar las intervenciones considerando los sentimientos y las actitudes

Este principio se refiere a que aunque este tipo de intervención se centra en la modificación del comportamiento de los trabajadores, por ello no deja de interesarse por los sentimientos y las actitudes que éstos experimentan durante la intervención.

Concretamente, se considera que la modificación comportamental tiene la capacidad de influir indirectamente sobre los sentimientos y actitudes de los trabajadores de forma positiva o negativa. Así, la forma en que se desarrolla la intervención tiene la capacidad de influir en aspectos tales como los sentimientos de autonomía de los trabajadores, su confianza, su sensación de pertenencia al grupo y su disposición para trabajar en equipo (Geller, 2002). Por todo ello, este tipo de intervenciones debe considerar los sentimientos y actitudes que se producen durante la intervención. Esta tarea puede realizarse mediante entrevistas, discusiones de grupo o encuestas de percepción.

2.3. TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN COMPORTAMENTAL

En el contexto de la seguridad en el trabajo, existen técnicas de intervención comportamental basadas en el concepto del refuerzo positivo y que aplicadas de un modo regular y específico consiguen modificar el comportamiento de seguridad que realizan los trabajadores, bien sea disminuyendo la probabilidad de ocurrencia de comportamientos inseguros o aumentando la probabilidad de ocurrencia de comportamientos seguros.

2.3.1. Feedback

El feedback es la técnica comportamental aplicada por excelencia y utilizada con mayor frecuencia en los estudios que implementan programas de intervención comportamental para la mejora de la seguridad en el contexto laboral.

El feedback consiste en aportar información a los trabajadores periódicamente sobre su desempeño con respecto a una variable de seguridad que es evaluada previamente mediante un proceso de observación.

Generalmente, las variables relacionadas con la seguridad sobre las que se ofrece feedback son: el porcentaje de comportamientos seguros y el porcentaje de trabajadores realizando las tareas de un modo completamente seguro.

El proceso de feedback permite a los trabajadores obtener un conocimiento preciso de si están realizando determinados comportamientos de forma segura o insegura. Esta información ofrecida a los trabajadores con respecto a su desempeño actúa como refuerzo para ellos, de manera que se incrementa la probabilidad de ocurrencia de los comportamientos considerados.

Finalmente, cabe destacar que la técnica del feedback puede implementarse mediante diversas combinaciones según los siguientes aspectos:

- Modo de implementación: verbal y/o gráfico
- Población objetivo: individual y/o grupal
- Visibilidad: público o privado
- Frecuencia: diaria o semanal
- Agente que lo proporciona: compañeros, supervisores, personal de seguridad, gerentes u otro personal externo

2.3.2. Establecimiento de metas

El establecimiento de metas como técnica de intervención mediante la que mejorar el comportamiento de seguridad en el contexto laboral asienta sus bases teóricas en la teoría motivacional

del establecimiento de metas de Locke (1968). Una de las principales premisas de esta teoría establece que la decisión consciente de un individuo de conseguir una meta determinada es una de las causas inmediatas de su comportamiento posterior.

La importancia del establecimiento de metas como técnica de intervención radica en que las metas son capaces de afectar al comportamiento del individuo o del grupo porque dirigen su atención y sus acciones, es decir, movilizan el esfuerzo e incrementan la motivación del individuo. Por tanto, se considera que las metas actúan como potentes reguladoras del comportamiento humano.

La aplicación de esta técnica de intervención en el ámbito laboral, se describe como una técnica altamente efectiva y capaz de mejorar el rendimiento de los trabajadores referido a diferentes aspectos organizacionales tales como la seguridad, la productividad o la calidad (Latham & Yukl, 1975; Locke & Lathan, 1990). Desde esta teoría se especifica que los mejores resultados en cuanto al cambio comportamiento se obtienen cuando al individuo o al grupo se le presentan metas específicas, difíciles, pero que ellos mismos perciben como alcanzables.

Concretamente, la técnica del establecimiento de metas en el ámbito de la seguridad consiste en establecer (de forma auto-fijada, asignada o participativa) un determinado nivel de rendimiento referido a algún aspecto relacionado con el desempeño de seguridad que deberá alcanzar un individuo o grupo. Generalmente se establece la meta de alcanzar un determinado nivel en las siguientes variables dependientes: porcentaje de comportamientos seguros y porcentaje de trabajadores realizando las tareas de un modo completamente seguro.

Además, esta técnica conlleva la realización de un proceso de evaluación continuo de la variable dependiente que sea objeto de intervención. En relación a esta técnica, este proceso de evaluación se realiza con el objetivo de obtener un control exhaustivo y periódico de la medida en que la meta considerada se está alcanzando. Complementariamente, dado que el establecimiento de metas se implementa frecuentemente junto con la técnica del feedback, este proceso de evaluación permite ofrecer información a los trabajadores en relación a su progreso en el nivel de desempeño. De hecho diversos autores sugirieron que su aplicación era necesaria de forma conjunta para obtener el mejor rendimiento en diferentes aspectos organizacionales (p.e., Locke, Shaw, Saari, & Latham, 1981; Locke & Latham, 1984). En el contexto de la seguridad laboral, Reber y Wallin (1984) y Reber, Wallin, y Chhokar (1990) evaluaron el efecto diferencial de la aplicación de dichas técnicas de forma conjunta o aislada y los mejores resultados referidos al desempeño de seguridad (mejora del comportamiento de seguridad de los trabajadores y disminución de accidentes) se obtuvieron cuando ambas técnicas se aplicaron de forma conjunta.

2.3.3. Programa de economía de fichas o incentivos

La implementación de programas de economía de fichas o incentivos ha demostrado ser una técnica de intervención comportamental eficaz para mejorar la seguridad en el contexto laboral (p.e., Brown, 1977; Zohar, 1980; Zohar, Cohen, & Azar, 1980; Fox, Hopkins, & Anger, 1987).

Esta técnica consiste en la puesta en marcha de un programa en el que se entregan fichas (canjeables por unos determinados reforzadores) o incentivos a los trabajadores de una manera

contingente a las conductas seguras que se desean establecer o incrementar.

El proceso de implementación de este tipo de programas consta de tres fases diferenciadas.

La primera fase es la del establecimiento de la ficha o incentivo como reforzador de la conducta de seguridad deseada. En esta fase se define de manera operativa cada uno de los comportamientos de seguridad que se desean establecer o incrementar y se especifica el valor de las fichas o los incentivos que el trabajador recibirá cuando realice cada uno de ellos.

La segunda fase es la aplicación contingente de las fichas o incentivos a las conductas de seguridad deseadas. En esta fase se realiza un proceso de observación de cada uno de los comportamientos de los trabajadores definidos operativamente en la fase anterior para proporcionar un modo contingente las fichas o incentivos que se hayan especificado.

La última fase es la de desvanecimiento o finalización del control de las conductas por fichas o incentivos. Dado que el objetivo último de un programa de economía de fichas es facilitar la aparición y consolidación de las conductas seguras, una vez que éstas se han dado y están consolidadas, el último paso es eliminar progresivamente las fichas o incentivos como reforzadores y poner esas conductas bajo el control de las condiciones habituales "normales" en que actúan los trabajadores.

2.4. PROCESO GENERAL

El proceso de implementación de una intervención comportamental para la mejora de la seguridad ha sido presentado

en diversos trabajos que describen el proceso general de intervención capaz de producir los cambios comportamentales más eficaces.

Saari (1994) señala que los programas comportamentales de mejora de la seguridad laboral deben seguir las siguientes fases: (a) Definir las tareas en unidades específicas de comportamiento que puedan ser observadas y establecer los comportamientos seguros que se pretenden incrementar; (b) Comunicar y enseñar claramente a los trabajadores los comportamientos seguros que se pretenden fomentar; y (c) Ofrecer feedback a los trabajadores (regular y continuado) acerca del nivel de seguridad que debe ser medido mediante un instrumento de medida objetivo.

Según Sulzer-Azaroff y Austin (2000), la implementación de una metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento puede variar ampliamente en su complejidad. Cada una de las fases incluye elementos que pueden implementarse según diferentes variaciones para adaptarse a las circunstancias específicas de la intervención. Entre los principales elementos que pueden variar destacan la frecuencia y el foco de observación y el diseño de la estructura de las técnicas de intervención. Aún así, los autores afirman que pueden identificarse las siguientes fases comunes: (1) Identificar los comportamientos que influyen en la seguridad; (2) Definir esos comportamientos de un modo lo bastante preciso como para que puedan ser medidos fiablemente; (3) Desarrollar e implementar herramientas de medición de esos comportamientos para determinar su nivel actual y poder establecer metas razonables; (4) Ofrecer feedback; y (5) Proporcionar refuerzo del progreso.

Dejoy (2005) caracteriza a los programas dirigidos a la mejora de la seguridad basados en el comportamiento como un proceso continuo y analítico o conducido por los datos. En este sentido,

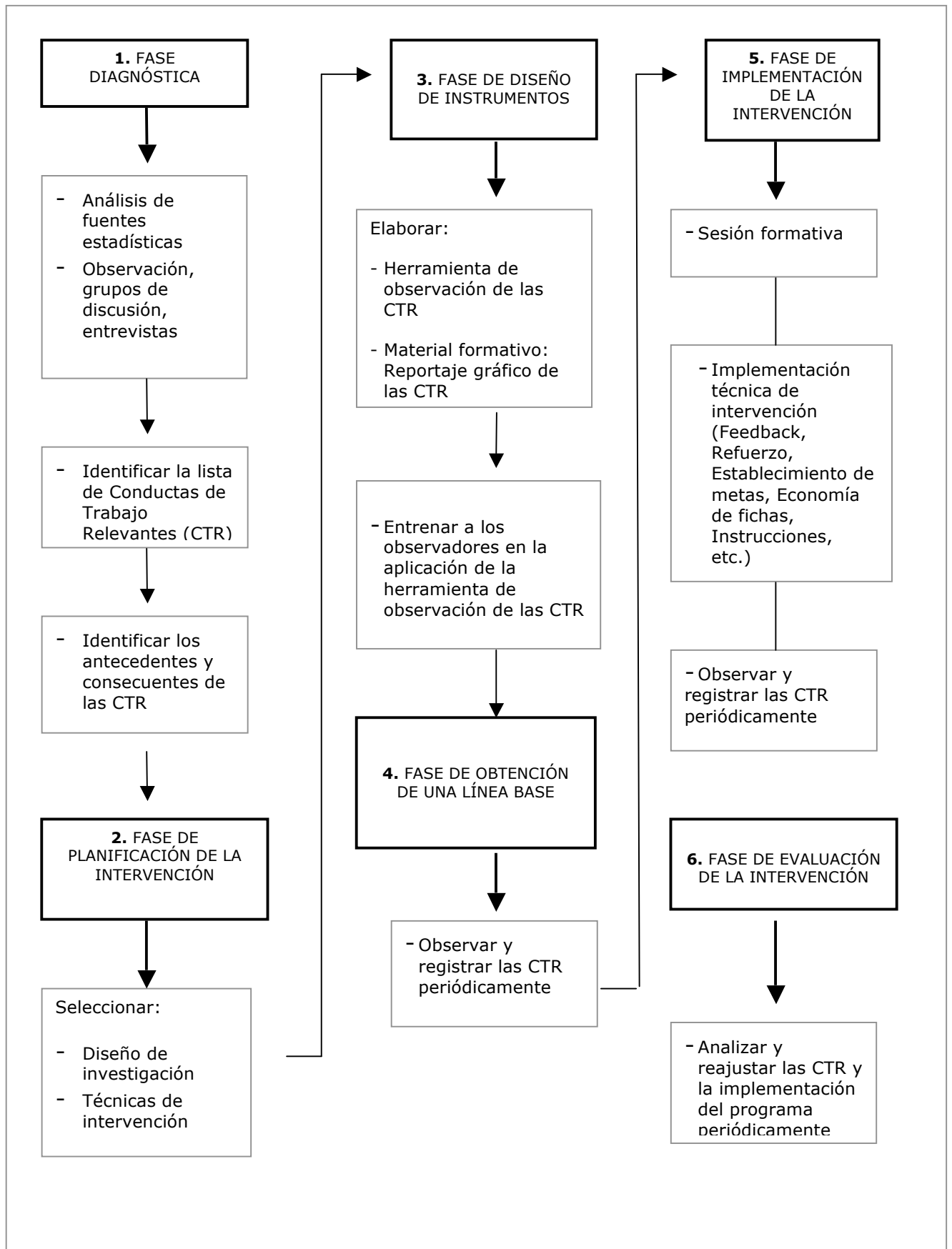
resume el proceso de este tipo de programas en las siguientes cuatro etapas: (a) Definición objetiva de los comportamientos o prácticas de trabajo críticas o claves en función de su capacidad potencial para producir accidentes u otras pérdidas; (b) Observación sistemática del desempeño referido a esos comportamientos para medir el progreso de forma periódica durante un cierto plazo; (c) Establecimiento de metas acerca del nivel de desempeño a conseguir en los comportamientos identificados anteriormente y ofrecimiento de información periódica a los trabajadores acerca del desempeño en los mismos (feedback) o algún otro tipo de refuerzo contingente para incrementar la probabilidad del desempeño de los comportamientos deseables y disminuir la realización de los comportamientos indeseables; y (d) Colocación periódica de información gráfica referida al desempeño de seguridad de los trabajadores en un lugar de trabajo visible para todas las personas implicadas en el proceso.

Al-Hemoud y Al-Asfoor (2006) describen el proceso de intervención en seguridad basada en el comportamiento en tres fases. La primera fase consiste en la identificación específica de los comportamientos deseados que pueden mejorar la seguridad y que pueden ser establecidos mediante el análisis de los registros de accidentabilidad, la observación directa y/o las quejas de los empleados. La segunda fase consiste en el desarrollo de descripciones operativas de esos comportamientos de seguridad que se han identificado, en la realización de un muestreo observacional del trabajo que realizan los empleados para registrar su desempeño referido a esos comportamientos de seguridad y en el establecimiento de una línea base de dichos comportamientos. La tercera fase consiste en suministrar feedback a los trabajadores referido a su desempeño en los comportamientos de seguridad, además de motivarlos a mejorar su desempeño de seguridad mediante el cumplimiento de los procedimientos de trabajo seguros.

Cooper (2007) describe este proceso en cinco fases: (a) Identificación de los comportamientos inseguros; (b) Desarrollo de una herramienta de observación apropiada; (c) Formación de los observadores; (d) Evaluación de los comportamientos seguros; y (d) Feedback.

Si bien existen ligeras diferencias entre las fases propuestas, es posible describir el proceso general de implementación de la metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento según un proceso que incluye seis fases principales (Figura 3). Estas fases son: (1) Fase diagnóstica, (2) Fase de planificación de la intervención; (3) Fase de diseño de instrumentos; (4) Fase de obtención de una línea base; (5) Fase de implementación de la intervención; y (6) Fase de evaluación de la intervención. En los siguientes apartados se explican las principales características de cada una de ellas.

Figura 3. Proceso general de un método de intervención en seguridad basado en el comportamiento



2.4.1. Fase diagnóstica

La primera fase de la implementación de este tipo de metodologías consiste en una fase diagnóstica que implica la realización de la técnica del análisis funcional de la conducta. El objetivo de esta técnica comportamental es identificar y definir concretamente un conjunto de Conductas de Trabajo Relevantes (CTR) para la seguridad así como los antecedentes y consecuentes que influyen en las mismas. Una conducta de trabajo relevante para la seguridad es una conducta segura que es incompatible con una o varias conductas de trabajo inseguras directamente implicadas en la ocurrencia de accidentes (Chhokar & Wallin, 1984). La identificación de los antecedentes y consecuentes que influyen en cada una de las conductas relevantes persigue comprender las condiciones o estímulos que provocan o inhiben las mismas, así como las consecuencias positivas o negativas que provocan.

El conjunto de conductas de trabajo relevantes para la seguridad debe estar formado por un número limitado de conductas que reúnan una serie de características. Sulzer-Azaroff y Austin (2000) señalan que estas conductas deben ser válidas, es decir, objetivas, correctas y completas. En este sentido, Tuttle, Wood, Grether, Reed, y Smith (1974) también señalan las características que debían reunir estas conductas para que se pudiera realizar su posterior observación:

- Ser claramente observables, es decir, identificables por los observadores.
- Estar relacionadas con la seguridad, en el sentido de que deberían ser conductas directamente relacionadas con los accidentes, las lesiones, uso de protecciones o el seguimiento de las normas de seguridad.

- Ser conductas que se presenten de forma bastante frecuente.
- Ser conductas que fueran ejecutadas por la mayor parte del personal bajo análisis para evitar potenciales fuentes de discriminación.
- Ser conductas comprendidas entre las capacidades de los trabajadores.

Algunos ejemplos representativos de este tipo de conductas son: realizar una tarea de trabajo cumpliendo las normas de seguridad específicamente diseñadas para la misma, utilizar adecuadamente los equipos de protección individual o comunicar a un superior la existencia de una condición de trabajo insegura o riesgo específico detectado.

La obtención de este conjunto de conductas puede realizarse mediante el análisis de diversas fuentes de información o la realización de diversas tareas.

Sulzer-Azaroff y Fellner (1984) describieron el siguiente proceso para generar una lista de conductas de trabajo relevantes para la seguridad:

- Revisión de registros e informes sobre seguridad de la propia empresa donde se implementará la intervención ya que estos documentos suelen describir causas, dificultades y otros datos de interés.
- Realización de entrevistas con una muestra representativa de los trabajadores para familiarizarse con las operaciones de la empresa, recibir posibles sugerencias de mejora de los propios interesados y especificar ítems adicionales de conducta.
- Observación del trabajo para obtener nuevos ítems de conducta y familiarizarse con los métodos de trabajo de la organización.

- Establecimiento de prioridades para los ítems observables, y
- Redefinición y clarificación de los ítems.

Por su parte, Fleming y Lardner (2002) exponen algunas estrategias para definir este tipo de conductas entre las que destacan, la revisión de los informes de accidentes previos, el desarrollo de entrevistas con los encargados o supervisores directos de los trabajadores y la consideración de la información proporcionada por juicios de expertos y los resultados de auditorías de seguridad. Meliá (2007) también propone algunas estrategias tales como el análisis de las estadísticas referidas a las principales causas de accidentes en el sector ocupacional objeto de intervención, o la consideración de la información obtenida mediante la observación directa del proceso de trabajo, grupos de discusión o entrevistas individuales o grupales a los trabajadores.

2.4.2. Fase de planificación de la intervención

El objetivo de esta fase es tomar decisiones con respecto a dos aspectos fundamentales: a) el tipo de diseño de investigación a través del cual se articulará la implementación de la metodología de intervención; y b) el tipo de técnica comportamental específica que será utilizada durante la fase de intervención.

2.4.3. Fase de diseño de instrumentos

El objetivo de esta fase es elaborar los instrumentos necesarios para la implementación del proceso de intervención. Específicamente debe diseñarse: a) una herramienta de observación para el registro de las conductas de trabajo relevantes para la seguridad que hayan

sido identificadas en la fase diagnóstica; y b) un material formativo relativo a las mismas.

El objetivo de la herramienta de observación es permitir la obtención de un output de seguridad que se considera como variable dependiente para evaluar la eficacia de la implementación del proceso de intervención. Generalmente, se han utilizado herramientas para calcular un índice porcentual de trabajadores realizando comportamientos seguros, para calcular el porcentaje de comportamientos seguros realizados por todos los trabajadores o para calcular el porcentaje de condiciones de trabajo seguras.

El objetivo principal del material formativo relativo a las conductas de trabajo relevantes para la seguridad es servir como recurso que se utiliza en la formación que deben recibir las personas responsables del registro de las mismas antes del comienzo de la implementación de la metodología. Igualmente, este material será utilizado en la formación que deben recibir los trabajadores implicados al inicio de la fase de intervención. Este material puede consistir en un reportaje gráfico formado por fotografías que incluyen ejemplos representativos de cada una de las conductas de trabajo relevantes para la seguridad identificadas y fotografías de conductas inseguras incompatibles con cada una de ellas.

2.4.4. Fase de obtención de una línea base

El objetivo de esta fase es aplicar periódicamente la herramienta de observación elaborada en la fase anterior para observar las conductas de trabajo relevantes para la seguridad y obtener, en cada registro, un output referido al desempeño de seguridad.

2.4.5. Fase de implementación de la intervención

El objetivo principal de esta fase es implementar la técnica comportamental seleccionada en la fase de planificación de la intervención.

El desarrollo de esta fase implica necesariamente las siguientes tareas principales: a) realizar al menos una sesión formativa de carácter puntual para los trabajadores implicados, y b) continuar con el registro periódico de las conductas de trabajo relevantes para la seguridad acompañado de la técnica comportamental seleccionada.

La sesión formativa incluye los siguientes contenidos: a) explicación de los objetivos y del proceso general del método de intervención que se está desarrollando; b) información acerca de la evolución del desempeño de seguridad desde el comienzo de la metodología de intervención en seguridad hasta ese momento; y c) establecimiento de metas referido a la consecución de un determinado nivel de desempeño de seguridad. El énfasis está en transmitir con claridad las condiciones seguras que deben realizarse y que son objeto de observación.

Después de la sesión formativa inicial, continua el registro de conducta a la vez que se aplica la técnica de intervención seleccionada, por ejemplo, feedback según las condiciones que se haya planificado.

2.4.6. Fase de evaluación de la intervención

El objetivo principal de esta fase es evaluar los cambios del desempeño de seguridad de la fase de implementación de la intervención con respecto a la fase de obtención de la línea base y en su caso, el reajuste del método de intervención.

El reajuste del método de intervención puede realizarse principalmente a través de dos formas. En primer lugar, el método puede reajustarse mediante la implementación de pequeños cambios que se consideren necesarios como resultado de una evaluación continua del método. Esto es, dichos cambios deben implementarse a medida que se desarrolla el método en la fase de intervención, si ésta tiene suficiente duración. Por otro lado, existen los reajustes que deben realizarse como producto de una evaluación final de método de intervención y que se realizan con el objetivo de mantener su vigencia y utilidad posteriores. En este caso, pueden revisarse y readaptarse aspectos tan importantes como si se incorporan nuevas conductas o los refuerzos que se otorgan siguen manteniendo un carácter reforzador para los trabajadores.

Finalmente, cabe destacar que aunque ha sido presentado un proceso general de intervención, tal y como afirman Sulzer-Azaroff y Austin (2000), hay que tener en cuenta la existencia de una amplia posibilidad de variaciones en cada una de las fases y componentes del mismo. En este sentido Dejoy (2005) afirma que aunque este tipo de metodologías de intervención es ampliamente aplicable a diferentes sectores y situaciones de trabajo, cada una de estas aplicaciones necesita ser previamente adaptada.

2.5. DIFICULTADES DE IMPLEMENTACIÓN

La implementación de un programa de intervención según una metodología de intervención comportamental es un proceso complejo en el que pueden surgir algunas dificultades. En general, estas dificultades pueden originarse por parte del equipo de dirección o mandos intermedios, de los propios trabajadores, de los instrumentos de observación utilizados y del proceso de observación. A continuación, se señalan las principales dificultades en relación a cada uno de ellos.

2.5.1. Relacionadas con los equipos de dirección y los mandos intermedios

En este apartado destacan la dificultad de conseguir un compromiso fuerte y visible del equipo de dirección y los mandos intermedios con las propias metas de seguridad de la organización y en concreto con la implementación de un proceso de intervención en seguridad basado en el comportamiento. De hecho, cierta resistencia a este tipo de intervenciones suele ocurrir al principio, la cual es necesaria y posible manejar adecuadamente (Cooper, Makin, Phillips, & Sutherland, 1993). La investigación previa indica que el alto compromiso de los mandos es un factor totalmente crucial en el éxito de este tipo de intervenciones (Cooper, 2010a; Rodgers, Hunter, & Rogers, 1993). Así, para conseguir el éxito de la intervención es necesario un apoyo activo y constante de estos mandos a las tareas de gestión del proceso de intervención que suelen demandar una cierta disposición de recursos humanos, materiales y de tiempo.

2.5.2. Relacionadas con los trabajadores

En este apartado destaca la dificultad para conseguir la implicación de los trabajadores con el programa de intervención. Existen diversos factores que pueden dificultar este compromiso entre los que podría destacarse una percepción de los trabajadores de falta de compromiso de la dirección con el programa o una inadecuada presentación del programa de intervención por parte de el equipo de dirección. En este sentido, Hopkins (2006) también indica que el éxito de este tipo de programas de intervención es limitado cuando los trabajadores presentan desconfianza con respecto a sus mandos y argumenta que justamente la implementación de un programa de estas características puede ser utilizado como oportunidad para promover la confianza de los trabajadores en sus superiores.

Igualmente, destacan las dificultades de implementación derivadas de que los trabajadores no dispongan de los materiales y equipos adecuados así como de que carezcan de las habilidades y conocimientos básicos para desarrollar métodos de trabajo seguro. Ambas condiciones deberían quedar resueltas por parte de la organización, pues su ausencia afectaría directa y negativamente al comportamiento de seguridad que pueden desarrollar los trabajadores, limitando los efectos positivos de la puesta marcha de un programa de intervención en seguridad de carácter comportamental.

2.5.3. Relacionadas con los instrumentos de observación

En este apartado destaca la dificultad de elaborar un instrumento de observación válido y fiable. La dificultad para

conseguir la validez del instrumento puede ser originada por factores tales como la dificultad de seleccionar los comportamientos que deben ser observados. Por ejemplo, puede ocurrir que los comportamientos seleccionados no sean relevantes para la seguridad porque no se ha hecho una evaluación adecuada de los comportamientos relacionados con los accidentes, o que no sean relevantes desde la perspectiva de los directivos o los trabajadores implicados. Por otro lado, la dificultad para conseguir un instrumento fiable puede radicar, principalmente en la dificultad para elaborar una definición clara de los comportamientos o condiciones observables a registrar o de los criterios de evaluación que deben considerarse en la evaluación de cada uno de los comportamientos o condiciones incluidos en el instrumento aplicados en los contextos naturales más o menos complejos.

2.5.4. Relacionadas con el proceso de observación

En este apartado destaca la dificultad para evitar el efecto del proceso de observación sobre la conducta de los trabajadores que puede ocasionar que éstos deseen transmitir una imagen positiva y los resultados obtenidos no reflejen la realidad.

Adicionalmente, pueden surgir dificultades específicas características de la industria y los puestos de trabajo específicos que están siendo objeto de intervención. La naturaleza de los contextos de trabajo, las tareas, la organización del trabajo y de las empresas implicadas puede facilitar o dificultar las condiciones necesarias para los procesos de intervención en seguridad.

2.6. CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONALES

Este apartado tiene como objetivo el presentar las principales características que configuran el contexto organizacional en el que se desarrollan este tipo de programas de intervención y que se relacionan con su eficacia y con el mantenimiento de los resultados a largo plazo.

A pesar de que los programas de intervención basados en el comportamiento han demostrado importantes mejoras en la seguridad en diversos sectores de actividad, existen pocos estudios que dirijan sus esfuerzos de una forma sistemática y objetiva a especificar las características organizacionales que influyen en el éxito de su implementación.

DePasquale y Geller (1999) presentaron un modelo denominado "Safety Success Triad". Este modelo describe que existen tres ámbitos (personal, medioambiental y comportamental) en el contexto de la implementación de un programa de intervención basado en el comportamiento, que tienen la capacidad de condicionar la eficacia de dicho programa. Estos ámbitos son dinámicos e interactúan entre sí. En cada uno de estos aspectos se describe una variable organizacional que tiene la capacidad de influir en la eficacia del programa de intervención. Concretamente, en el aspecto personal se indica la variable de *confianza interpersonal*, en el medioambiental se indica la variable referida al *apoyo de los superiores* y en el comportamental se indica la variable *implicación de los trabajadores*. Este modelo es explicado gráficamente a través de la figura de un triángulo en el que cada ámbito con su respectiva variable organizacional representa un lado del mismo. En el centro se sitúa la variable formación con respecto al proceso de intervención, la cual se sitúa en este lugar central porque

según los autores, desempeña un papel crítico ya que es capaz de facilitar las tres variables organizacionales anteriormente indicadas.

DePasquale y Geller (1999) también intentaron dilucidar las variables organizacionales que influían en el grado de *implicación de los trabajadores* en el proceso de intervención. Según estos autores, esta variable es predicha de un modo estadísticamente significativo por las siguientes variables: (a) la percepción de los trabajadores de que la formación en torno al programa de intervención es efectiva y adecuada en cuanto a su calidad y cantidad; (b) la percepción de confianza de los trabajadores en las intenciones y en la habilidad de los supervisores o mandos intermedios para desarrollar las tareas del programa de seguridad; (c) el grado en el que los aspectos de seguridad están considerados en las valoraciones de rendimiento; (e) si los trabajadores han sido formados o no en la metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento; y (f) el grado de estabilidad del contrato del trabajador en la organización.

Con respecto a estas variables predictoras, destaca la variable referida a la confianza de los trabajadores en las intenciones y en la habilidad de los supervisores o mandos intermedios. Ésta puede considerarse como una característica organizacional clave y necesaria, de modo que cuando no está presente es difícil que un programa de intervención de este tipo pueda alcanzar sus objetivos plenamente. En ese sentido, Hopkins (2006) señala que cuando no existe confianza entre trabajadores y superiores, los primeros tienden a pensar que este tipo de intervenciones tienen como objetivo responsabilizar de los accidentes al comportamiento de los trabajadores de forma directa y única. Así, este autor indica que cuando prevalecen esas creencias, en primer lugar, los mandos superiores deben ganar la confianza de sus trabajadores, por ejemplo abordando algunos de los problemas que los trabajadores

consideran que afectan a la seguridad, tales como las presiones de producción.

Petersen (1999) considera la confianza de los trabajadores en los supervisores y mandos superiores como una variable organizacional fundamental capaz de influir en la eficacia de este tipo de programas. Según este autor, esta condición se relaciona con el hecho de que los trabajadores perciban a sus supervisores o mandos superiores comprometidos con la seguridad, de si los supervisores o mandos superiores consultan o tienen una comunicación activa y respetuosa con ellos y de si hay un sistema de gestión de la seguridad maduro que está funcionando bien en la práctica. Krause (1997) destaca que sin estas características o requisitos previos, la investigación indica que los programas de seguridad basados en el comportamiento son inefectivos.

Con respeto al mantenimiento de los resultados, también existen características organizacionales que influyen en que los resultados no sean efímeros. Entre estas características destacan variables muy semejantes a las anteriormente citadas. De este modo, el compromiso de los mandos superiores con la seguridad de una forma visible, explícita, clara y continua, el fomento de la implicación de todo el personal en el proceso de intervención y la aplicación del mismo desde una perspectiva de consenso entre mandos y trabajadores son variables que aparecen relacionadas con el mantenimiento de los resultados de este tipo de intervenciones (p.e., Hidley, 1998; Sulzer-Azaroff & Lischeid, 1999).

3. REVISIÓN TEÓRICA: PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN COMPORTAMENTAL

3.1. EVIDENCIA DE LA INFLUENCIA DE LOS PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN COMPORTAMENTAL SOBRE LA CONDUCTA DE SEGURIDAD Y/O LOS ACCIDENTES

En los años 70 surgieron los primeros trabajos en abogar por el uso de los programas de intervención de naturaleza comportamental para mejorar la seguridad en el contexto de trabajo (Bird & Schlesinger, 1970; McIntire & White, 1975). Desde entonces, han sido publicados un gran número de estudios que aplican este tipo de metodología para mejorar diferentes comportamientos seguros de los trabajadores y disminuir la ocurrencia de accidentes. A continuación, se presentan los principales estudios que han sido realizados con este objetivo en diversos sectores de actividad, así como las principales revisiones teóricas existentes al respecto.

3.1.1. El sector de la alimentación

Judi Komaki destaca tanto por sus aportaciones al diseño de experimentos comportamentales en el ámbito de la seguridad laboral (Komaki, 1982; Komaki, 1986; Komaki & Jensen, 1986) como por la publicación de las primeras aplicaciones empíricas.

Concretamente, Komaki, Barwick, y Scott (1978) llevaron a cabo un estudio para mejorar la seguridad de una compañía de fabricación, embalaje y transporte de panadería industrial en Estados Unidos. Los autores seleccionaron a los trabajadores (N=38) pertenecientes a uno de los dos turnos de trabajo cuyos departamentos eran fabricación y embalaje. Esta selección se realizó porque en ese turno y en esos departamentos se venía dando el

número más elevado de accidentes durante los últimos años. El experimento se implementó a través de un diseño de línea base múltiple a través de departamentos con fase de retirada. Este diseño consistió, para ambos departamentos, en una fase de línea base durante la que se observó el nivel de seguridad inicial, en la intervención y en la supresión posterior de la misma. El nivel de seguridad inicial se obtuvo mediante una herramienta observacional desarrollada para registrar el número de prácticas seguras realizadas por los trabajadores. La intervención consistió en la formación en seguridad de los trabajadores, en el ofrecimiento de feedback y en el establecimiento de metas participativo. Dicha formación se realizó mostrando a los trabajadores un ejemplo de comportamiento seguro y otro inseguro para cada cuestión considerada en la herramienta observacional. El feedback consistió en informar periódicamente a los trabajadores del progreso del nivel de seguridad que se continuaba registrando. Esta información se realizó mediante un gráfico en el que se expresaba el porcentaje de comportamientos seguros. El establecimiento de metas participativo consistió en la propuesta y discusión entre los trabajadores de una meta de un 90% de comportamientos seguros que se señaló en el gráfico. Los resultados reflejaron que, en el departamento de fabricación, el porcentaje de comportamientos realizados de forma segura mejoró desde un 70% obtenido durante la fase de línea base hasta un 96% en la fase de intervención. En el departamento de embalaje, este porcentaje aumentó desde un 78% a un 99,3%. Además, cuando el feedback fue eliminado durante la fase de retirada, el porcentaje de seguridad disminuyó hasta los niveles de las líneas base en los dos departamentos (71% y 72%, respectivamente).

Zohar y Luria (2003) realizaron un estudio en tres compañías (una planta de procesado de productos alimenticios de repostería, otra planta de procesado de lácteos y una refinería) cuyo objetivo fue

aumentar las interacciones de seguridad entre los supervisores y los trabajadores. Para ello, se administraron pequeños cuestionarios a los trabajadores y la frecuencia que ellos informaban en cuanto a las interacciones entre supervisor-trabajador referidas a seguridad, se ofreció como feedback a los supervisores. Los supervisores utilizaban esta información para controlar el progreso de sus interacciones con los trabajadores que estaba dirigido por la consecución de determinadas metas. Al mismo tiempo, la frecuencia de comportamientos seguros de los trabajadores era registrada. Por otro lado, los mandos intermedios también recibían el mismo feedback que los supervisores junto con la frecuencia de comportamientos seguros de los trabajadores. Después de un periodo de intervención de cuatro meses, en las tres compañías, tanto la frecuencia de las interacciones entre supervisores y trabajadores que se referían a seguridad como la frecuencia de comportamiento seguro de los trabajadores aumentaron significativamente.

3.1.2. El sector industrial

Sulzer-Azaroff y De Santamaria (1980) intentaron replicar en una industria manufacturera el estudio realizado por Sulzer-Azaroff (1978). El principal objetivo también era reducir la frecuencia de un conjunto de riesgos específicos mediante la aplicación de feedback. Para ello, 18 riesgos fueron registrados en seis departamentos a lo largo de un período de 28 semanas. El feedback fue presentado según un diseño de línea base múltiple a través de sujetos (supervisores de los departamentos). El feedback consistía en presentar a los supervisores de cada departamento la siguiente información sobre su propio departamento: número y localización de

riesgos, sugerencias específicas referidas a alguna posible mejora y comentario positivo acerca de algún aspecto de seguridad que era realizado correctamente. Los resultados indicaron que durante la fase de feedback, el número de riesgos en todos los departamentos fue menor y menos variable que durante la fase de línea base. La frecuencia de riesgos disminuyó un 60% de media en todos los departamentos, siendo este rango de disminución (29%-88%).

Zohar, Cohen, y Azar (1980) realizaron un estudio para incrementar el uso de protecciones auditivas en dos departamentos de una planta dedicada a la fabricación de metal en Israel. El uso de protecciones auditivas durante la fase de línea base en ambos departamentos fue 35%. En uno de los departamentos, durante dos meses, se realizó una intervención que consistió en aportar feedback individual acerca de las diferencias en los resultados de un test audiométrico realizado antes y después de la jornada de trabajo. Durante los cinco meses siguientes, el uso de protecciones auditivas había aumentado hasta un 85% en este departamento mientras que en el departamento control, el uso de este tipo de protecciones se mantuvo estable al nivel de la línea base de 35%.

Saari y Näsänen (1989) realizaron dos estudios en el sector astillero finlandés. El primer estudio se desarrolla en dos grupos de trabajadores y tenía como objetivo evaluar el efecto que ejerce la implementación de la técnica del feedback sobre el comportamiento de seguridad en referencia a diversas tareas de limpieza y por consiguiente sobre la ocurrencia de accidentes. Después de la obtención de una línea base, se ofreció feedback gráfico a los trabajadores acerca de su desempeño de seguridad en 9 conductas relacionadas con la limpieza. El índice de seguridad mejoró significativamente en ambos grupos, resultado que se mantuvo a lo largo de los dos años en los que se continuó registrando con el

objetivo de evaluar el mantenimiento de los resultados. En la fase de feedback, también se produjo un descenso significativo de los accidentes ocurridos el cual se mantuvo durante los tres años de evaluación del seguimiento de los resultados.

El segundo estudio compara los efectos de suministrar feedback solamente a los supervisores con los efectos de suministrarlo también a los trabajadores. En la primera condición, todos los empleados recibieron formación pero el feedback sobre el comportamiento de seguridad realizado por los trabajadores solamente fue facilitado a los supervisores con una frecuencia de 1-3 veces por semana. En esta condición el desempeño de seguridad de los trabajadores mejoró un 15% sobre la línea base, pero este incremento solamente se produjo en las áreas de trabajo que eran cercanas al puesto de trabajo del supervisor. En la segunda condición, el feedback sobre el comportamiento de seguridad fue mostrado tanto a los supervisores como a los trabajadores. Este feedback facilitado a los trabajadores fue de carácter gráfico y se produjo con una frecuencia de 1-3 veces por semana. En esta condición el desempeño de seguridad mejoró un 20% sobre el porcentaje anterior.

Meliá (1995) realizó un estudio en el que implementó un proceso de intervención comportamental para reducir los accidentes de trabajo en una planta industrial española dedicada a la transformación de productos agrícolas y en el que participaron 111 trabajadores. El programa de intervención consideró un enfoque holístico de la seguridad en el que se introduce una combinación de técnicas relacionadas con la mejora de diferentes factores implicados en cualquier situación de seguridad laboral. Concretamente, se implementan la modificación de condiciones ambientales, la información, la retroalimentación sobre el número de accidentes y las

acciones de supervisión. El estudio incluyó una fase de registro de la accidentabilidad durante los 18 meses previos a la intervención, una intervención de 9 meses y un periodo posterior de seguimiento de otros 9 meses. Los resultados mostraron un efecto significativo de la intervención para disminuir el número de accidentes con y sin baja que se mantuvo de forma atenuada durante el periodo de seguimiento.

Krause, Seymour, y Sloat (1999) realizaron una evaluación longitudinal de la influencia de la aplicación de un programa específico de intervención comportamental en seguridad sobre la ocurrencia de accidentes. Concretamente, este programa se implementó en 73 compañías pertenecientes al sector industrial. La variable independiente fue el programa específico de intervención implementado en cada una de ellas y descrito en Krause, Hidley, y Hodson (1990) y en Krause (1997). Este programa específico incluía: (a) evaluación inicial de seguridad realizada por expertos; (b) creación de un comité de seguridad formado por trabajadores (80%) y supervisores (20%) y formación de los mismos; (c) observación periódica de los comportamientos de seguridad de los trabajadores por parte de los integrantes del comité y mediante el uso de un checklist; (d) feedback a los trabajadores referido a sus comportamientos seguros e inseguros; y (f) desarrollo de procesos de discusión mensuales para abordar los comportamientos inseguros más frecuentes. Las variables dependientes consideradas fueron los índices de accidentes y enfermedad referidos al número de casos registrados por 100 empleados al año. Concretamente, se consideró el registro de "las muertes, enfermedades y accidentes ocurridos en el trabajo que tuvieron como consecuencia: pérdida de la conciencia, restricción del trabajo o la movilidad, transferencia a otro trabajo o que requiriesen un tratamiento médico que superara la atención de primeros auxilios". Los índices de accidentes y enfermedad referidos

a los 4 años anteriores a la implementación de programa de intervención fueron registrados para establecer la línea base que fue comparada con los índices registrados durante los 5 años a lo largo de los que se aplicó el programa de intervención. La evaluación realizada mediante meta-análisis mostró que progresivamente, a lo largo de los cinco años, los índices de accidentes y enfermedad se reducían significativamente en comparación con los índices de la línea base. Concretamente, la media de la reducción de los índices de accidentes y enfermedad se redujeron con respecto a la línea base un 26% en el primer año, un 42% el segundo, un 50% en el tercero, un 60% en el cuarto y un 69% en el quinto. Cabe destacar que estos resultados provienen de la implementación de un programa específico de intervención comportamental implementado por un único servicio de consultoría y que se derivan de diseños de investigación intra-grupales en los que se realizaron comparaciones antes-después de la intervención sin grupo control. El patrón de resultados muestra que puede sostenerse que los efectos producidos por este tipo de programas sobre la ocurrencia de accidentes mantienen una duración substancial en el tiempo.

3.1.3. El sector educativo

Sulzer-Azaroff (1978) realizó un estudio para reducir el número de riesgos mecánicos, químicos, eléctricos y de incendios en 30 laboratorios de un centro de investigación universitario. Para ello, ofreció a los trabajadores feedback gráfico acerca del número de riesgos identificados. La media de riesgos identificados en todos los laboratorios durante la fase previa al feedback fue de 5 riesgos al mes, mientras que este mismo dato disminuyó a 2,5 durante la fase de feedback. Basándose en los resultados, la autora afirma que el

feedback de carácter simple y no intrusivo puede reducir de forma importante los riesgos de trabajo.

Al-Hemoud y Al-Asfoor (2006) desarrollaron un estudio en un departamento de una institución Kuwaití dedicada a la investigación de ingeniería industrial en el que los sujetos fueron asignados aleatoriamente al grupo experimental (N=11) y al grupo control (N=10). La influencia de posibles variables extrañas fue controlada a través de que los dos grupos fueron emparejados en las siguientes características: media de edad, media de años de experiencia laboral y sexo.

El programa de intervención en seguridad basado en el comportamiento estuvo formado por dos etapas claramente diferenciadas. En la primera etapa, los sujetos del grupo experimental recibieron una formación desarrollada por el propio supervisor que era una persona ampliamente especializada en seguridad basada en el comportamiento. La duración de esta formación fue de tres días. En esta formación los sujetos aprendieron los principios básicos de esta metodología. Igualmente, participaron en importantes aplicaciones prácticas tales como la elaboración conjunta de la lista de comportamientos clave que posteriormente serían observados, la observación de dichos comportamientos y el análisis de los mismos. En la segunda etapa, se implementó un diseño de tres fases: línea base, fase de intervención y fase de seguimiento. Durante la fase de línea base (1 semana), el mismo supervisor que había conducido la formación observó diariamente el desempeño de seguridad referente a los comportamientos especificados en la lista tanto de los sujetos del grupo experimental como del grupo control. Durante la fase de intervención, el supervisor observó el desempeño de seguridad de los sujetos del grupo experimental y del grupo control durante 5 semanas, tres

veces al día. Además se introdujo la técnica de intervención del feedback individual y diario del desempeño de seguridad. Así, los trabajadores, uno a uno, eran informados diariamente del porcentaje medio de seguridad que habían alcanzado ese día. Durante la fase de seguimiento, uno de los trabajadores siguió observando el desempeño de seguridad del resto de trabajadores de ambos grupos. En este caso las observaciones se realizaron durante 12 semanas, tres días la semana, dos veces cada día de observación, pero sin ofrecer a ninguno de ellos ningún tipo de feedback acerca de su desempeño de seguridad.

Los resultados del estudio indicaron que en el grupo experimental la media de porcentaje de seguridad de comportamientos seguros durante la fase de intervención (90,6%) con respecto a la fase de línea base (74%) aumentó significativamente ($t=4.38$, $p<.05$). Por otro lado, en el grupo control, la media del porcentaje de seguridad no obtiene cambios significativos durante la fase de intervención (73,4%) con respecto a la fase de línea base (73%). En cuanto al mantenimiento de los mismos, cabe destacar que los autores afirman que la media de porcentaje de seguridad se mantuvo durante las 12 semanas de la fase de seguimiento, aunque éstos no aportan datos estadísticos que apoyen dichos resultados.

3.1.4. El sector minero

Fox, Hopkins, y Anger (1987) implementaron un programa de economía de fichas con el objetivo de mejorar el desempeño de seguridad en dos minas a cielo abierto o canteras estadounidenses durante 12 años. En este programa, los trabajadores ganaban fichas que podían intercambiar por regalos en las siguientes condiciones: (a) si no sufrían accidentes que ocasionaran una pérdida del tiempo de trabajo; (b) si no pertenecían a un grupo de trabajo en el que algún trabajador había sufrido un accidente; (c) si no estaban implicados en accidentes que habían ocasionado el daño de equipos de trabajo; (d) si aportaban sugerencias para mejorar la seguridad; (e) si informaban de la ocurrencia de un accidente; y (f) si realizaban algún comportamiento inusual que impidiera un accidente. Por el contrario, los trabajadores perdían fichas si ellos o los demás trabajadores de su grupo resultaban heridos por un accidente, padecían un accidente que causaba daños en los equipos de trabajo o no informaban de la ocurrencia de algún accidente. La aplicación de la economía de fichas fue seguida por reducciones en el número de días perdidos a causa de accidentes, el número de accidentes que implicaban una pérdida de días de trabajo y los costes asociados de los accidentes. De hecho, la reducción de los costes asociados a los accidentes era superior a los gastos derivados del funcionamiento de la economía de fichas. Todas las mejoras se mantuvieron durante varios años.

Más recientemente, otros investigadores han examinado y proporcionado orientaciones sobre los aspectos y la influencia del comportamiento en la seguridad en los trabajos de la minería (p.e., Schutte, 1998; Laurence, 2005; Pitzer, 2005). La investigación considera que no puede conseguirse un cumplimiento con los procedimientos y reglamentos de seguridad con la simple

presentación de la normativa y que la observación y medición del comportamiento de seguridad también es necesaria en las minas para fomentar el cumplimiento de estos procedimientos.

3.1.5. El sector sanitario

Alavosius y Sulzer-Azaroff (1986) realizaron un estudio para mejorar la seguridad durante la realización de técnicas de trabajo sanitarias mediante la aplicación de feedback. Los autores desarrollaron un checklist observacional para registrar la secuencia de comportamientos incluidos en las técnicas de trabajo de levantamiento de enfermos (18 comportamientos) y transferencia de enfermos (18 comportamientos). Esta herramienta permitía obtener el porcentaje de seguridad para cada comportamiento. El porcentaje de seguridad se refería al número de veces que cada comportamiento era realizado de un modo seguro en relación a todas las veces que ese comportamiento era realizado. A su vez, los comportamientos que incluía cada técnica fueron agrupados en cuatro dimensiones.

El estudio se implementó a través de un diseño de línea base múltiple a través de sujetos y situaciones con fase de retirada. El feedback consistió en informar por escrito a 6 trabajadores individualmente acerca de su desempeño en referencia a cada una de las categorías. El feedback también incluyó información transmitida oralmente acerca del desempeño individual de cada trabajador.

En referencia a los resultados obtenidos en la técnica de levantamiento de enfermos, la media del desempeño de seguridad se mantuvo al 100% durante la fase de feedback en dos

comportamientos, mejoró en 15 comportamientos y sólo disminuyó ligeramente en uno. En referencia a la transferencia de enfermos, esta media se mantuvo al 100% en 8 comportamientos durante la fase de feedback, mejoró en 9 comportamientos y sólo disminuyó ligeramente en uno. Durante la fase de retirada de feedback todos los comportamientos incluidos en la técnica de levantamiento de enfermos fueron registrados como seguros en el 75% de las veces a excepción de 3 de ellos. En el caso de la técnica de transferencia de enfermos todos los comportamientos fueron registrados como seguros en el 75% de las veces a excepción de 1 de ellos.

3.1.6. Revisiones de la literatura

En este apartado se presentan los resultados obtenidos por los estudios que han realizado revisiones dirigidas a evaluar la eficacia de este tipo de metodología.

En primer lugar se presentarán los resultados de las principales revisiones cuyo objetivo es evaluar la eficacia de este tipo de metodología para mejorar diferentes comportamientos seguros de los trabajadores (p.e., Grindle, Dickinson, & Boettcher, 2000; Islas & Meliá, 1991; krispin & Hantula, 1996; Petersen, 1989; Sulzer-Azaroff, McCann, & Harris, 2001).

En segundo lugar se expondrán las revisiones que evalúan la capacidad de las mismas para disminuir la ocurrencia de accidentes (p.e., Guastello, 1993; Sulzer-Azaroff & Austin, 2000; Tuncel, Lotlikar, Salem, & Daraiseh, 2006).

Finalmente, se expondrán los resultados de las revisiones cuyo objetivo es evaluar su capacidad tanto para mejorar los

comportamientos de seguridad como para disminuir la cantidad de accidentes (p.e., McAfee & Winn, 1989).

En el primer grupo de revisiones destaca la revisión realizada por Grindle, Dickinson, y Boettcher (2000). Los autores analizaron la eficacia de 18 estudios que implementan programas de intervención en seguridad comportamental para mejorar una amplia variedad de comportamientos de seguridad realizados por trabajadores de diversas nacionalidades y diferentes áreas de actividad del sector de la industria.

Los estudios revisados se desarrollan en Estados Unidos (N=12), Finlandia (N=2), Israel (N=3) y Reino Unido (N=1) y abarcan áreas de trabajo tales como el procesado y distribución de equipos de laboratorio, productos de telecomunicaciones, maquinaria agrícola o de productos de pastelería. Igualmente, los trabajadores participantes desarrollan una gran variedad de tipos de puestos de trabajo y ocupan diferentes niveles jerárquicos dentro de su organización.

Los autores categorizaron los 18 estudios según las características del programa de intervención desarrollado en cada uno de ellos. Concretamente, se distingue entre los *programas de intervención única* (N=4), los *programas de intervención pack* (N=6), y los *programas de intervención de análisis de componentes* (N=8).

La característica principal de los *programas de intervención única* es que implementan una sola técnica de intervención comportamental. Por su parte, los *programas de intervención pack* implementan un conjunto heterogéneo de técnicas de intervención y evalúan la mejora producida por todas ellas consideradas como un conjunto. Finalmente, los *programas de intervención de análisis de componentes* también implementan un conjunto de técnicas

comportamentales, pero su particularidad es que la estructura a través de la que se implementan permite comparar la eficacia de la implementación de diferentes técnicas o conjuntos de ellas. En el caso de que se comparen diferentes conjuntos de técnicas, cada técnica se añade de manera sucesiva al conjunto de técnicas implementado con anterioridad. Esta estructura de aplicación permite evaluar el impacto que produce dicha técnica sobre el porcentaje de mejora del comportamiento de seguridad de la línea base anterior.

En la tabla 1 se presenta el porcentaje de mejora de la variable dependiente referida al comportamiento de seguridad de los trabajadores que se ha obtenido sobre la línea base en cada uno de los estudios revisados. En el caso de los estudios pertenecientes a la categoría de los *programas de intervención de análisis de componentes*, se indican los porcentaje de mejora sobre la línea base que produce cada uno de los grupos de técnicas implementadas.

Tabla 1. Porcentaje de mejora sobre la línea base de la variable dependiente "comportamiento de seguridad" considerada en los programas de intervención de los estudios revisados en Grindle, Dickinson, y Boettcher (2000)

Programas de intervención única	Técnica de intervención implementada	% mejora sobre línea base
Fellner y Sulzer-Azaroff (1984)	Feedback gráfico verbal semanal	8,93%
Zohar, Cohen, y Azar (1980)	Feedback diario	118,5%
Zohar (1980)	Economía de fichas	157,14%
Zohar y Fussfeld (1981)		80,10%
Programas de intervención pack	Técnicas de intervención implementadas	% mejora sobre línea base
Cooper, Phillips, Sutherland, y Makin (1994)	Feedback gráfico semanal y Establecimiento de metas participativo	32,48%
Komaki, Barwick, y Scoot (1978)	Formación, Feedback gráfico, Refuerzo verbal diario y Establecimiento de metas asignado	32,40%
Laitinen, Saari, Kivistö, y Rasa (1998)	Formación, Participación de los trabajadores en el desarrollo del programa, Feedback gráfico semanal	56,14%
Sulzer-Azaroff y DeSantamaria (1980)	Feedback escrito y Refuerzo verbal y escrito	59,40%
Sulzer-Azaroff, Loafman, Merante, y Hlavacek (1990)	Formación, Feedback semanal gráfico, escrito y oral, Refuerzo, Establecimiento de metas y Recompensas tangibles mensuales	37,05%

* Los resultados de los estudios de Hopkins et al. (1986) y Fellner y Sulzer-Azaroff (1985) no figuran dado que el porcentaje de mejora de la variable "comportamiento de seguridad" no pudo ser determinado.

Tabla 1. (Continuación)

Programas de intervención de análisis de componentes	Técnicas de intervención implementadas	% mejora sobre línea base
Chhokar y Wallin (1984)	Formación y Establecimiento Metas	24,09
	Formación, Establecimiento Metas y Feedback semanal	45,04
	Formación, Establecimiento Metas y Feedback bi-semanal	48,41
Cohen y Jensen (1984)	Formación	18,18
	Formación y Feedback	22,86
	Formación	8,22
Komaki, Collins, y Penn (1982)	Formación y Feedback	24,06
	Formación	0,90
Ray, Bishop, y Wang (1997)	Formación y Feedback	12,66
	Formación, Feedback y Establecimiento Metas	24,16
	Formación	13,91
Reber y Wallin (1984)	Formación, Establecimiento Metas	24,66
	Formación, Establecimiento Metas y Feedback	53,7
Reber, Wallin, y Chhokar (1990)	Formación	13,27
	Formación, Establecimiento Metas	24,30
	Formación, Establecimiento Metas y Feedback	52,91
Saari y Näsänen (1989)	Feedback a supervisores	14,72%
	Feedback a supervisores y Feedback a trabajadores	37,19%

Tal como puede observarse, en los *programas de intervención única* destacan los resultados obtenidos por el trabajo de Zohar (1980) en el que se desarrolló una economía de fichas para mejorar el comportamiento de seguridad referido a que los trabajadores usaran los equipos de protección individual específicos para evitar las pérdidas de audición, y el de Zohar, Cohen, y Azar (1980) en el que se ofrecía a los trabajadores feedback específico acerca de los resultados de una prueba de pérdida de audición a corto plazo.

En el grupo de *programas de intervención pack* destacan los resultados obtenidos por Komaki, Barwick, y Scoot (1978) y Laitinen, et al. (1998). En el caso de los estudios que implementan *programas de intervención de análisis de componentes* puede observarse como todos y cada uno de ellos han obtenido un mayor porcentaje de mejora sobre la línea base del comportamiento de seguridad conforme se añadían técnicas al programa de intervención, generalmente el feedback y el establecimiento de metas.

En este primer grupo de revisiones también puede mencionarse la realizada por Islas y Meliá (1991) en la que se analizan las bases conceptuales, la metodología y los principales resultados de más de 40 estudios clasificados según su carácter descriptivo, correlacional, de intervención y teórico. Los autores revisan 17 estudios de intervención que consideran una aproximación conductual de la seguridad (Alavosius & Sulzer-Azaroff, 1986; Alavosius & Sulzer-Azaroff, 1990; Duhon, Knouse, Robert, & Walling, 1989; Fox, Hopkins, & Anger, 1987; Fox & Sulzer-Azaroff, 1987; Geller, Rudd, Kalsher, Streff, & Lehman, 1987; Hopkins et al., 1986; Menckel & Carter, 1985; Chhokar & Wallin, 1984; Krause, Hidley, & Lareau, 1984; Reber & Wallin, 1984; Reber, Wallin, & Chhokar, 1984; Komaki, Barwich, & Scott, 1978; Komaki,

Heinzmann, & Lawson, 1980; Komaki, Collins, & Penn, 1982; Larson et al., 1980; Sulzer-Azaroff & De Santamaria, 1980).

Los participantes de estas investigaciones eran, principalmente, operarios pertenecientes a una amplia gama de actividades ocupacionales tales como la minería, la construcción, la metalurgia o la fabricación de maquinaria. La forma de intervención implementada que predomina en los estudios es la del uso de formación, establecimiento de metas y/o feedback, además del de algunos tipos de incentivos. Estas técnicas son implementadas para evaluar los cambios producidos en diversas variables dependientes tales como la frecuencia de accidentes, los costes de los mismos, la severidad del daño y el comportamiento de seguridad de los trabajadores al realizar la tarea. Los resultados de dicha revisión indican que los programas de intervención comportamental en todos los estudios analizados consiguen mejorar los indicadores de la seguridad en los lugares de trabajo.

En el segundo grupo de revisiones que evalúan la capacidad de este tipo de metodologías para disminuir la ocurrencia de accidentes destaca el meta-análisis realizado por Guastello (1993) para evaluar la eficacia en la reducción de accidentes de 10 metodologías de prevención de accidentes de diferente tipología que conjuntamente implementaron 53 programas de intervención. Estas 10 metodologías son ordenadas de acuerdo al porcentaje medio de reducción de accidentes que producen. En la tabla 2 se presentan las principales características de estas metodologías, el número de estudios considerados en cada una de ellas y el tamaño de efecto referido al porcentaje medio de reducción de accidentes. Dado que algunas metodologías solamente incluyeron un número reducido de estudios, los resultados de esta revisión se consideraron preliminares. Sin embargo, abrieron el camino a la consideración firme de que las

metodologías basadas en la modificación de comportamiento y las basadas en la implementación de programas de ergonomía global parecían tener la capacidad de producir las mayores reducciones de accidentes laborales.

Tabla 2. Características de las metodologías de intervención, número de estudios incluidos en cada una de ellas y tamaño del efecto obtenido en cada una de ellas de la revisión realizada por Guastello (1993)

Metodologías de intervención	Características principales	N	Tamaño efecto
Programas de modificación del comportamiento	Programas consistentes en la observación sistemática de conductas de seguridad relevantes (seguras y no seguras) tanto antes como después de un período de formación con respecto a dichas conductas e implementación de técnicas comportamentales como el feedback (frecuencia o porcentaje de conductas seguras vs inseguras), el establecimiento de metas y la provisión de incentivos.	7	59,6 %
Programas de ergonomía global	Diagnostican e introducen adaptaciones de las condiciones ergonómicas de trabajo o equipos de trabajo para reducir la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de un riesgo físico o comportamiento inseguro.	3	51,6 %
Intervenciones tecnológicas	Introducen elementos robóticos o rediseñan los puestos de trabajo desde el punto de vista de su ingeniería para eliminar la realización del trabajador de comportamientos o tareas de alto riesgo.	4	29 %
Grupos de resolución de problemas	Basados en la técnica de resolución de problemas de modo que los empleados que desarrollan las mismas tareas se reúnen para discutir problemas de seguridad y desarrollar planes de actuación para mejorar la seguridad.	1	20 %
Programa específico de intervención gubernamental finlandés (Bjurstrom, 1989)	Identifica los grupos ocupacionales de riesgo e implementan estrategias de intervención que incluyen las siguientes acciones: (a) difusión de información a los supervisores acerca de las causas principales de los accidentes y de los métodos para reducirlos; (b) establecimiento de reglas y normas para el uso y reparación segura de equipos de trabajo; y (c) realización periódica de inspecciones de seguridad.	2	18,3 %
Sistema de calificación internacional de la seguridad (Pringle & Brown, 1990).	Los supervisores son formados para evaluar anualmente sus lugares de trabajo y desarrollar estrategias de mejora en base a los siguientes 20 componentes referidos a la seguridad: liderazgo y administración, formación de supervisores, inspecciones previstas, tareas y análisis de procedimientos, investigación de accidentes, tareas de observación, estado de preparación de emergencias, reglas organizacionales, análisis de accidentes, formación de trabajadores, equipos de protección individual, controles de salud, evaluación de programas, controles de ingeniería y seguridad fuera del trabajo. Anualmente, se someten a auditoría y reciben certificación oficial.	4	17 %
Métodos de gestión de estrés y ejercicio físico	Basados en la premisa de que el estrés es una posible fuente de accidentes, enseñan a los trabajadores a afrontar las fuentes de estrés y promueven el ejercicio físico como modo de prevenir los accidentes relacionados con el estrés en trabajos físicamente exigentes.	2	15 %
Campañas publicitarias	Colocación de carteles que animaban a los trabajadores a evitar ciertos comportamientos inseguros y realizar otros seguros. Estos carteles se colocan en lugares de trabajo relevantes y también proporcionan instrucciones.	2	14 %
Métodos de selección personal	Basados en el concepto de propensión de las personas a sufrir accidentes, diagnostican rasgos de propensión (eventos de vida estresantes, distractibilidad, confianza, tensión, inseguridad, creencias sobre el locus de control de los accidentes, impulsividad y consumo de alcohol y drogas) entre los candidatos de trabajo y elimina a aquellos en los que se identifican dichos rasgos.	26	3,7 %
Campañas de información incidentes	Informan a los trabajadores de los sucesos que no han ocasionado accidentes pero que podrían haberlo hecho bajo circunstancias ligeramente diferentes	2	0 %

Sulzer-Azaroff y Austin (2000) realizaron una revisión cualitativa de 83 estudios en los que identificaron 33 que informaban acerca del impacto de la implementación de este tipo de programas de intervención sobre diferentes datos referidos a accidentes. Estos programas se implementaron en centros de trabajo pertenecientes al sector de la industria energética, manufacturero, de la construcción, minero, astillero, de transporte ferroviario, de transporte urbano y de servicios policiales. La mayoría de los estudios fueron implementados en Estados Unidos, sin embargo este conjunto de estudios también abarca programas implementados en Finlandia, Hong Kong, Reino Unido, España, Chile y Cuba. Los autores transformaron los datos de siniestralidad en índices de accidentes e identificaron 32 estudios en los que se producía una disminución en el índice de incidencia de accidentes

Finalmente, dentro de este segundo grupo de revisiones cabe destacar el meta-análisis realizado por Tuncel et al. (2006) para evaluar cuantitativamente la efectividad para reducir accidentes de 13 programas de intervención de seguridad basados en el comportamiento (Aitken & O'Driscoll, 1998; Cooper et al., 1994; Fellner & Sulzer-Azaroff, 1984b; Fox, Hopkins, & Anger, 1987; Komaki, Barwick, & Scott, 1978; Komaki, Heinzmann, & Lawson, 1980; Harshbarger & Rose, 1991; Hoh & Saari, 1997; Mattila & Hyödynmaa, 1988; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990; Saari & Näsänen, 1989; Seppala, Saarela, Näsänen, Aaltonen, & Saari, 1987; Sulzer-Azaroff et al., 1990).

En la tabla 3 se presenta una categorización de los estudios incluidos en esta revisión en función del tipo de sector, tamaño de la muestra, diseño de estudio, duración de la intervención, variables independientes o de intervención utilizadas y variables dependientes o de resultado consideradas. Según los autores, esta selección fue

realizada ante una falta de valoración crítica completa y sistemática de la calidad metodológica de los estudios incluidos en anteriores revisiones. La inclusión de estos 13 estudios fue el producto de una primera selección de entre 449 estudios localizados en diferentes bases de datos científicas. Posteriormente, la calidad metodológica de estos 13 estudios fue evaluada mediante la aplicación de un instrumento de valoración epidemiológica llamado The Epidemiological Appraisal Instrument (Genaidy & LeMasters, 2006). Dos evaluadores independientes aplicaron este instrumento a cada estudio evaluando la calidad (en un rango de 0 a 2) de los siguientes 5 aspectos: descripción de estudios, selección de los participantes, calidad de la observación, análisis de los datos y generalización de los resultados. Aún partiendo de estos 13 estudios previamente seleccionados, la calidad metodológica de éstos fue considerada en los rangos de pobre a marginal (0,19 a 0,46), siendo identificada la carencia de los siguientes aspectos: descripción de la pérdidas de participantes durante el seguimiento, la consideración y control de variables extrañas, la presentación de las medidas de la variabilidad de los resultados, la presentación de fiabilidad y validez de las medidas de resultado o variables dependientes y el ajuste durante la duración del seguimiento.

Para cada estudio fue calculado un índice de accidentes estandarizado (standardised accident rate, SAR). Este índice SAR se refiere al número de accidentes producidos durante la fase de post-intervención dividido por el número de accidentes esperados durante la fase de post-intervención si las condiciones de pre-intervención hubieran permanecido, con un intervalo de confianza del 95%. Todos los estudios mostraron una reducción de los accidentes durante las fase de post-intervención, con SARs entre 0,13 y 0,98. Además este decremento fue estadísticamente significativo en 8 estudios (Aitken & O'Driscoll, 1998; Fox, Hopkins, & Anger, 1987; Komaki, Barwick, &

Scott, 1978; Komaki, Heinzmann, & Lawson, 1980; Harshbarger & Rose, 1991; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990; Saari & Näsänen, 1989; Sulzer-Azaroff et al., 1990). Para el conjunto de estudios, fue calculado un índice de accidentes estandarizado global (metaSAR) con un intervalo de confianza del 95% que resultó estadísticamente significativo (0,60) en la reducción de accidentes. Sin embargo, los autores advierten que si bien los resultados muestran una evidencia consistente acerca de la eficacia de los programas de intervención basados en el comportamiento para reducir los accidentes, la calidad limitada de los estudios incluidos provoca que los estos resultados deban ser considerados con cierta prudencia. Por ello, los autores señalan en sus conclusiones que la calidad de futuros estudios podría mejorarse mediante la inclusión de algunas características. Entre dichas características destacan: la evaluación previa del lugar de trabajo que permita el diseño de una intervención acorde a sus necesidades, la inclusión en el diseño de investigación de un grupo de control comparable, la realización de un adecuado informe de las pérdidas de participantes, el cálculo del tamaño de la muestra, el uso de la asignación al azar, la consideración de las variables extrañas en el análisis y la evaluación de la validez y fiabilidad de las medidas de resultado o dependiente.

Tabla 3. Categorización de los estudios considerados en la revisión realizada por Tuncel et al. (2006)

	Manufacturero	Aitken & O'Driscoll, 1998; Cooper et al., 1994; Fellner & Sulzer-Azaroff, 1984b; Hoh & Saari, 1997; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990; Sulzer-Azaroff et al., 1990
	Astilleros e ingeniería marina	Saari & Näsänen, 1989; Seppala et al., 1987
Tipo de sector	Centro de distribución de calzado	Harshbarger & Rose, 1991
	Mantenimiento vehículos	Komaki, Heinzman, & Lawson, 1980
	Construcción	Mattila & Hyödynmaa, 1988
	Minero	Fox, Hopkins, & Anger, 1987
	Panadería industrial	Komaki, Barwick, & Scott, 1978
Tamaño de la muestra	Menos de 100 participantes	Aitken & O'Driscoll, 1998; Komaki, Barwick, & Scott, 1978; Komaki, Heinzman, & Lawson, 1980; Mattila & Hyödynmaa, 1988; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990; Saari & Näsänen, 1989
	Entre 100 -1000 participantes	Cooper et al., 1994; Fellner & Sulzer-Azaroff, 1984b; Harshbarger & Rose, 1991; Sulzer-Azaroff et al., 1990
	No informan:	Fox, Hopkins, & Anger, 1987; Hoh & Saari, 1997; Seppala et al., 1987
	Linea base múltiple sin grupo control	Todos los estudios
Diseño de estudio	Linea base múltiple con grupo control	Mattila & Hyödynmaa, 1988
	Menos de 10 semanas	Hoh & Saari, 1997
	Entre 10 y 25 semanas	Aitken & O'Driscoll, 1998; Cooper et al., 1994; Fellner & Sulzer-Azaroff, 1984b; Saari & Näsänen, 1989
	Entre 25 y 30 semanas	Komaki, Barwick, & Scott, 1978; Sulzer-Azaroff et al., 1990
Variables independientes	Más de 30 semanas	Fox, Hopkins, & Anger, 1987 (12 años)
	No informan	Harshbarger & Rose, 1991; Mattila & Hyödynmaa, 1988; Seppala et al., 1987
	Formación	Todos los estudios
	Feed back	Todos los estudios exceptuando Fox, Hopkins, & Anger, 1987
	Establecimiento de metas	Aitken & O'Driscoll, 1998; Cooper et al., 1994; Komaki, Barwick, & Scott, 1978; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990; Seppala et al., 1987; Sulzer-Azaroff et al., 1990
	Economía de fichas	Fox, Hopkins, & Anger, 1987
Variables dependientes	Número de accidentes	Cooper et al., 1994; Harshbarger & Rose, 1991; Hoh & Saari, 1997; Komaki, Heinzman, & Lawson, 1980; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990; Saari & Näsänen, 1989; Seppala et al., 1987; Sulzer-Azaroff et al., 1990
	Índice de incidencia Accidentes	Mattila & Hyödynmaa, 1988
	Índice de Frecuencia Accidentes	Aitken & O'Driscoll, 1998; Fellner & Sulzer-Azaroff, 1984b; Fox, Hopkins, & Anger, 1987; Komaki, Barwick, & Scott, 1978; Seppala et al., 1987

En el tercer grupo de revisiones, destaca la realizada por McAfee y Winn (1989) en la que realizaron una revisión de carácter cualitativo de 24 estudios publicados entre 1971 y 1987. En este conjunto de estudios se implementó el uso de incentivos y feedback para mejorar la seguridad en contextos de trabajo muy diferentes dado que pertenecían a los siguientes sectores de actividad: minería, transporte urbano, servicios de mantenimiento, metalurgia, manufacturero, textil y de fuerzas de seguridad pública. Las variables independientes implementadas a lo largo de los estudios revisados se dividieron en: (a) incentivos monetarios (primas en efectivo, puntos para la compra de bienes u objetos de consumo); (b) elogios y feedback (reconocimiento de resultados, notas de felicitaciones y comentarios positivos); y (c) competiciones de grupo que también podían implicar el uso de primas en efectivo. En cuanto al tipo de diseño de investigación utilizado, 19 utilizaron alguna forma de diseño de línea base múltiple, 6 incluyeron algún tipo de componente de retirada, 4 usaron un diseño AB y solamente uno utilizó comparaciones intra-grupos y entre-grupos.

Los autores concluyeron que la implementación de incentivos o feedback no demostró mejoras en todas las variables dependientes consideradas en cada uno de los estudios. Sin embargo, todos los estudios demostraron que el uso de incentivos o feedback mejoraban alguna de ellas, principalmente, el comportamiento de seguridad o los accidentes. Por lo tanto, puede considerarse que esta revisión describe un patrón fuerte y consistente de resultados en cuanto a la eficacia obtenida por la implementación de las técnicas del feedback e incentivos desde una perspectiva comportamental y a lo largo de una amplia variedad de sectores de actividad.

3.2. EVIDENCIA DE LA EFICACIA DE SUS COMPONENTES

En este apartado se describen los estudios y revisiones teóricas que persiguen conocer qué componentes de la intervención incluidos en este tipo de programas contribuyen de manera más eficaz a la mejora de los comportamientos de seguridad y/o a la reducción de los accidentes. Concretamente, se presentan los resultados obtenidos por diferentes estudios cuyo objetivo específico es comparar los resultados obtenidos por la implementación de diferentes técnicas de intervención.

3.2.1. Formación *versus* Formación y feedback

Cohen y Jensen (1984) desarrollan una investigación que comprende dos estudios en los que se examinan los efectos de un programa de intervención comportamental para la mejora del comportamiento de seguridad de conductores de carretillas elevadoras en el sector industrial. El primer estudio compara la eficacia de la implementación de la técnica de la formación de los trabajadores en comparación con la eficacia de la implementación de las técnicas de formación y feedback conjuntamente. En el estudio se implementó un diseño entre grupos donde los sujetos fueron asignados aleatoriamente a los diferentes grupos. Concretamente, el primer grupo solamente recibió formación y el segundo recibió formación y feedback gráfico diario. Sobre el grupo de control no se implementó ninguna técnica de intervención. Los resultados indican que en el primer grupo se produjo un incremento del comportamiento de seguridad del 18% sobre el desempeño demostrado durante la fase de línea base, mientras que en el segundo grupo se produjo un incremento de 23%. Con respecto a los resultados destaca que aunque a un nivel general, ambos grupos

experimentales consiguen mejorar el porcentaje de desempeño de seguridad de los trabajadores, en algunos comportamientos de seguridad específicos ninguno de los dos grupos alcanza una mejora. También destaca que la diferencia en el aumento del desempeño de seguridad de ambos grupos experimentales no resultó estadísticamente significativa. Finalmente, los autores realizan una evaluación del mantenimiento de los resultados durante los seis meses posteriores a la retirada de la intervención en la que se observa un mantenimiento de los mismos. Los autores atribuyen este mantenimiento a dos aspectos importantes. Por un lado, a la implicación en el desarrollo y ejecución del programa de los trabajadores de todos los niveles jerárquicos y por otro, al surgimiento de nuevos hábitos de trabajo más seguros y nuevas normas grupales que son apoyadas por los trabajadores y los mandos superiores.

3.2.2. Formación *versus* Formación, feedback y establecimiento de metas

Komaki, Heinzmann, y Lawson (1980) diseñaron un estudio para evaluar el efecto de la aplicación de formación específica en seguridad aisladamente en comparación con la aplicación de esta formación junto con feedback y establecimiento de metas. El estudio se realizó en cuatro secciones de una planta de mantenimiento de vehículos (N=55): reparación de maquinaria de limpieza, mantenimiento preventivo, reparación de equipamiento de iluminación y reparación de equipamiento pesado. En ellas, se implementó un diseño de línea base múltiple con retirada compuesto por cinco fases: (1) Línea base, (2) Formación, (3) Formación y feedback junto con establecimiento de metas, (4) Formación, y (5) Formación y feedback junto con establecimiento de metas. Los

resultados obtenidos mediante un análisis ARIMA indicaron que entre la fase 1 de línea base y la fase 2 de formación no hubo cambios estadísticamente significativos en el porcentaje de comportamientos seguros realizados por los trabajadores en ninguna de las cuatro secciones. Por el contrario, sí hubo cambios estadísticamente significativos entre la fase 1 de línea base y la fase 3 de formación, feedback y establecimiento de metas en las secciones de reparación de maquinaria de limpieza, mantenimiento preventivo y reparación de equipamiento pesado. Durante la fase 4 de formación, el porcentaje de seguridad disminuyó en todas las secciones aunque sólo de forma significativa en la sección de mantenimiento preventivo. Finalmente, el porcentaje de seguridad volvió a aumentar significativamente durante la fase 5 en la que se vuelve a ofrecer feedback en los departamentos de mantenimiento preventivo y reparación de equipamiento de iluminación. Los autores sugieren que la formación a los trabajadores, utilizada como única técnica de intervención no es suficiente para mejorar y mantener el desempeño de seguridad de los trabajadores. Así sugieren que el desempeño de seguridad puede ser mejorado con mayor eficacia mediante la formación de los trabajadores acompañada de las técnicas de feedback y establecimiento de metas. En cuanto a la accidentabilidad, los autores afirman que el programa implementado parecía tener un efecto beneficioso para disminuir el número de accidentes. Durante los 8 meses (fases 2-5 del programa de intervención), el número de accidentes con baja se redujo a 0,4 accidentes al mes, mientras que el mismo período de tiempo durante los años inmediatamente anteriores y posteriores al programa, fueron del 3,0 y 1,8 accidentes al mes, respectivamente.

3.2.3. Formación y feedback *versus* Establecimiento de metas

Reber y Wallin (1984) desarrollaron un estudio en 11 departamentos de una compañía de fabricación de maquinaria agrícola estadounidense en los que trabajaban 105 empleados. El objetivo principal de este estudio era determinar la contribución de los componentes de su programa de intervención: (a) Formación; (b) Formación con establecimiento de metas asignado; y (c) Formación con establecimiento de metas asignado y feedback. Concretamente, este estudio perseguía comprobar si el desempeño de seguridad de los trabajadores aumentaba en mayor medida cuando se implementaba la técnica del feedback (referido al desempeño de seguridad y en referencia a la meta propuesta) que cuando simplemente se implementaban las técnicas de formación y establecimiento de metas.

Los autores desarrollaron un checklist observacional para el registro de 37 ítems pertenecientes a las categorías: seguridad general, equipos de protección personal, orden y limpieza, levantamiento de material, y uso de equipos y herramientas. Esta herramienta proporcionaba un índice de seguridad referido al porcentaje de trabajadores realizando las tareas de un modo totalmente seguro. Los autores implementaron un diseño de línea base múltiple de cuatro fases: (a) Línea base; (b) Formación; (c) Formación con establecimiento de metas asignado; y (d) Formación con establecimiento de metas asignado y feedback. Este diseño fue aplicado en todos los departamentos que fueron agrupados en tres grupos. La media del porcentaje de seguridad para los tres grupos de departamentos durante la fase de línea base fue 62,20%; la media del porcentaje de seguridad durante la fase de intervención que consistía en recibir sólo formación fue 70,85%; para la que consistía

en recibir formación y establecimiento de metas asignadas fue 77,54%; y para la que consistía en recibir formación, establecimiento de metas y feedback fue 95,39%. El análisis de los datos, mediante el test de Duncan de contraste entre medias, mostró que las diferencias entre las medias de cada uno de los periodos de intervención eran estadísticamente significativas. Así, se observa que tanto la formación por si sola como la formación con establecimiento de metas asignado mejoraban el porcentaje de trabajadores actuando de modo seguro, sin embargo, la adición de la técnica de feedback fue la combinación que mejores resultados obtuvo.

En cuanto a los datos de accidentabilidad, cabe destacar que además las mejores puntuaciones en el porcentaje de seguridad se asociaron con una reducción de accidentes. Esta reducción se produjo desde una media del índice de incidencia de accidentes general (accidentes por cada 100 trabajadores) de 84,77 al año (obtenida durante el periodo de 3 años anteriores al estudio) hasta una media de este índice de 55,14 durante el año de estudio. Sin embargo, tal y como indican los autores, estos datos referidos a la mejora en la accidentabilidad deben ser tomados con precaución ya que a lo largo del periodo de registro se produjeron importantes cambios en su definición y que por tanto pudieron influir en el número de accidentes registrados.

Posteriormente, Reber, Wallin, y Chhokar (1990) intentan replicar el estudio anterior en otra compañía de fabricación de maquinaria agrícola, también estadounidense. En esta ocasión seleccionaron 3 departamentos: el departamento de montaje final (N=21), el departamento de piezas (N=9) y el departamento de preparación de la materia prima (N=14).

Las variables dependientes consideradas en el estudio fueron registradas en cada uno de los departamentos mediante el checklist

observacional desarrollado en Reber y Wallin (1984). La variable dependiente principal fue el índice de seguridad referido al porcentaje semanal de empleados que desarrollaba el trabajo de un modo totalmente seguro. También se consideró la variable referida a la media mensual de accidentes ocurridos en el trabajo y registrados bajo los criterios establecidos por la Occupational Safety and Health Act (OSHA).

Los autores implementaron un diseño de línea base múltiple de cuatro fases: (a) Línea base; (b) Formación; (c) Formación y establecimiento de metas; y (d) Formación con establecimiento de metas y feedback. En todos los departamentos se comenzó con un registro de los datos de la línea base y posteriormente, se aplicaron todas las fases de intervención en el orden indicado anteriormente. Cabe destacar que cada una de estas fases se introdujo en los 3 departamentos en diferentes momentos temporales. La hipótesis de los autores es que los mayores índices de seguridad, así como la menor media de accidentes, se producirían en la última fase de intervención referida a la introducción de la formación con establecimiento de metas y feedback.

Los resultados de un análisis de varianza de medidas repetidas para cada departamento indican que la variable independiente "fase de estudio" es estadísticamente significativa en todos ellos. Los resultados de la prueba de rango múltiple de Duncan indican que las medias de los índices de seguridad obtenidas en las diferentes fases en los tres departamentos fueron diferentes de un modo estadísticamente significativo ($p < .05$) y en la dirección hipotetizada. Concretamente, el departamento de montaje final obtuvo un índice de seguridad medio de 54,56 durante la fase de línea base, de 62,62 durante la fase de formación, de 71,40 durante la fase de establecimiento de metas y de 93,04 durante la fase de feedback. El

departamento de preparación de la materia prima obtuvo un índice de seguridad medio de 58,49 durante la fase de línea base, de 66,66 durante la fase de formación, de 73,65 durante la fase de establecimiento de metas, y de 97,31 durante la fase de feedback. Finalmente, el departamento de piezas obtuvo una índice de seguridad medio de 81,36 durante la fase de línea base, de 90,37 durante la fase de formación, de 94,48 durante la fase de establecimiento de metas y de 99,12 durante la fase de feedback. Según los autores el resultado más importante de esta investigación es que la técnica de intervención referida al establecimiento de metas junto con el feedback mejora los índices de seguridad en mayor medida que la técnica de intervención que considera el establecimiento de metas de un modo aislado.

En cuanto a los datos de accidentabilidad, la media mensual de accidentes registrados en cada uno de los tres departamentos durante los 3 años anteriores al estudio y durante los 15 meses posteriores a la intervención indican que se produjeron marcadas reducciones en el departamento de montaje final y el departamento de piezas. Concretamente, en el departamento de montaje final, se produjo un descenso desde una media de accidentes mensuales de 2,61 durante la fase de pre-intervención hasta una media de 1,27 producida durante la etapa de posterior a la intervención. En el departamento de piezas se produjo un descenso desde una media de 0.63 accidentes hasta una de 0.13 accidentes. Finalmente, el departamento de preparación de la materia prima experimentó una menor reducción de la accidentabilidad, desde una media de 0,72 hasta una media de 0,60. En este caso, los autores no presentan un análisis estadístico de los datos que nos permita considerar esta disminución de los accidentes como estadísticamente significativa.

Finalmente, Ray, Bishop, y Wang (1997) realizaron un estudio para evaluar la efectividad individual de diversas técnicas de intervención comportamental sobre el comportamiento de seguridad de los trabajadores de una división de la compañía General Motors. Concretamente, los autores desarrollaron el estudio en dos departamentos siendo uno de ellos el grupo de intervención y otro, grupo control. En el grupo de intervención, el estudio se implementó a través de las siguientes fases: fase de línea base, fase de formación en seguridad, fase de feedback referido al desempeño de seguridad de los trabajadores y fase de feedback con establecimiento de metas. En ambos grupos se realizaron mediciones periódicas mediante un checklist observacional formado por 17 ítems pertenecientes a las siguientes categorías de seguridad: orden y limpieza del puesto de trabajo, uso de ropa protectora, uso de ropa personal, manipulación de materiales y tareas de trabajo. Esta herramienta proporcionaba un índice de seguridad referido al porcentaje de trabajadores que desarrollaban su trabajo de un modo seguro. En cuanto a los resultados para el grupo experimental, un 77,4% de los trabajadores se comportaron de un modo seguro durante la fase de línea base. Este porcentaje aumento, aunque no de forma estadísticamente significativa a 78,1% durante la fase de formación. Sin embargo, este porcentaje si mostró un aumento estadísticamente significativo durante las fases de feedback (87,2%) y de feedback con establecimiento de metas (96,1%). El grupo control no obtuvo cambios estadísticamente significativos en los índices de seguridad a lo largo de la duración del estudio. En este grupo, la media de los índices de seguridad calculados para los mismos periodos temporales que las fases del estudio fueron de 82,4%, 84,8%, 85,6% y 80,9%.

A partir de los resultados puede establecerse la siguientes conclusiones principales: (a) la formación en seguridad

implementada como única técnica de intervención no es suficiente para mejorar el comportamiento de seguridad de los trabajadores; (e) el feedback referido al desempeño de seguridad de los trabajadores puede mejorar su comportamiento de seguridad; y (c) el establecimiento de metas como técnica adicional al feedback puede aumentar el impacto beneficioso de la implementación del programa comportamental.

3.2.4. Feedback y establecimiento de metas asignado versus Feedback y establecimiento de metas participativo

Fellner y Sulzer-Azaroff (1985) comparan el efecto de la implementación de la técnica del establecimiento de metas asignado y participativo en el desempeño de seguridad de 150 trabajadores de una fábrica de papel. Durante la fase de línea base se ofreció feedback gráfico acerca del porcentaje de seguridad alcanzado en las condiciones físicas de trabajo y prácticas de los trabajadores relacionadas con la seguridad. Posteriormente, se desarrolló una fase de intervención en la que el capataz del grupo indicaba la meta que los trabajadores debían conseguir. A continuación se desarrolló otra fase de intervención en la que el capataz preguntaba y estimulaba a los trabajadores a fijar la meta que ellos consideraban razonable. Los resultados obtenidos indican que el establecimiento de metas asignado mejoró significativamente el porcentaje de seguridad de las condiciones de trabajo, pero no las prácticas de los trabajadores. El establecimiento de metas participativo no consiguió mejorar significativamente ni el porcentaje de seguridad de las condiciones de trabajo ni el porcentaje de seguridad referido a las prácticas de los trabajadores. Por ello, en este estudio se obtiene un efecto limitado de la técnica del establecimiento de metas asignado

mientras que el establecimiento de metas participativo no parece aumentar el efecto positivo del feedback sobre las variables dependientes consideradas.

3.2.5. Revisiones empíricas sobre la eficacia de los componentes de los programas de intervención

En este apartado se describen dos tipos de revisiones.

El primer tipo de revisiones tiene como objetivo conocer qué componentes incluidos en los programas de intervención comportamental contribuyen de manera más eficaz a la mejora de los comportamientos de seguridad y a la reducción de la accidentabilidad (Cooper, 2007; 2009).

El segundo tipo de revisiones tiene como objetivo conocer la rentabilidad económica que se asocia a diferentes combinaciones de los componentes de intervención incluidos en diferentes programas de seguridad basados en la metodología comportamental (Cooper, 2010b).

Cooper (2007, 2009) señala la importancia de la elección y configuración de los componentes de intervención incluidos en cada una de las fases del programa dado que éstos ejercen una eficacia diferencial sobre las variables dependientes referidas a la seguridad (comportamiento de seguridad de los trabajadores y accidentes). Ambas revisiones fueron llevadas a cabo sobre 24 conjuntos de datos pertenecientes a 17 estudios realizados tanto en Estados Unidos como en Europa y en los que participaron un total de 3.523 trabajadores. Los estudios estaban implementados en 13 sectores de actividad estáticos (p.e., automoción o refinado de metal) y 11 dinámicos (p.e., construcción de edificación, construcción naval o servicio policial). Concretamente, Cooper (2007) cuantificó el

porcentaje de cambio comportamental de seguridad que demostraban los trabajadores y el porcentaje de reducción del índice de incidencia de accidentes que se producían entre la fase de línea base y la fase de intervención de los estudios. Posteriormente, Cooper (2009) realizó un meta-análisis de los resultados en el que estimó el tamaño del efecto del porcentaje medio del cambio comportamental y del porcentaje medio de reducción del índice de incidencia de accidentes mediante el estadístico de la diferencia estandarizada de Cohen (d) (Cohen, 1992).

Los resultados de ambos estudios se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Porcentaje medio del cambio comportamental, porcentaje medio de reducción del índice de incidencia de accidentes y tamaño del efecto asociado

Análisis de Elementos		% Cambio Comportamental	Tamaño del efecto (Cohen <i>d</i>) Cambio comportamental	% Reducción Índice Incidencia Accidentes	Tamaño del efecto (Cohen <i>d</i>) Reducción índice incidencia accidentes
	Todos los estudios	25	3.18**	49	5.21**
Sector de actividad	Sectores estáticos	34	4.2**	50	6.6**
	Sectores dinámicos	16	1.9**	45	3,6**
Frecuencia de observación	Diario	23	3.3**	53	7.0**
	Intermitente	32	3.5**	46	5.8**
	Semanal	17	1.9	28	0.70
Foco de observación	Grupos	30	3,9**	54	7,1**
	Resultados	15	2,2**	30	5,5**
	individuos	27	2,8**	37	2,15**
Foco de observación X Sector de actividad	Grupos-Sector estático	38	5,4**	63	10,87**
	Individuos-Sector estático	28	2,88**	33	1,65*
	Individuos-Sector dinámico	23	2,42**	52	5,02*
	Resultados-Sector dinámico	15	2,18**	30	5,47**
	Grupos-Sector dinámico	14	1,36**	48	0,47
Mecanismos de feedback	Gráfico, verbal, escrito y reunión semanal	44	6,7**	61	10.5**
	Gráfico y verbal	23	3,4**	72	8,9**
	Gráfico, verbal y escrito	14	1,7**	56	7,3**
	Verbal	14	1,9	35	4,8**
	Gráfico	22	2,2**	41	2,9
	Verbal, escrito y reunión semanal	31	3,2**	24	2,7**
Otros componentes de intervención	Formación en seguridad y Feedback	26	1,3**	87	12,2**
	Establecimiento de metas y Feedback	26	4,1**	57	8,7**
	Formación en seguridad, Establecimiento de metas y Feedback	24	2,4**	25	5,8**
	Feedback	24	3,3**	51	3,5**
	Competición, Incentivos y Feedback	24	4,5**	25	2,8**
Tipo de establecimiento de metas	Participativo	37	5,6**	58	9,92**
	Implícito	24	3,21**	56	6,16**
	Asignado	22	2,16**	43	2,34**

** $p < 0.01$

Los resultados obtenidos para todo el conjunto de estudios mostraron que los métodos de intervención en seguridad basados en el comportamiento produjeron cambios estadísticamente significativos tanto en el porcentaje medio del comportamiento de seguridad de los trabajadores como en el porcentaje medio del índice de incidencia de accidentes. Cabe destacar que la media del cambio del comportamiento de seguridad fue superior en los estudios desarrollados en sectores de actividad estáticos que en los dinámicos. El porcentaje medio del índice de incidencia de accidentes también mostró una disminución mayor en los estudios desarrollados en los sectores de actividad estáticos.

Estas medidas también se calcularon en relación a otros aspectos a través de los cuales pueden diferenciarse los diferentes procesos de intervención comportamental. En concreto, estos elementos son: la frecuencia de observación realizada (diaria, semanal o intermitente), el foco de observación considerado (individuos, grupos de trabajo o resultados del comportamiento de seguridad), el tipo de feedback utilizado (gráfico, verbal, escrito y/o reuniones de información), la presencia de otros componentes de intervención (formación en seguridad, establecimiento de metas y/o incentivos) y el tipo de establecimiento de metas considerado (participativo, implícito o asignado). Los resultados ofrecidos por esta revisión hacen referencia al conjunto total de estudios (realizados en sectores estáticos y dinámicos) a excepción de los resultados ofrecidos en referencia al foco de observación que hacen distinción entre dichos sectores, es decir, por una lado, se ofrecen los resultados obtenidos como consecuencia de la consideración de cada uno de los focos de observación (individuos, grupos de trabajo o resultados del comportamiento de seguridad) en el sector estático y por otro lado se ofrecen los resultados de la consideración de dichos focos de observación en el sector dinámico.

A continuación se describen los principales resultados obtenidos en relación a los diferentes componentes del proceso de intervención considerados por la revisión. En primer lugar se describen los resultados obtenidos en referencia al porcentaje medio de cambio comportamental de seguridad de los trabajadores y posteriormente se describen en relación al porcentaje medio de reducción del índice de incidencia de accidentes.

En referencia al cambio comportamental de seguridad obtenido en todos los estudios que implementaron una frecuencia de observación intermitente, es decir, cada dos o tres días, obtuvieron un porcentaje medio de cambio comportamental significativo y superior al obtenido por los que realizaban observaciones diarias o semanales. En este caso cabe destacar que los estudios que realizaron observaciones diarias sí obtuvieron una mejora comportamental de seguridad significativa mientras que los estudios que implementaban observaciones con una periodicidad semanal no obtuvieron un cambio comportamental significativo.

En referencia al foco de observación, el mayor cambio comportamental de seguridad fue obtenido por los estudios cuyo foco de observación era el grupo de trabajo, seguidos de los que tomaron como foco de observación a los individuos y de los que observaron los resultados del comportamiento de seguridad (p.e., orden y limpieza).

En el caso específico de los estudios realizados en sectores estáticos, los estudios cuyo foco de observación fue el grupo de trabajo obtuvieron una mejora significativa y superior que la producida por los estudios cuyo foco de observación eran los trabajadores considerados individualmente, si bien, éste resultado también fue significativo. Este patrón de resultados difiere con respecto a los estudios realizados en los sectores dinámicos. En estos

sectores, el mayor porcentaje de cambio comportamental fue obtenido por los estudios cuyo foco de observación eran los trabajadores considerados individualmente seguido de los estudios cuyo foco eran los resultados del comportamiento de seguridad y los grupos. En este caso, todos los resultados fueron significativos.

El tipo de feedback que produjo un mayor cambio comportamental fue el que consistía en una combinación de feedback gráfico, verbal y escrito que se informaba mediante reuniones semanales. Todos los demás tipos de feedback obtuvieron porcentajes de mejora significativos a excepción del feedback verbal proporcionado de manera aislada.

En cuanto a la presencia de otros componentes de intervención, el mayor cambio comportamental de los trabajadores fue obtenido por los estudios que implementaron competición, incentivos y feedback, si bien, todas las combinaciones de componentes resultaron significativas. Finalmente, los estudios que implementaron un establecimiento de metas de tipo participativo mostraron un mayor cambio comportamental que los estudios que optaron por establecer metas de seguridad implícitas o asignadas, pero todos fueron significativos.

En referencia al porcentaje medio de reducción del índice de incidencia de accidentes, aquellos estudios que implementaron una frecuencia de observación diaria obtuvieron un porcentaje medio de reducción del índice de incidencia de accidentes significativo y mayor que los que realizaban observaciones intermitentes o semanales. En este caso cabe destacar que los estudios que realizaron observaciones intermitentes obtuvieron una reducción significativa, pero los estudios que implementaban observaciones con una periodicidad semanal no obtuvieron una reducción significativa.

En referencia al foco de observación, la mayor reducción del índice de incidencia de accidentes fue obtenida por los estudios cuyo foco de observación era el grupo de trabajo seguidos de los que tomaron como foco de observación los resultados del comportamiento de seguridad y de los que observaron individuos, siendo todos los resultados estadísticamente significativos.

En el caso de los estudios realizados en sectores estáticos, en los estudios cuyo foco de observación era el grupo de trabajo, la reducción del índice de incidencia de accidentes fue significativa y superior a la producida por los estudios cuyo foco de observación eran los trabajadores considerados individualmente, aunque este último resultado también resultó ser significativo. En los estudios realizados en los sectores dinámicos, el mayor porcentaje medio de reducción del índice de incidencia de accidentes fue obtenido por los estudios cuyo foco de observación eran los trabajadores considerados individualmente seguido de los estudios cuyo foco eran los resultados del comportamiento de seguridad y el grupo de trabajo. En este caso solamente resultó significativa la reducción del índice de incidencia de accidentes obtenido por los estudios cuyo foco de observación eran los trabajadores considerados individualmente y los estudios cuyo foco eran los resultados del comportamiento.

Considerando todos los estudios, los que implementaron una frecuencia de observación diaria obtuvieron un porcentaje medio de reducción de accidentes (53%) mayor que los que realizaban observaciones semanales o intermitentes. El tipo de feedback que produjo una mayor reducción del porcentaje de accidentes (72%) fue el que consistía en una combinación de feedback gráfico y verbal. En cuanto a la presencia de otros componentes de intervención, el mayor porcentaje de reducción del índice de incidencia de accidentes (87%) fue obtenido por los estudios que implementaron formación

en seguridad y feedback. Finalmente, los estudios que implementaron un establecimiento de metas de tipo participativo obtuvieron un mayor porcentaje de reducción de los accidentes (58%) que los estudios que establecieron metas de seguridad implícitas o asignadas.

Esta revisión permite concluir que los métodos de intervención en seguridad basados en el comportamiento obtienen mejores resultados en los sectores de actividad estáticos donde los trabajadores y el medio de trabajo es más estable. Tanto la mejora de los comportamientos de seguridad y la reducción de accidentes más importantes se producen cuando las observaciones se realizan con cierta frecuencia.

Finalmente, la revisión realizada por Cooper (2010b) intenta estimar la rentabilidad asociada a los diferentes diseños estructurales que pueden considerarse en los programas de intervención comportamental. Concretamente, fueron utilizados los 24 grupos de datos referidos a los 17 estudios considerados en Cooper (2009). Los 24 grupos de datos fueron divididos en 11 subgrupos de modo que en cada subgrupo eran coincidentes todas y cada una de las siguientes variables estructurales: tipo de sector de actividad (dinámico o estático), foco de observación (individual, grupal o resultados del comportamiento de seguridad), frecuencia de observación (diaria, 2-3 veces a la semana o semanal) y número de canales por los que se ofrecía el feedback (1-2 o 3-4).

El autor realizó un conjunto de transformaciones de los datos referidos a los índices de incidencia de los accidentes indicados en cada estudio para hacerlos comparables entre sí. Concretamente estos índices fueron calculados para reflejar la incidencia de un accidente por cada 200.000 horas trabajadas. También se estimó el coste asociado a cada índice de incidencia mediante la multiplicación

de cada accidente por la cifra referida a los costes directos estimados por accidente indicada por el Health and Safety Executive (HSE).

Los resultados indican que las diferentes combinaciones de las variables estructurales del diseño de la intervención producen diferencias notables en cuanto a su rentabilidad. Así, mientras algunas combinaciones en el diseño consiguen importantes beneficios, otras están asociadas a pérdidas substanciales.

Dado que el tipo de sector en el que se implementa el estudio no es una variable que pueda manipularse, a continuación se presentan las principales conclusiones que pueden extraerse del análisis de los resultados considerando separadamente el sector estático y dinámico.

En el sector estático, la mayor rentabilidad (1.695.394\$) fue obtenida por los programas de intervención incluidos en el grupo de estudios (N=4) que consideraron un foco de observación grupal, mantuvieron una frecuencia de observación diaria y ofrecieron feedback mediante 3-4 canales de comunicación. En relación a este resultado, destaca que el grupo de estudios (N=2) que comparten con los anteriores todas las características a excepción de que solamente consideran 1-2 canales de feedback, se encuentran en el cuarto lugar en cuanto a beneficios obtenidos (62.371\$). Igualmente, cabe destacar que los programas de intervención que también comparten con el primer grupo todas las características a excepción de que en lugar de mantener una frecuencia de observación diaria, la mantienen 2-3 veces por semana, obtuvieron una rentabilidad que ocupa el quinto lugar (33.598\$).

Continuando con el sector estático, los beneficios obtenidos en segundo lugar (232.996\$) fueron alcanzados por los estudios que consideraron un foco de observación individual, la frecuencia de

observación fue de 2-3 veces a la semana e implementaron 3-4 canales de feedback. En relación a este resultado, destaca que el grupo de estudios (N=4) que comparten con los anteriores todas las características a excepción de que solamente consideran 1-2 canales de feedback, se encuentran en el tercer lugar en cuanto a su rentabilidad económica (142.050\$). También cabe destacar que el programa de intervención que comparte todas las características con el grupo de estudios que ha obtenido la segunda mayor rentabilidad, a excepción de que en lugar de considerar un foco de observación individual, lo consideran grupal, obtuvo una rentabilidad que ocupa el quinto lugar (33.598\$).

Finalmente, con respecto al sector estático, destaca que el grupo de estudios (N=2) que han implementado programas de intervención donde el foco de observación es individual, se realiza una observación semanal y el número de canales por los que se obtiene el feedback es 1-2, obtuvieron unas pérdidas de 2.034.133\$.

En cuanto al sector dinámico, los estudios (N=2) que obtuvieron mayores beneficios (125.772\$) fueron aquellos cuyo foco de observación era grupal, mantenían una frecuencia de observación diaria y consideraron 1-2 canales de feedback. En segundo lugar se encuentran los beneficios obtenidos (49.935\$) por los estudios (N=4) realizados en el sector dinámico, con un foco de observación en los resultados del comportamiento de seguridad, una frecuencia de observación diaria y 1-2 canales de feedback. Con respecto a estos dos grupos de estudios, cabe destacar que únicamente se diferencian en el foco de observación, ya que mientras que en el primer grupo de estudios, éste es grupal, en el segundo grupo se centra en los resultados y esto se relaciona con una disminución considerable de los beneficios.

En tercer lugar se encuentran los beneficios obtenidos (340\$) por el estudio que consideró un foco de observación en los resultados del comportamiento de seguridad, una frecuencia de observación de 2-3 veces a la semana y 1-2 canales de feedback.

Por otro lado destacan los estudios que obtuvieron pérdidas. Concretamente, los estudios (N=2) que consideraron un foco de observación grupal, una frecuencia de observación semanal e implementaron 1-2 canales de feedback, obtuvieron unas pérdidas de 2.317\$. Por su parte los estudios que obtuvieron mayores pérdidas (10.453\$) fueron los que consideraron un foco de observación individual, mantuvieron una frecuencia de observación diaria e implementaron 3-4 canales de feedback.

CAPÍTULO II. EL SECTOR DE LA CONTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Este capítulo consta de dos apartados. En el primer apartado se describen las características de las principales variables socio-demográficas del sector de la construcción tanto en España como en la Unión Europea, así como las principales características específicas de este sector que se relacionan directamente con la gestión de la seguridad y la salud en las obras de construcción y los principales factores implicados en la siniestralidad del sector de la construcción que son aportados por la investigación de accidentes.

En el segundo apartado, se presenta un análisis de la evolución de la siniestralidad laboral en el sector de la construcción español y de la Unión Europea (EU-15) en comparación con el resto de sectores de actividad (Agrario, Industria y Servicios).

1. CARACTERÍSTICAS

1.1. CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS

1.1.1. Características socio-demográficas en España

A continuación, se presentan los principales datos pertenecientes a las siguientes variables socio-demográficas del sector de la construcción en España: ocupación, sexo, edad, nacionalidad y situación profesional.

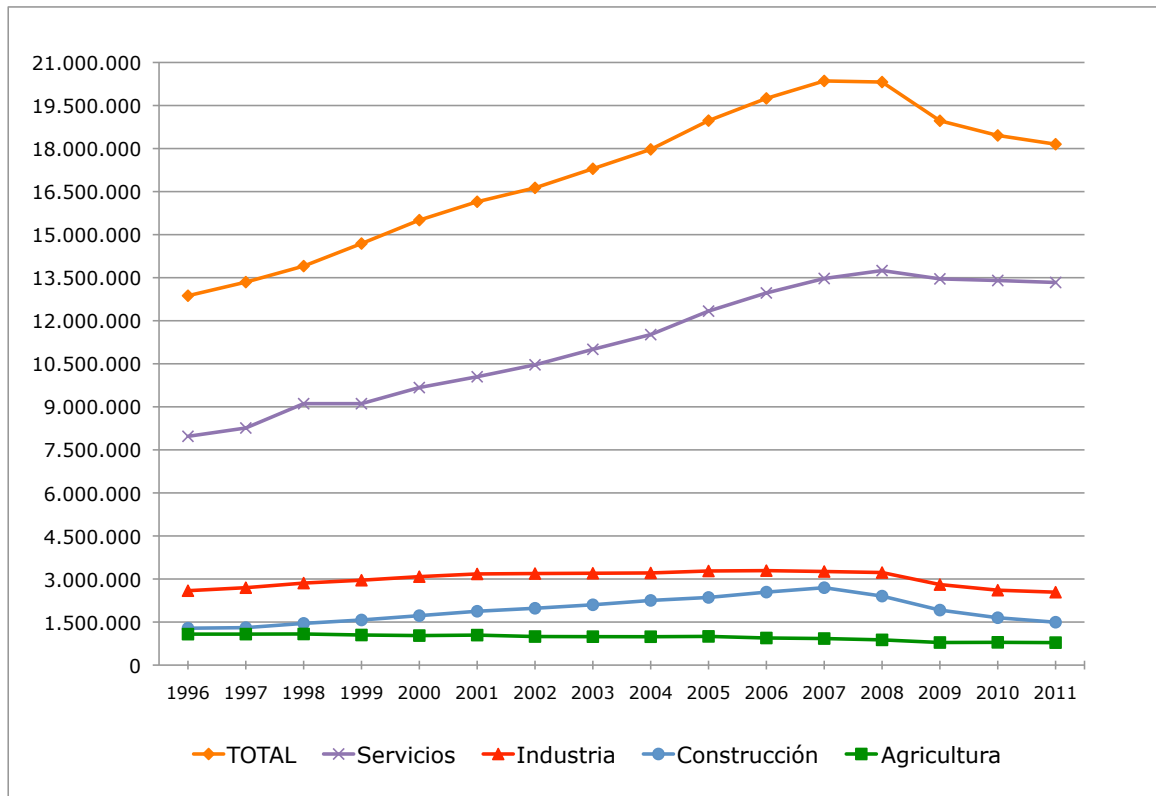
Con respecto a la variable socio-demográfica referida a la ocupación en el sector de la construcción en España, los datos

ofrecidos por el INE (2011), indican que la media del número de trabajadores en los tres primeros meses de 2011 es de 1.494.000. Esta cifra constituye un 8,23% de la población total ocupada en todos los sectores de actividad.

Con respecto a la evolución de la ocupación registrada en el sector de la construcción, destaca que durante la década de los años 90 y aproximadamente hasta el año 2007, el sector de la construcción desarrolló una importante contribución a la creación de empleo y al crecimiento económico de España.

A continuación se presentan los datos que permiten observar la evolución del número de trabajadores ocupados en el sector de la construcción así como compararlo con el resto de sectores de actividad (Gráfica 1).

Gráfica 1. Número de trabajadores ocupados según sector de actividad en España durante el periodo temporal 1996-2011



*El dato referido al año 2011 se refiere a la media del primer trimestre

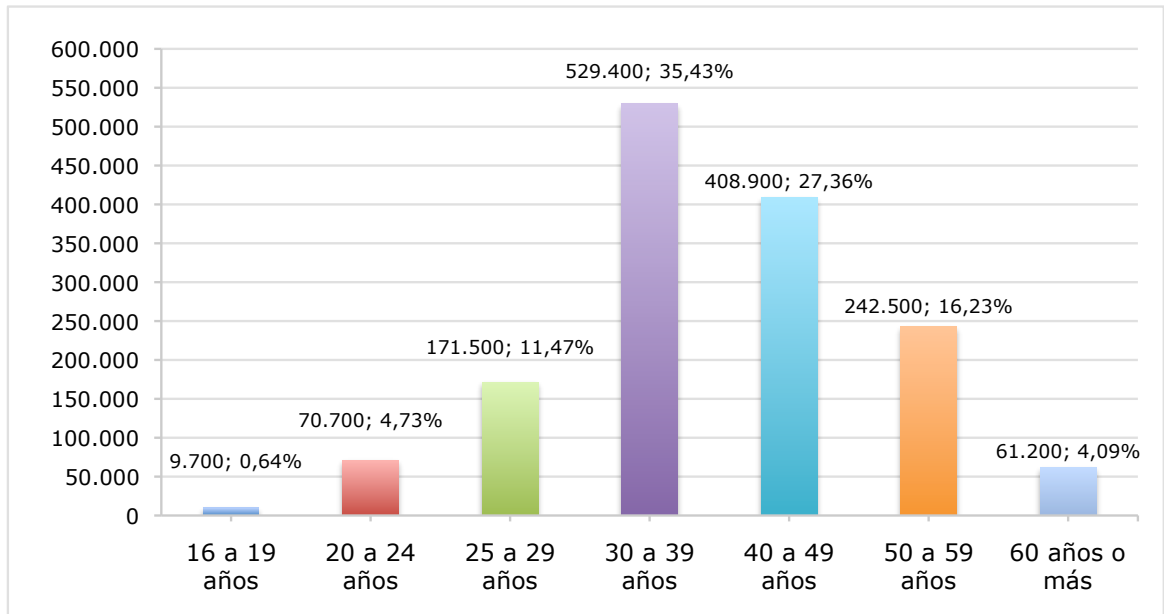
Esta importante contribución del sector a la creación de empleo puede observarse en la gráfica 1 que muestra como desde 1996 hasta 2007, el número de trabajadores empleados directamente en el sector de la construcción experimentó un continuo aumento (INE, 2011). Durante este periodo temporal, el sector de la construcción evolucionó desde una ocupación de 1.285.000 trabajadores que suponían un 9,8% del total de la población ocupada en todos los sectores de actividad en 1996 hasta constituir una ocupación máxima de 2.697.400 trabajadores que suponían un porcentaje del 13,3% en 2007. Posteriormente, el número de trabajadores ocupados en la construcción comenzó a descender paulatinamente a partir de 2007, constituyendo un 11,8% en 2008, un 10,10% en 2009 y un 8,23% en 2011 (media de los datos del primer trimestre

de 2011). Este descenso puede considerarse una de las consecuencias directas de la crisis económica que afecta a este sector y al conjunto de la economía desde 2008. Igualmente, cabe destacar la enorme y difícilmente cuantificable contribución indirecta que el sector de la construcción ejerce sobre la generación de puestos de trabajo y beneficios económicos en otros sectores de actividad. Esto es debido a que el sector de la construcción desarrolla un importante efecto dinamizador o de arrastre sobre otros sectores que le son suministradores, principalmente, la industria o el transporte.

En referencia a la variable sexo, según los datos disponibles (INE, 2011) destaca que en el primer trimestre de 2011 el 92,34% de ocupados en este sector son hombres frente al 7,65% que son mujeres.

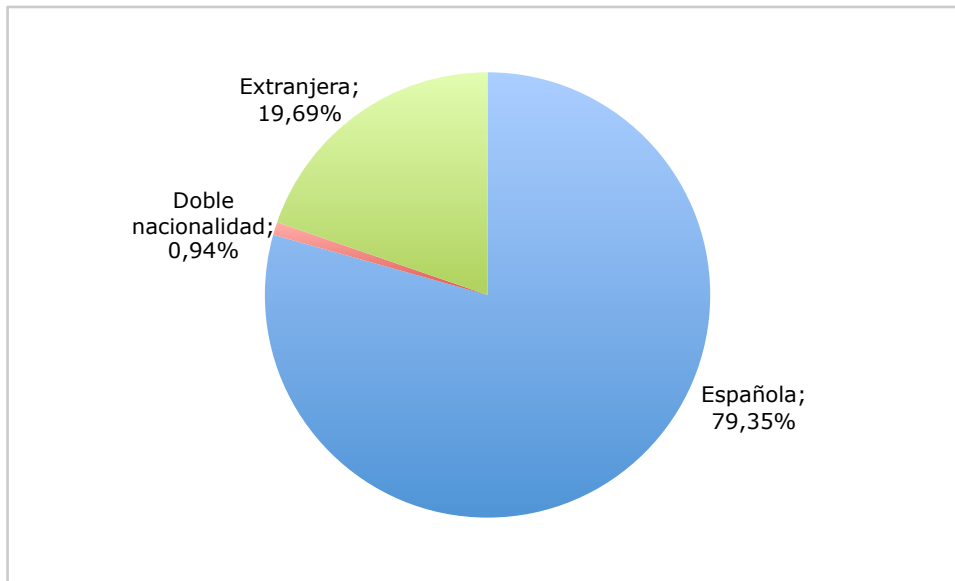
En referencia a la variable edad de los trabajadores ocupados en el sector de la construcción (Gráfica 2), los datos disponibles (INE, 2011) indican que en el primer trimestre de 2011, el mayor número de trabajadores tiene una edad comprendida entre el rango de 30 a 39 años. Concretamente, en este rango de edad existen 529.400 trabajadores que suponen un 35,43% del total de los ocupados en el sector. Esta cifra es seguida por el número de trabajadores que tienen de 40 a 49 años (27,36%), por el número de trabajadores que tienen de 50 a 59 años (16,23%) y de los que tienen de 25 a 29 años (11,47%). El número de trabajadores con una edad de 20 a 24 años y con una edad de 60 años o superior suponen el 4,73% y el 4,09%, respectivamente. Finalmente destaca que el menor número de trabajadores es el que tiene una edad de 16 a 19 años, suponiendo solamente el 0,64% del número total de trabajadores.

Gráfica 2. Número y porcentaje de trabajadores ocupados en el sector de la construcción español según su edad en el primer trimestre de 2011



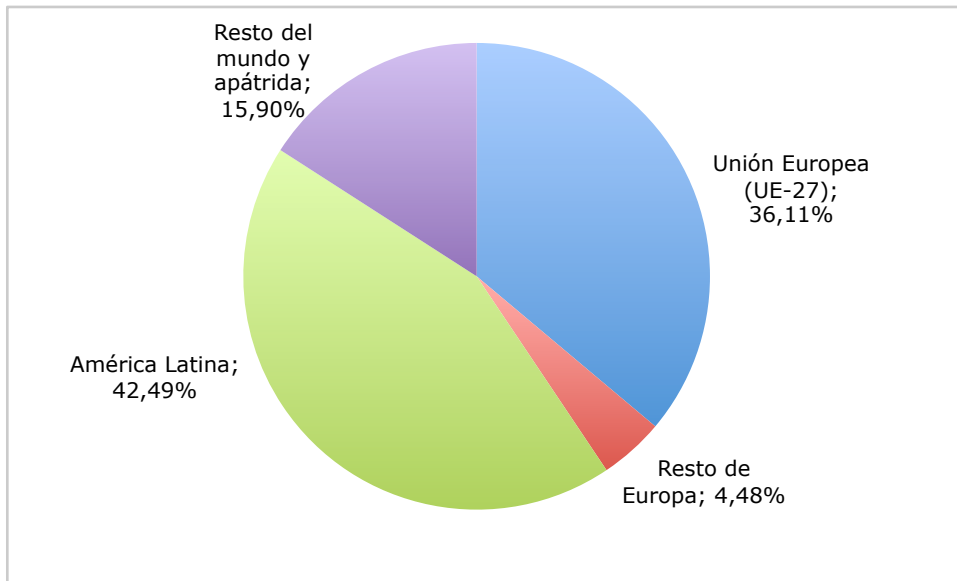
Con respecto a la variable referida a la nacionalidad de los ocupados en el sector de la construcción (Gráfica 3), según los datos disponibles (INE, 2011) destaca que en el primer trimestre de 2011, la nacionalidad del mayor número de trabajadores es española. Concretamente existen 1.185.500 trabajadores de nacionalidad española que suponen un 79,35% del total de los ocupados en el sector. Por otro lado, el 19,69% posee nacionalidad extranjera y solamente el 0,94% posee doble nacionalidad.

Gráfica 3. Porcentaje de trabajadores ocupados en el sector de la construcción español según su nacionalidad en el primer trimestre de 2011



Asimismo, en la gráfica 4, puede observarse que del total de los ocupados que poseen nacionalidad extranjera, el 36,11% tiene una nacionalidad perteneciente a la Unión Europea (UE-27) distinta de España, el 4,48% posee nacionalidad del resto de Europa, el 42,49% posee nacionalidad perteneciente a un país de América Latina y el 15,90% posee una nacionalidad perteneciente a algún país del resto del mundo o carecen de alguna nacionalidad.

Gráfica 4. Porcentaje de trabajadores ocupados en el sector de la construcción español según su nacionalidad extranjera en el primer trimestre de 2011

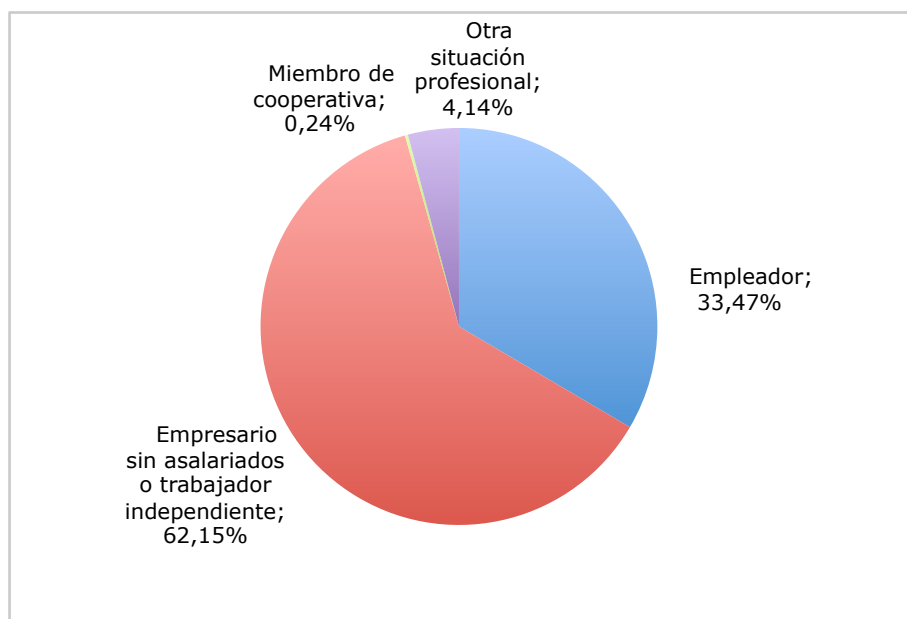


En referencia a la situación profesional, los datos disponibles (INE, 2011) indican que en el primer trimestre de 2011 el 75,28% son trabajadores asalariados, frente al 24,69% que son trabajadores por cuenta propia.

También destaca que del total de trabajadores asalariados, el 99,20% son asalariados que desarrollan su trabajo en el sector privado, mientras que el 0,79% lo hace en el sector público y un 0,03% presenta una situación profesional diferente a las dos anteriores.

Por otro lado, del total de trabajadores por cuenta propia (Gráfica 5), destaca que 62,15% son empresarios sin asalariados o trabajadores independientes, el 33,47% son empleadores, el 0,24% son trabajadores miembros de cooperativas y el 4,14% presenta una situación profesional diferente a las anteriores.

Gráfica 5. Porcentaje de trabajadores según el tipo de trabajo por cuenta propia en el sector de la construcción español en el primer trimestre de 2011

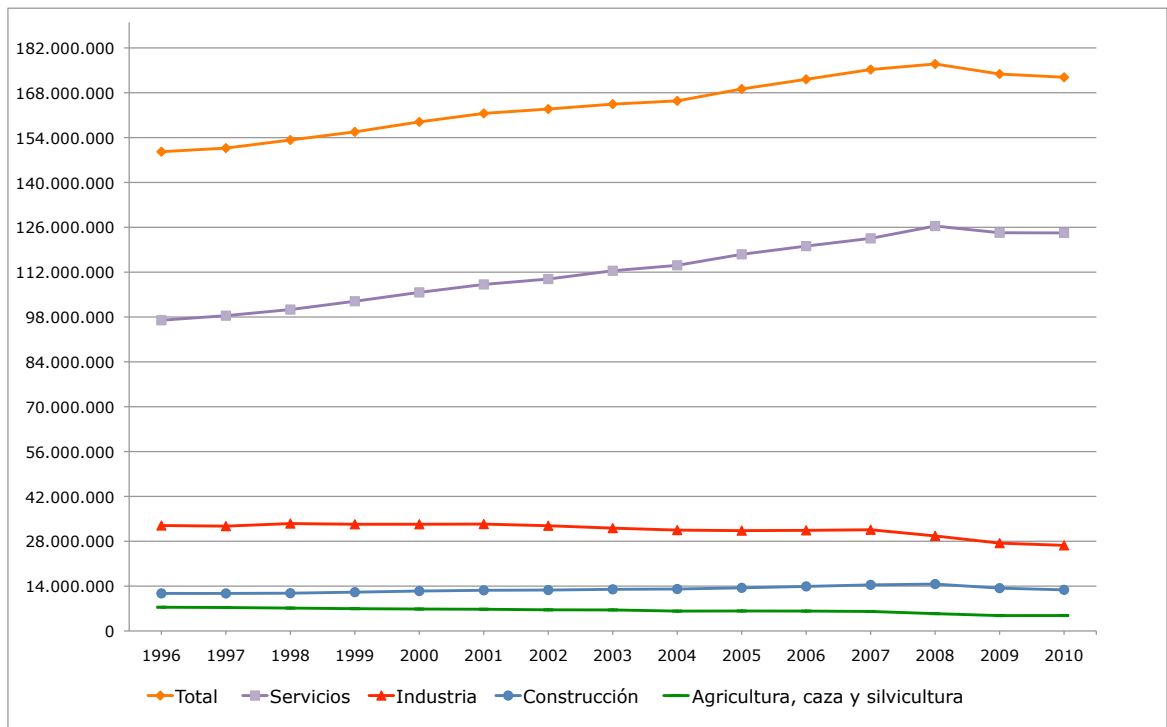


1.1.2. Características socio-demográficas en la Unión Europea

En primer lugar, con respecto a la variable socio-demográfica referida a la ocupación del sector de la construcción en la Unión Europea (EU-15) destaca que este sector ha mostrado una notable contribución a la creación de empleo durante la última década. Según los datos disponibles, en la gráfica 6 puede observarse como durante el periodo temporal transcurrido entre 1996-2010, se ha producido un aumento del número de trabajadores ocupados directamente en este sector (EUROSTAT, 2011a). Durante este periodo temporal, el número de trabajadores en el sector de la construcción ha experimentado un aumento paulatino, evolucionando desde una cifra de 11.723.600 trabajadores que constituyen un 7,83% del total de los ocupados en todos los sectores de actividad en 1996 hasta los 14.636.600 en 2008 que constituyen un 8,26% del total. A partir de este año, se observa una ligera disminución del

número de trabajadores, si bien dicha disminución no es de carácter tan acusado como la producida en el sector de la construcción español. Concretamente, el número de trabajadores ocupados en la construcción constituyó un 7,68% en 2009 y un 7,42% en 2010.

Gráfica 6. Número de trabajadores ocupados según sector de actividad en la UE-15 durante el periodo temporal 1996-2010



Por otro lado, a continuación se presentan diversas características socio-demográficas relevantes de este sector mediante los resultados ofrecidos por un informe publicado por el European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (EUROFOUND) (Jettinghoff & Houtman, 2009). De acuerdo con este informe, el sector de la construcción de la Unión Europea (EU-27) presenta algunas características que alcanzan diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás sectores de actividad.

Estas características son que en el sector de la construcción continua predominando de forma estadísticamente significativa el trabajo desarrollado por hombres (89,4%) y que existe un alto porcentaje de trabajadores autónomos (24,7%) que solamente es superado por el porcentaje de trabajadores autónomos pertenecientes al sector de la agricultura (59%). En este punto cabe destacar que para el total de sectores el porcentaje de trabajadores autónomos es de 16,7%.

Asimismo en el sector de la construcción, los trabajadores son menos empleados por empresas de tamaño grande que en el resto de sectores de una forma estadísticamente significativa. Así, solamente el 5,5% es empleado por empresas de 250 o más trabajadores, frente al 15% que lo es para el conjunto de sectores.

Por otro lado, existe de forma significativa una alta proporción de trabajadores que han alcanzado un primer nivel de educación secundaria (23,5%) comparado con la media para todos los sectores (16,5%), a la vez que existe una baja proporción de trabajadores que ha alcanzado la educación superior (14,2%) en comparación con el total de 23,5% para todos los sectores.

Finalmente, los trabajadores de la construcción alcanzan ingresos relativamente altos dado que el menor porcentaje de estos trabajadores (11,6%) dentro del grupo de trabajadores con ingresos más bajos es estadísticamente significativo, frente a la media de los sectores que es de 23,5%.

1.2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

El sector de la construcción se describe por características muy particulares y específicas que se relacionan con el modo y la dificultad que implica la gestión de la seguridad y la salud en las obras de construcción y por tanto con el control y la prevención de la ocurrencia de accidentes laborales.

En primer lugar cabe destacar que el sector de la construcción abarca un conjunto de trabajos que implican una alta exposición al riesgo de sufrir un accidente. En España, según la última Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (ENCT) realizada en 2011 por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2011), el 68,5% de los ocupados totales en todos los sectores de actividad percibe estar expuesto al riesgo de accidentarse en su trabajo. Esta cifra es superada en el caso de los trabajadores del sector de la construcción. Concretamente, un 88,3% de los trabajadores de la construcción presentan exposición a riesgo de accidente, frente al 85,1% de trabajadores del sector agrario, el 81,9% de trabajadores de la industria y al 63,1% de trabajadores del sector servicios.

La percepción del riesgo de los trabajadores a sufrir un accidente se relaciona con el gran número e intensidad de factores de riesgo de accidentes a los que están expuestos los trabajadores.

En España, la última Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (INSHT, 2011) informa que los trabajadores encuestados pertenecientes al sector de la construcción perciben estar expuestos con mayor frecuencia a once de los diecinueve riesgos de accidente estudiados en comparación con el resto de sectores de actividad. En la tabla 5 puede observarse que estos once riesgos son: caídas de personas desde altura (55,8%), golpes (49,1%), cortes y pinchazos

(45,6%), caídas de objetos, materiales o herramientas (42,7%), caídas de personas al mismo nivel (41,5%), desplomes o derrumbamientos (25,1%), sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas (23,2%), proyección de partículas o trozos de material (23,1%), atrapamientos o aplastamientos con equipos o maquinaria (18,7%), contactos eléctricos (15,7%) y accidentes de tráfico (14,9%).

Tabla 5. Distribución de los trabajadores según los riesgos de accidente detectados por sector de actividad en España según la ENCT (INSHT, 2011)

Datos en %	Agrario	Industria	Construcción	Servicios	Total
Cortes y pinchazos	42,4	41,7	45,6	24,5	29,2
Golpes	40,1	35,8	49,1	20,1	25,3
Caídas de personas al mismo nivel	36,9	21,6	41,5	20,4	22,9
Caídas de personas desde altura	15,1	16,2	55,8	10,1	14,7
Accidentes de tráfico	10,1	12,9	14,9	14,4	14,0
Caídas de objetos, materiales o herramientas	8,4	19,7	42,7	8,4	12,6
Sobreesfuerzos por manipulación manual cargas	17,2	16,8	23,2	9,5	11,9
Quemaduras	3,7	18,6	11,4	9,6	10,7
Atracos, agresiones físicas o actos violentos	1,8	2,4	1,9	11,2	8,9
Atrapamientos o aplastamientos con equipos o maquinaria	11,3	16,4	18,7	2,9	6,3
Contactos eléctricos	1,9	10,6	15,7	4,6	6,2
Atropellos, atrapamientos o aislamientos por vehículos	9,0	11,5	11,0	4,4	6,1
Proyección de partículas o trozos de material	4,0	13,4	23,1	2,3	5,5
Intoxicación por manipulación de productos tóxicos	3,9	8,5	6,8	3,5	4,4
Desplomes o derrumbamientos	1,9	4,7	25,1	1,6	3,9
Incendios	2,0	5,4	3,9	3,3	3,6
Daños producidos por un exceso de exposición al sol	14,3	2,3	12,8	1,2	2,8
Explosiones	0,2	5,1	4,0	2,0	2,5
Daños producidos por animales	15,5	0,8	1,5	1,3	1,8

En cuanto a las condiciones ambientales esta encuesta muestra que los trabajadores de la construcción afirman estar expuestos con una frecuencia superior que el resto de los trabajadores a agentes químicos, concretamente, a la manipulación de sustancias o mezclas de sustancias nocivas o tóxicas y/o inhalación de polvos, humos, aerosoles, gases o vapores nocivos o tóxicos (45,7%).

En cuanto a las condiciones del ambiente físico de trabajo, el 39,2% de los trabajadores de la construcción indican que en su puesto de trabajo no existe un ruido de nivel muy elevado pero sí es molesto. También destaca que son los trabajadores de este sector los que están expuestos a vibraciones en mayor porcentaje (28,9% en mano o brazo, 6,1% en cuerpo entero y 7,7% de ambos tipos). Igualmente, en el sector de la construcción, el porcentaje de los trabajadores que percibe estar expuesto a algún tipo de radiación (luz ultravioleta, luz infrarroja, microondas, radiofrecuencias, láser, rayos x, rayos gamma y radioisótopos) es del 9%, porcentaje que supera al porcentaje medio referido al conjunto de trabajadores pertenecientes a todos los sectores de actividad que es 8,2%.

En Europa, la quinta Encuesta sobre Condiciones de Trabajo desarrollada por el EUROFOUND (Parent-Thirion, Fernández, Hurley, & Vermeylen, 2005) informa de una correlación entre el trabajo desarrollado en diversos sectores de actividad específicos y la exposición a riesgos ergonómicos o físicos (vibraciones, radiaciones y posiciones de trabajo dolorosas), riesgos físicos o biológicos (manejo de sustancias químicas) y riesgos ambientales (ruido, altas/bajas temperaturas y respiración de humos y polvo). En esta encuesta se describe al sector de la construcción como el sector de actividad específico con el mayor grado de exposición a estos conjuntos de riesgos.

Por su parte, en el informe realizado por Jettinghoff y Houtman (2009) se presenta una clasificación en la que un conjunto de condiciones de trabajo se presentan como favorables o desfavorables para 26 sectores de actividad entre los que es considerado el sector de la construcción. Un sector de actividad es considerado favorable o desfavorable para una condición de trabajo determinada cuando la puntuación obtenida en la misma es mayor o menor de forma estadísticamente significativa en comparación con el resto de sectores considerados en conjunto. Según esta clasificación el sector de la construcción es un sector desfavorable de forma estadísticamente significativa en las condiciones de trabajo relacionadas con las condiciones ambientales, ergonómicas, duración de la jornada laboral, demandas de trabajo y problemas músculo-esqueléticos. Además, la exposición de los trabajadores del sector de la construcción a las condiciones de trabajo referidas a las condiciones ambientales, ergonómicas y demandas de trabajo muestran un aumento estadísticamente significativo con respecto a la exposición recogida por el mismo estudio realizado en 2005. Por otro lado este sector es descrito como un sector favorable para las condiciones relacionadas con las características del trabajo no estandarizado y trabajo especializado.

En segundo lugar, otra de las características más importantes de este sector es que su contexto de trabajo cambia constantemente. Esta característica es una consecuencia inherente al mismo proceso constructivo, de modo que a medida que se suceden las tareas de trabajo, el trabajador va creando un nuevo contexto en el que trabaja. Esta condición se asocia a que la exposición de los trabajadores a los diferentes factores de riesgo también cambie constantemente y por tanto, su control y gestión sea más difícil. Por otro lado también cabe destacar que en el contexto de trabajo del sector de la construcción existe una mínima estandarización del

producto final, las actividades de trabajo tienen una duración relativamente corta y predominan las áreas de trabajo específicas.

En tercer lugar puede destacarse que el sector de la construcción se caracteriza por una organización productiva basada en la subcontratación de los trabajos. Esta práctica está profundamente arraigada, se produce de forma generalizada en todos los tipos de obras y es una práctica más frecuente cuanto mayor es la empresa. De este modo la tendencia es que la empresa constructora principal encargada de la obra suele tener pocos trabajadores que generalmente son los responsables de las oficinas técnicas y de los trabajos de supervisión y coordinación, mientras que la mayoría de los trabajadores pertenecen a una o varias empresas subcontratadas especializadas en trabajos de construcción concretos, cada uno de los cuales se desarrolla en un momento temporal dentro del ciclo de construcción de la obra. Por un lado, la subcontratación favorece una mayor eficiencia empresarial en tanto en cuanto que permite un mayor grado de especialización y de cualificación de los trabajadores. Además, también contribuye a la creación de empleo ya que permite la participación de las pequeñas y medianas empresas en la actividad de la construcción. Sin embargo, esta organización productiva también se asocia con aspectos no deseables. Por ejemplo, cuando la cadena de subcontratación es demasiado larga, en los últimos eslabones de la misma suelen participar empresas que no disponen de estructuras organizativas capaces de garantizar el cumplimiento de las obligaciones referidas a la protección de la seguridad y de la salud de sus trabajadores. Igualmente, esta organización basada en la subcontratación puede favorecer el surgimiento de desacuerdos referidos a quién es el responsable de implementar ciertas medidas de seguridad. Este fenómeno está tan extendido que en el caso de España, en el año 2005 se aprobó una norma con rango de ley con el fin de proteger a

los trabajadores afectados por estas cadenas mediante la regulación de la subcontratación. Por último, otro aspecto negativo es que esta organización productiva también implica la subcontratación de trabajadores cuya retribución económica depende directamente de su grado de productividad. Esta es una condición laboral que frecuentemente entra en conflicto con aspectos claves para la seguridad tales como el desempeño seguro de tareas de trabajo o el uso de equipos de protección individual adecuado, sobre todo, cuando ello implica una inversión de tiempo superior al que demandan las tareas de trabajo realizadas de un modo inseguro o realizadas sin el uso de tales equipos.

En cuarto lugar, la temporalidad de los contratos de trabajo es otra de sus características más relevantes. En España, en 2010, el sector de la construcción es donde se produjo un mayor porcentaje de contratos temporales (EUROSTAT, 2011a). Concretamente, en 2010, el 34,30% del total de los trabajadores ocupados en el sector de la construcción tenían un contrato de carácter temporal. El segundo sector de actividad con una mayor temporalidad es el de la agricultura, en el que un 33,82% de los ocupados en él lo hacen mediante una contrato de carácter temporal. En tercer lugar, se encuentra el sector servicios donde un 19,93% de los trabajadores eran contratados temporalmente. Finalmente, el sector con menos contratos de carácter temporal es la industria donde el 14,09% del total de los ocupados en ella tenían un contrato temporal. Este patrón de resultados difiere de la EU-15 donde el sector de la construcción es el tercer sector donde mayor porcentaje de contratos temporales se producen (12,29%). En este caso, es el sector de la agricultura donde se producen un mayor porcentaje de contratos temporales (14,97%) seguido del sector servicios (12,32%) y el de la industria (9,27%). Esta característica es importante dado que la temporalidad del trabajo, característica que se asocia con la

precariedad del mismo, tiene implicaciones potencialmente negativas y serias para la seguridad laboral (Quinlan, 2005).

Generalmente, puede considerarse que todas estas características tienen importantes implicaciones que dificultan la gestión de la seguridad y salud de los trabajadores del sector de la construcción y podrían estar relacionadas con la alta siniestralidad de dicho sector.

En el caso específico de España, la alta siniestralidad se produce a pesar de las medidas legislativas generales en materia de seguridad laboral que se han desarrollado durante los últimos años tanto a nivel intersectorial (Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales) como para el sector de la construcción en particular. En concreto en el sector de la construcción destaca el desarrollo de las siguientes medidas legislativas: (a) Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción; (b) Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y (c) Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por la que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

Finalmente, se describen algunos de los principales factores implicados en la siniestralidad del sector de la construcción que son aportados por la investigación de accidentes. Este tipo de información es importante para guiar la toma de decisiones referidas al tipo de factores que deben ser incluidos en las medidas de diagnóstico e intervención. Haslam et al. (2005) realizaron una investigación sobre las circunstancias y los factores implicados en 100 accidentes individuales ocurridos en el sector de la construcción en Gran Bretaña. Los autores realizaron entrevistas a los trabajadores que sufrieron los accidentes y a sus supervisores,

llevaron a cabo una inspección de los lugares de trabajo donde se habían producido los accidentes y revisaron la documentación oportuna acerca de los accidentes. Los autores identificaron 16 factores inmediatos a los accidentes que, a su vez, se agrupaban en las siguientes 4 categorías: (a) trabajador y grupo de trabajo; (b) lugar de trabajo; (c) materiales de construcción, (d) equipos de trabajo. Los factores referidos a la categoría de trabajador y grupo de trabajo estuvieron presentes en el 70% de los accidentes, seguidos por los relacionados con los equipos de trabajo (56%), lugar de trabajo (49%) y materiales (27%). Concretamente, el factor específico identificado en una mayor proporción de accidentes estudiados (49%) fue el referido a las acciones o comportamientos de los trabajadores. Este factor abarcó comportamientos referidos al inadecuado levantamiento de cargas pesadas, los comportamientos inseguros realizados para ahorrar esfuerzo y tiempo y los comportamientos de riesgo realizados por la imprecisa percepción del riesgo y creencia de invulnerabilidad ante los accidentes. El segundo factor identificado se refería al grado en que los equipos de trabajo eran apropiados a las tareas (44%). Este factor incluía tanto la conveniencia de los equipos de protección individual que utilizaban los trabajadores como el modo en que los andamios estaban ensamblados. El tercer factor identificado fue el relacionado con el conocimiento y habilidades de los trabajadores (42%). El factor referido a las deficiencias en el orden y limpieza de las zonas de paso y áreas de trabajo fue identificado en el 19% de los accidentes. El factor referido a la falta de disponibilidad de espacio de trabajo suficiente o la dificultad para acceder a la zona de trabajo estuvo presente en el 15% de los accidentes. Por último, las deficiencias en el estado de la condiciones de los materiales de construcción fue identificado en el 13% de los accidentes.

2. SINIESTRALIDAD LABORAL

2.1. SINIESTRALIDAD EN ESPAÑA

En este apartado se describen los datos básicos de siniestralidad laboral para el conjunto de sectores de actividad (Agrario, Industria, Construcción y Servicios) referidos a España durante el año 2010 y su distribución según edad, sexo y gravedad. Posteriormente, se describe la evolución de los datos de siniestralidad (1998-2010) del sector de la construcción.

2.1.1. Siniestralidad en el conjunto de sectores de actividad

En referencia a los datos anuales sobre la siniestralidad laboral en España para el conjunto de sectores de actividad proporcionados por el (INSHT, 2011), destaca que en 2010 se produjeron un total de 1.424.617 accidentes de trabajo de los cuales 645.964 produjeron baja laboral (569.523 en jornada laboral y 76.441 "in itinere"). Por otro lado, se registraron 778.653 accidentes sin baja. Estos datos suponen que, en términos de porcentajes, el 45,34% de los accidentes de trabajo produjeron una baja laboral, mientras que el 5,65% no implicaron baja, aunque, en realidad es conocido que el número de accidentes laborales sin baja, debido al mismo procedimiento de registro y otros factores, esta muy ampliamente infraestimado.

Con respecto a las enfermedades profesionales, destaca que en España durante el año 2010 se registraron un total de 16.928 enfermedades de este tipo en el conjunto de sectores. De este total, 8.875 (52,42%) tuvieron como consecuencia una baja laboral y

8.053 (47,57%) cursaron sin baja. Estos números se sabe también que, por distintas razones, infraestiman considerablemente el número real de enfermedades profesionales

En los siguientes subapartados se presentan los datos anuales referidos a la distribución de los accidentes con baja laboral según las variables sexo, edad y gravedad.

2.1.1.1. Distribución de los accidentes con baja laboral según sexo

En la distribución según sexo, del total de los accidentes producidos con baja laboral en el conjunto de sectores de actividad durante el año 2010, el 64,03% se produjo en hombres y el 30,51% se produjo en mujeres.

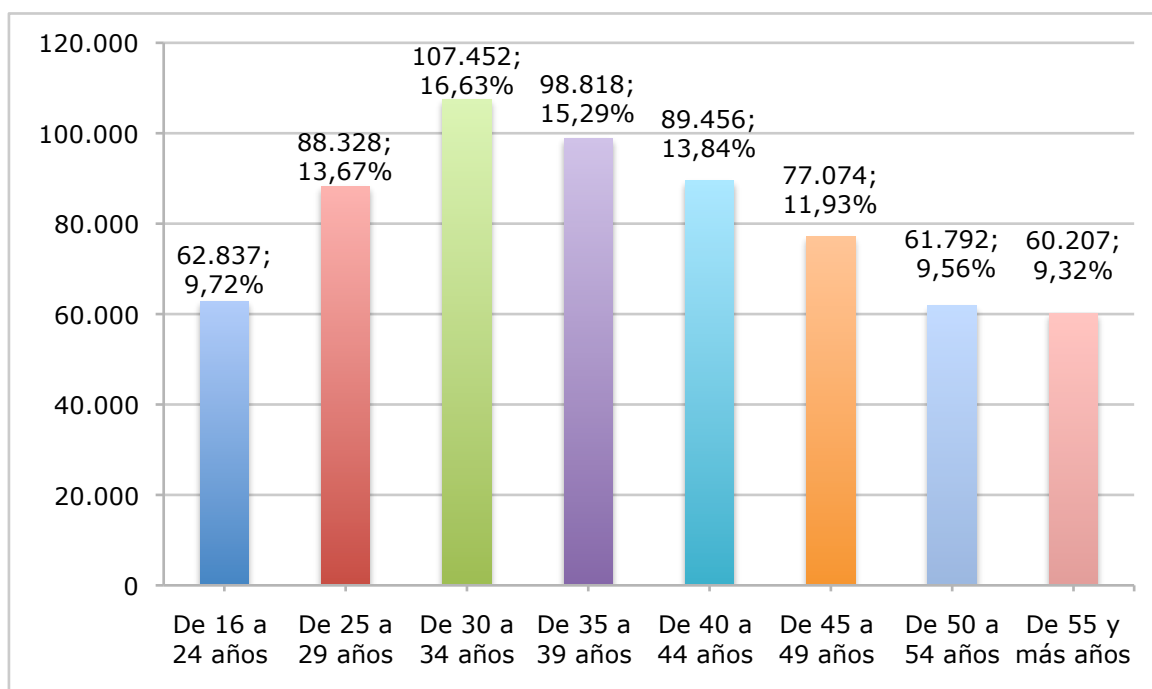
Por otro lado, especificando según la condición de que los accidentes con baja se hayan producido durante la jornada laboral o "in itinere", destaca que en referencia a los primeros, el 73% de ellos es sufrido por hombres frente al 27% que se producen en mujeres. Por otro lado, en los accidentes con baja laboral producidos "in itinere" destaca que el 54% del total de estos accidentes es sufrido por mujeres frente al 46% que es sufrido por hombres.

2.1.1.2. Distribución de los accidentes con baja laboral según edad

En la distribución según edad, del total de los accidentes producidos con baja laboral (Gráfica 7), el mayor porcentaje de accidentes se produce en el rango de edad "de 30 a 34 años" (16,63%), seguido del rango de edad "de 35 a 39 años" (15,29%),

mientras que los menores porcentajes de accidentes con baja se producen en los rangos de edad "de 55 y más años" (9,32%), "de 50 a 54 años" (9,56%) y "de 16 a 24 años" (9,72%).

Gráfica 7. Número y porcentaje de accidentes con baja laboral producidos en el total de sectores de actividad según su distribución por edad en el año 2010



2.1.1.3. Distribución de los accidentes con baja laboral según gravedad

En la distribución según la gravedad del total de los accidentes con baja laboral producidos en el conjunto de sectores de actividad durante el año 2010, destaca que se registraron un 98,93% de accidentes leves, un 0,95% de accidentes graves y el 0,12% restante fueron accidentes mortales.

Por otro lado, especificando según la condición de que los accidentes con baja se hayan producido durante la jornada laboral o "in itinere", destaca que en referencia a los primeros, se registraron un 99,03% de accidentes leves, un 0,87% de accidentes graves y el

0,10% restante fueron accidentes mortales. También cabe destacar que los accidentes "in itinere" registraron una gravedad mayor que los ocurridos durante la jornada laboral, cifrándose en un 1,59 el porcentaje de accidentes graves "in itinere" frente al 0,87% "en jornada de trabajo". Asimismo, el porcentaje de accidentes mortales "in itinere" es de 0,25% frente al 0,10% de fallecimientos "en jornada de trabajo".

2.1.2. Siniestralidad en el sector de la construcción

En cuanto a la siniestralidad laboral el sector de la construcción en comparación con el resto de sectores de actividad, en el primer apartado se presenta la siniestralidad referida al número de accidentes laborales con baja producidos en jornada laboral en 2010 según el sector de actividad y según su gravedad.

En el segundo apartado se presenta la evolución de la ocurrencia de este tipo de accidentes durante el periodo temporal comprendido entre 1998-2010. Concretamente, se presenta la evolución del número de accidentes, del índice de incidencia y del índice de frecuencia de accidentes laborales con baja producidos en jornada laboral.

En referencia a los índices anteriormente citados, cabe indicar que según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2008) el *índice de incidencia de accidentes* se define como el número de accidentes con baja acaecidos durante la jornada de trabajo por cada cien mil trabajadores expuestos al riesgo. Se obtiene como un cociente donde el numerador se corresponde con el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, multiplicado por cien mil, siendo el denominador la media anual de

los trabajadores afiliados a la Seguridad Social en aquellos regímenes que tienen cubierta la contingencia de accidente de trabajo. Asimismo, el *índice de frecuencia* es definido como el número de accidentes con baja acaecidos durante la jornada de trabajo por cada millón de horas trabajadas por los trabajadores expuestos al riesgo. Se obtiene como un cociente donde el numerador se corresponde con el número de accidentes en jornada de trabajo con baja, multiplicado por un millón y el denominador se calcula multiplicando, la media anual de los trabajadores afiliados a la Seguridad Social en aquellos regímenes que tienen cubierta la contingencia de accidente de trabajo, por el número medio de horas/año/trabajador proporcionado por la Encuesta de Población Activa (EPA).

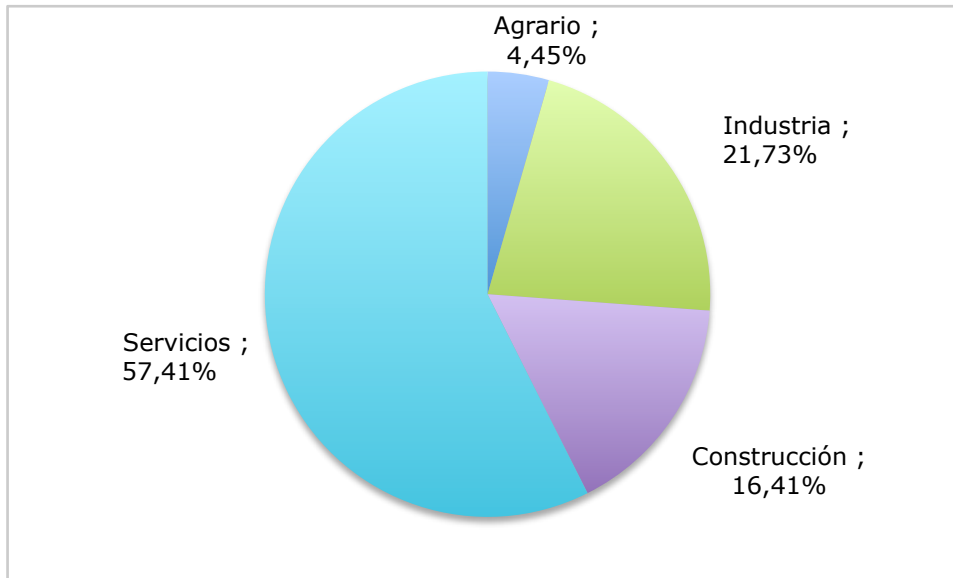
Finalmente, en el tercer apartado se presentan los datos referidos a la evolución de los accidentes mortales producidos en jornada laboral, los cuales están categorizados como un tipo específico de accidentes laborales con baja producidos en jornada laboral.

2.1.2.1. Accidentes con baja producidos en jornada laboral en 2010

Según los datos anuales disponibles por el INSHT (2011) en 2010 en el sector de la construcción se produjeron un total de 100.542 accidentes con baja producidos en jornada laboral que supusieron el 16,41% de este tipo de accidentes. El mayor número de estos accidentes se registró en el sector servicios, con un total de 311.173 accidentes que supusieron el 57,41% del total y la industria, con 130.321 accidentes (21,73%). El sector agrario, con un total de

27.487 accidentes, los cuales supusieron el 4,45%, fue el sector en el que menos accidentes de este tipo se produjeron (Gráfica 8).

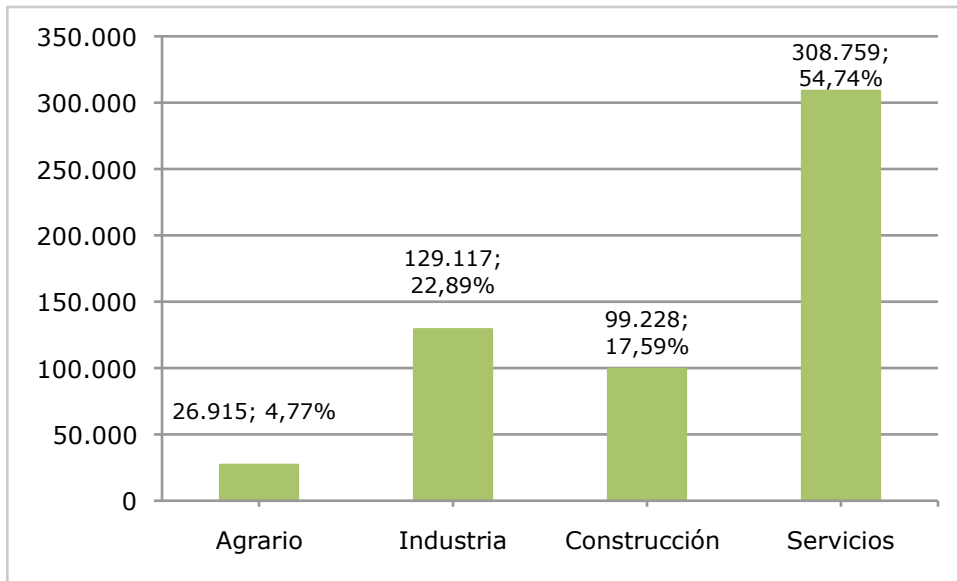
Gráfica 8. Porcentaje de accidentes laborales con baja producidos en jornada laboral durante 2010 según el sector de actividad



A continuación, se especifican los datos anuales aportados por el INSHT (2011) referidos al número y porcentaje de accidentes con baja producidos en jornada laboral durante 2010 según gravedad.

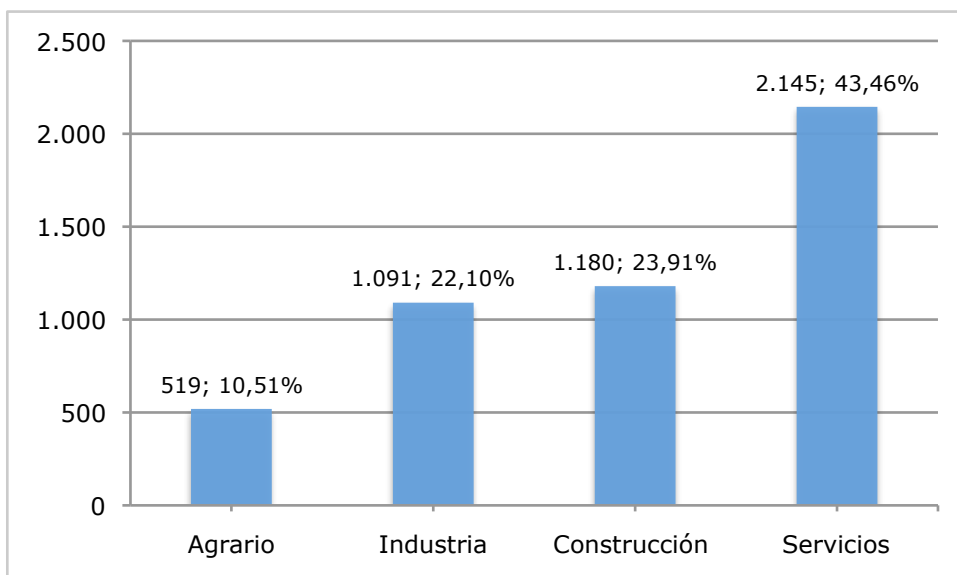
Respecto a la distribución de los accidentes de carácter leve, tal como puede observarse en la gráfica 9, el sector de la construcción fue el tercer sector de actividad en el que se produjo un mayor número de accidentes leves (17,59%). El sector servicios es donde se produce el mayor número de estos accidentes (54,74%) seguido de la industria (22,89%). En el sector agrario es donde se produce un número menor de accidentes leves (4,77%).

Gráfica 9. Número y porcentaje de accidentes con baja leves producidos en jornada laboral durante 2010 según el sector de actividad



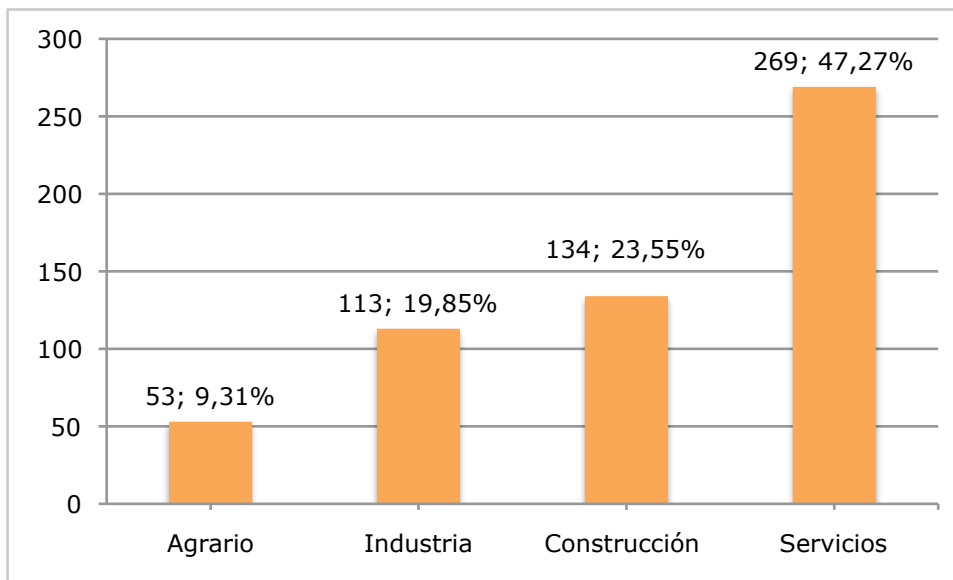
En referencia a la distribución de los accidentes de carácter grave producidos en 2010, en la gráfica 10 puede observarse que el sector de la construcción fue el segundo sector de actividad en el que se produjeron un número mayor de accidentes graves (23,91%). El sector servicios es, al igual que en el caso anterior, donde se produce el mayor número de accidentes graves (43,46%). En la industria se produjeron el 22,10% y en el sector agrario el 10,51%.

Gráfica 10. Numero y porcentaje de accidentes con baja graves producidos en jornada laboral durante 2010 según el sector de actividad



Con respecto a la distribución de los accidentes mortales, el sector de la Construcción también fue el segundo sector de actividad en el que se produjeron un número mayor de accidentes mortales (23,55%). El sector Servicios es, al igual que en los casos anteriores, donde se produce el mayor número de accidentes mortales (47,27%). En la Industria se produjeron el 19,85% y en el sector Agrario el 9,31% (Gráfica 11).

Gráfica 11. Numero y porcentaje de accidentes con baja mortales producidos en jornada laboral durante 2010 según el sector de actividad

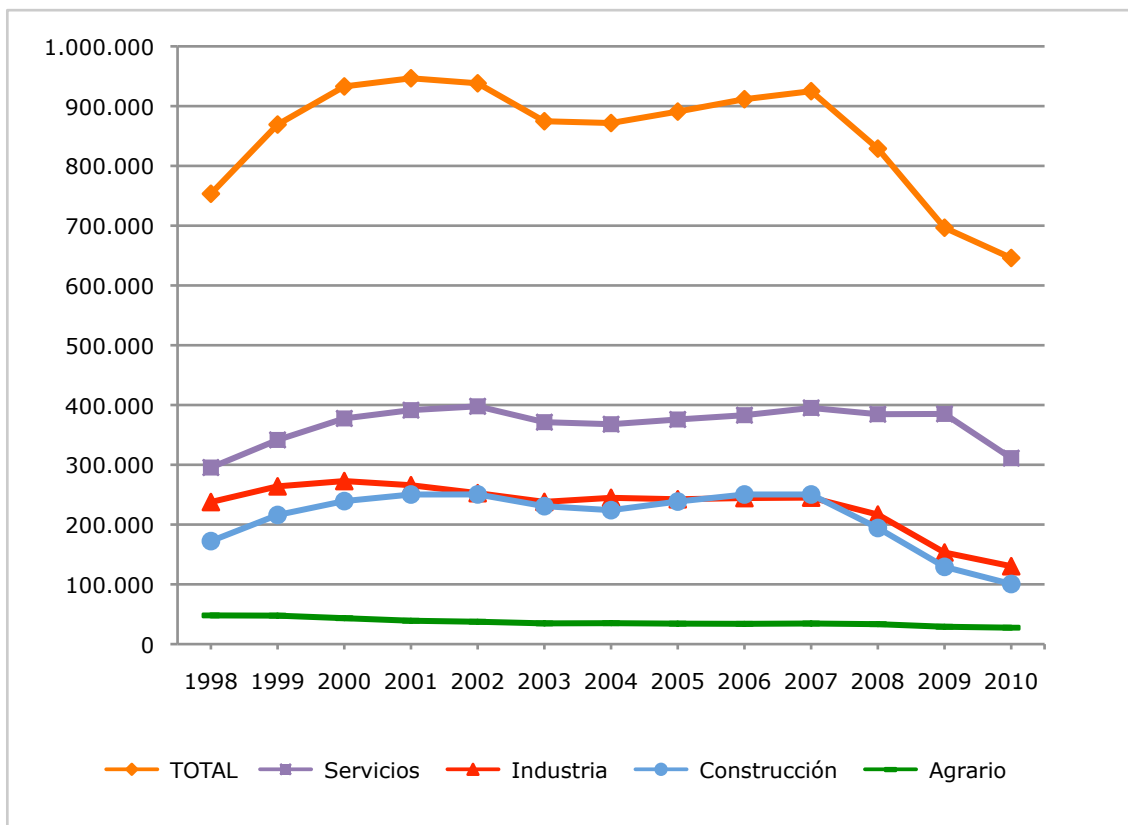


2.1.2.2. Evolución de los accidentes con baja producidos en jornada laboral (1998-2010)

En cuanto a la evolución de la ocurrencia de este tipo de accidentes durante el periodo temporal comprendido entre 1998-2010, en la gráfica 12 puede observarse como el patrón de resultados anteriormente descrito tiende a ser más o menos estable en este periodo temporal. De este modo, el sector Servicios abarca el mayor número de accidentes con baja, seguido de la Industria y la Construcción, cuyas cifras de accidentes en valores absolutos distan

muy poco. Concretamente, en los años 2002, 2003 y 2005, el número de accidentes con baja producidos en jornada laboral en el sector de la construcción se aproxima notablemente al número producido en la Industria. Posteriormente, durante los años 2006 y 2007 el número de estos accidentes en el sector de la Construcción llega a superar al número producido en la Industria. Finalmente, durante los años 2008, 2009 y 2010, el número de accidentes en la construcción desciende hasta volverse a situar por debajo del número de accidentes ocurridos en la Industria. Por último, el sector Agrario presenta el menor número de accidentes durante todo el periodo.

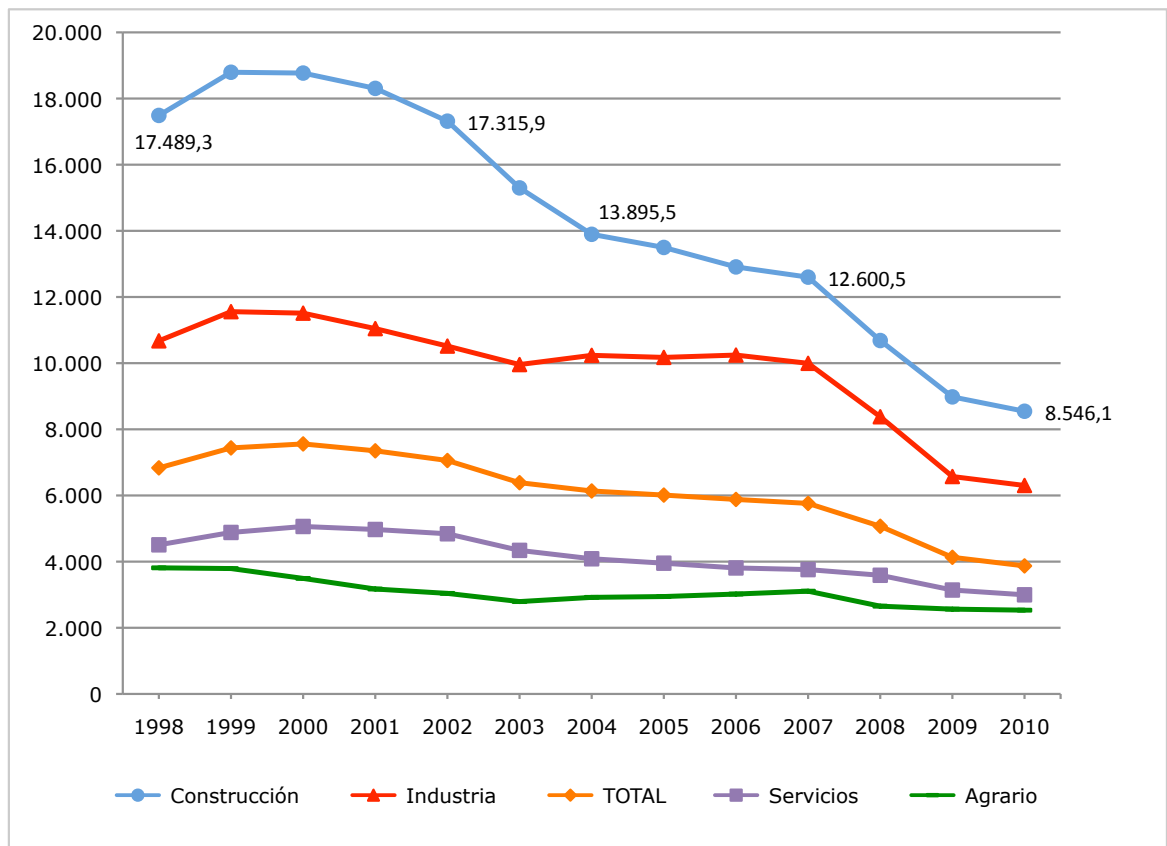
Gráfica 12. Número de accidentes con baja producidos en jornada laboral durante el periodo temporal 1998-2010 según el sector de actividad



En cuanto a la evolución de los índices de incidencia de accidentes con baja producidos en jornada de trabajo durante el

periodo temporal 1998-2010 (Gráfica 13), en 2010 la Construcción sigue siendo, un año más, el sector que registra la mayor incidencia con 8.546 accidentes por cada cien mil trabajadores ocupados en este sector, si bien continúa una tendencia decreciente, con un descenso de 434 accidentes por cada cien mil trabajadores respecto al año anterior. El sector de la Industria registra 6.302 accidentes por cien mil trabajadores, 270 menos que en 2009 en este índice. El sector Servicios, con un índice de 2.996 accidentes por cien mil, desciende 145 accidentes por cada cien mil trabajadores respecto al año anterior. En cuanto al sector Agrario, con 2.532 accidentes por cada cien mil trabajadores, desciende 31 accidentes respecto a 2009. En conjunto, el índice medio total cifrado en 3.870 por cien mil, registra el menor valor de los últimos doce años y desciende 5.290 accidentes respecto al año anterior.

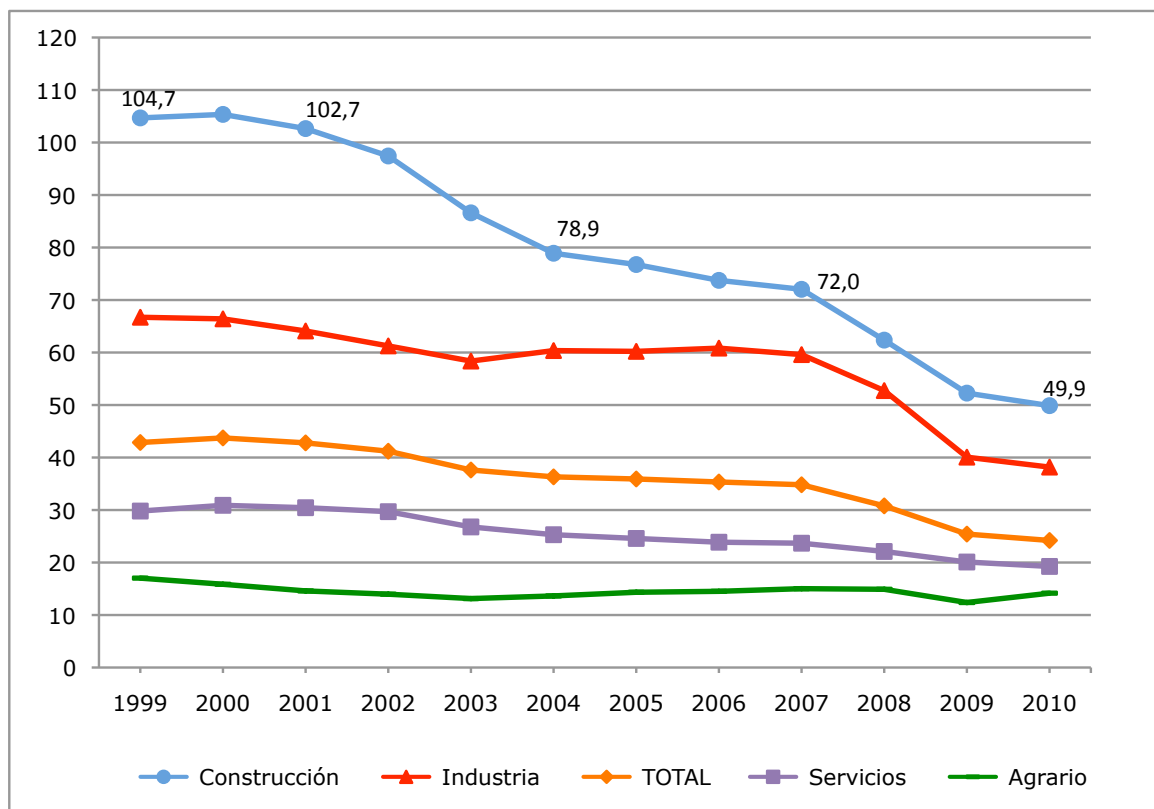
Gráfica 13. Índice de Incidencia de accidentes con baja producidos en jornada laboral por cada 100.000 trabajadores durante el periodo temporal 1998-2010 según el sector de actividad



Por último, analizando el índice de frecuencia, en 2010, el total de accidentes con baja se cifró en 24,2 accidentes por millón de horas trabajadas. En este caso el sector de la Construcción también es el sector que registra el mayor valor, 49,9 accidentes por millón de horas trabajadas, seguido de la Industria, con 36,2 accidentes. El sector Servicios, con 19,3 y el Agrario, con 14,2 accidentes por millón de horas trabajadas presentan índices por debajo de la media. Teniendo en cuenta la evolución de este índice en el periodo temporal transcurrido entre 1999-2010 (Gráfica 14), se observa que éste es un patrón de resultados que se mantiene estable a lo largo de los últimos 12 años. También puede destacarse que el sector de la Construcción es el sector que muestra una tendencia descendente

más acusada a lo largo de este periodo temporal, evolucionando desde un 104,7 en 1999 hasta un 49,9 en 2010.

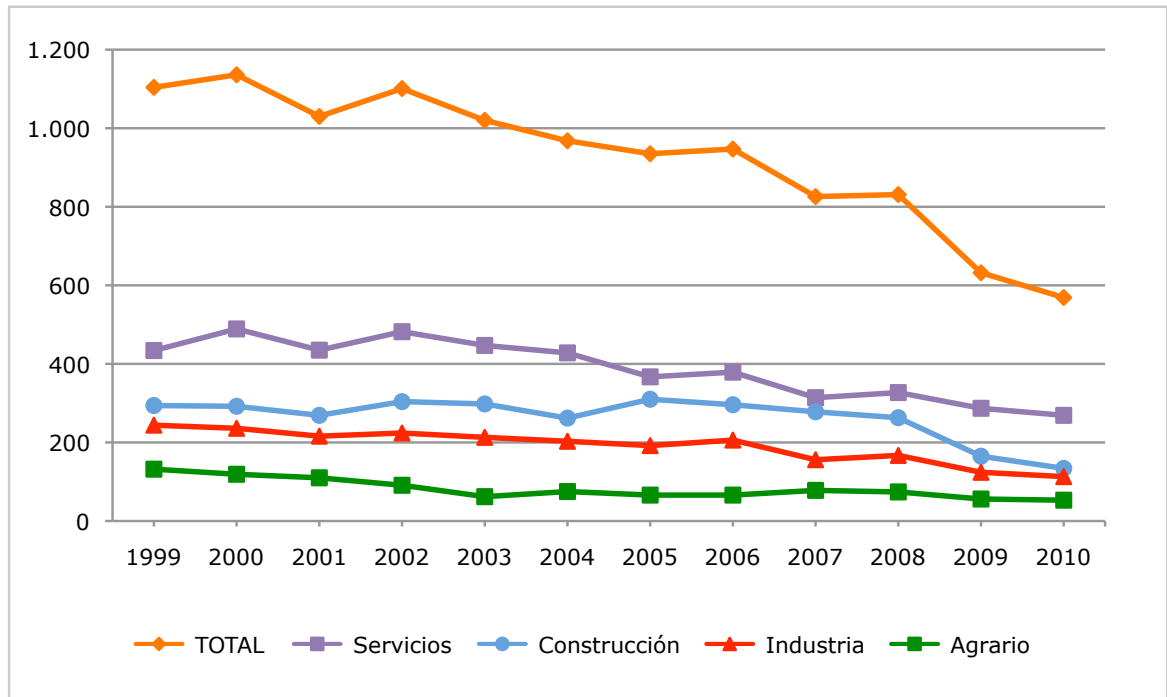
Gráfica 14. Índice de Frecuencia de accidentes con baja producidos en jornada laboral por millón de horas trabajadas durante el periodo temporal 1999-2010 según el sector de actividad



2.1.2.3. El caso específico de los accidentes mortales producidos en jornada laboral

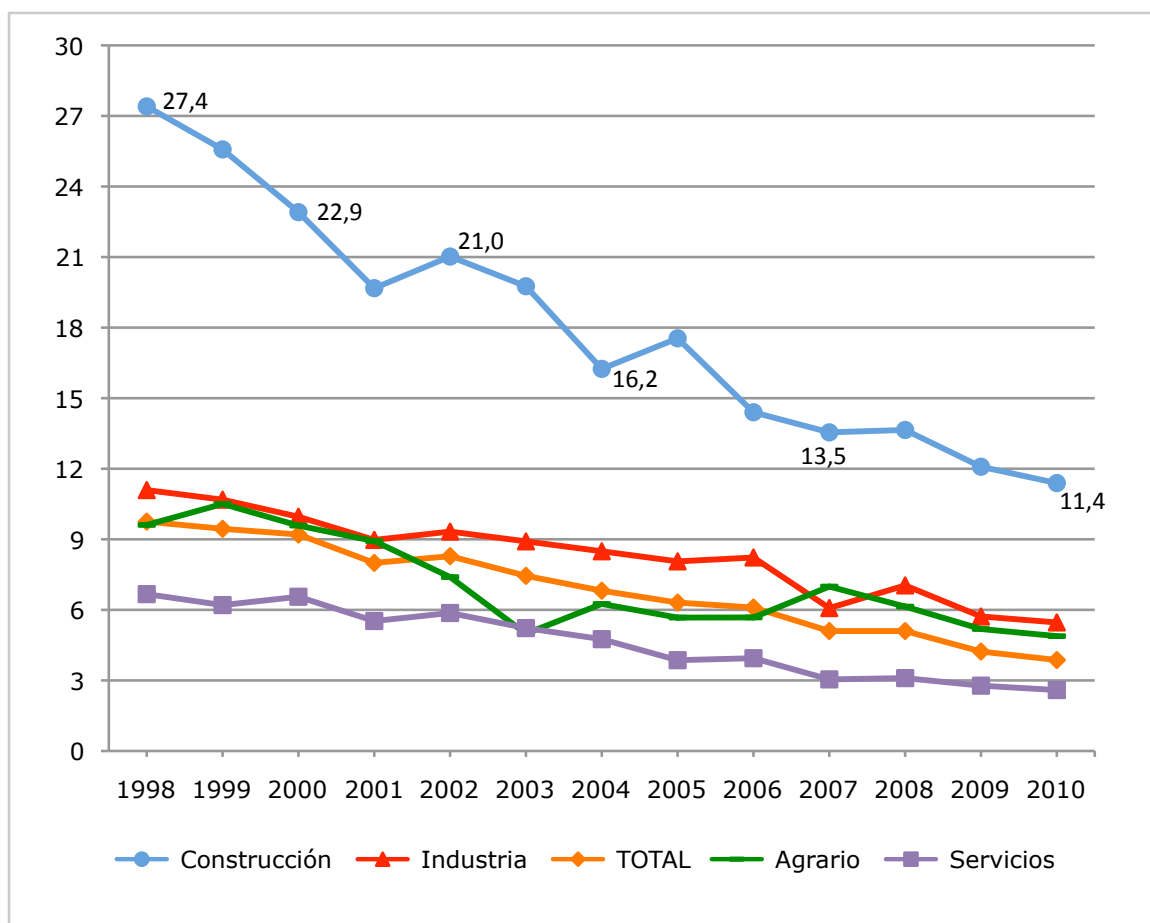
En referencia a la evolución del número de accidentes mortales ocurridos en jornada laboral durante el periodo temporal comprendido entre 1998-2010, en la gráfica 15 puede observarse como el patrón de resultados descrito anteriormente para el año 2010 (Gráfica 11) viene reproduciéndose a lo largo de dicho periodo temporal.

Gráfica 15. Número de accidentes mortales producidos en jornada laboral durante el periodo temporal 1998-2008 según el sector de actividad



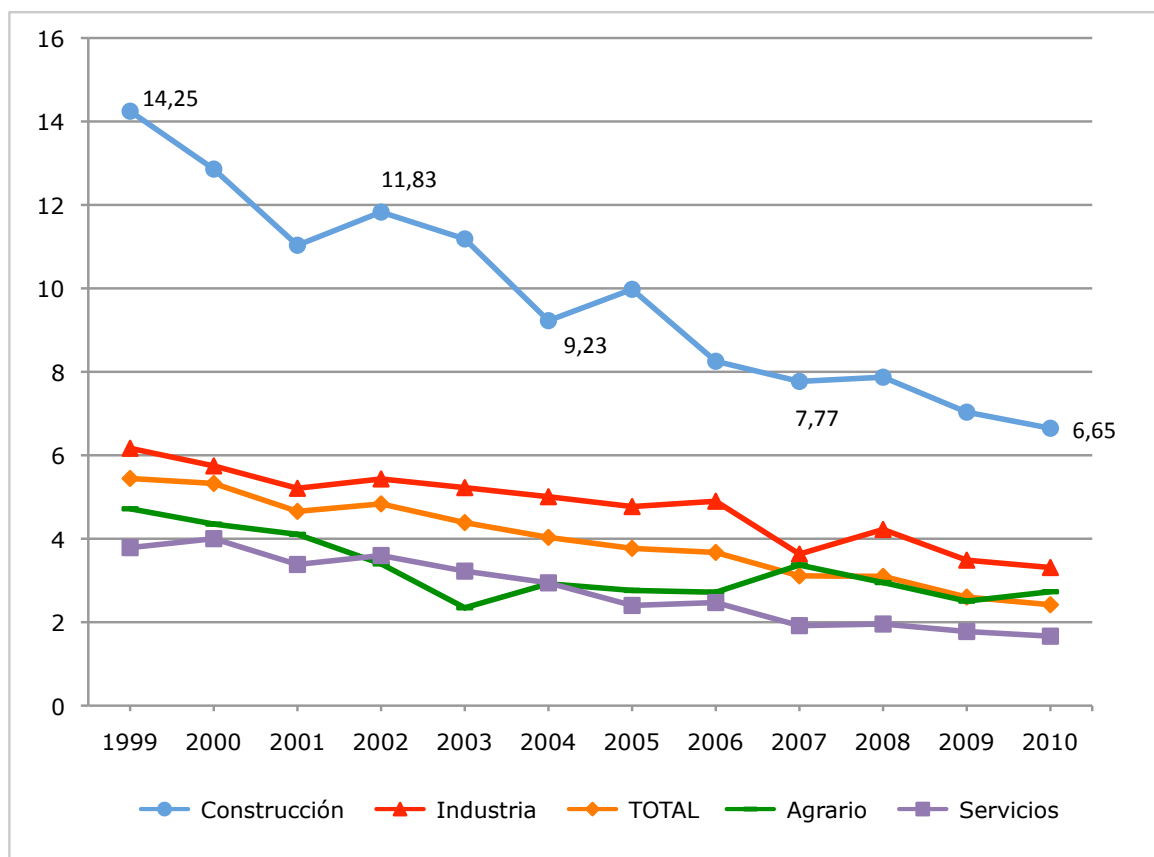
Por otro lado, el índice de incidencia de accidentes mortales (Gráfica 16) en 2010 para todos los sectores, se cifró en 3,9 accidentes por cada cien mil trabajadores siendo el menor registrado desde 1998. Por sectores, el mayor valor corresponde un año más a la Construcción, con 11,4 accidentes mortales por cada cien mil trabajadores, lo que supone un descenso de 0,7 puntos respecto al año anterior. La Industria, con un índice de 5,5 también desciende 0,2 puntos respecto a 2009 y también lo hace el sector Servicios, con 2,6 accidentes mortales por cien mil trabajadores con un descenso de 0,2 puntos. En cuanto al sector Agrario, con un índice de 3,9 también disminuye un 0,3 con respecto a 2009.

Gráfica 16. Índice de Incidencia de accidentes mortales producidos en jornada laboral durante el periodo temporal 1998-2010 según el sector de actividad



En cuanto al índice de frecuencia de accidentes mortales (Gráfica 17), para el conjunto de sectores se cifró en 2,4 accidentes por cada cien millones de horas trabajadas, siendo también la Construcción el sector que registró el índice más elevado, 6,6 accidentes por cien millones de horas. Situándose muy por debajo se encuentran la Industria, con 3,3, el sector Agrario, con 2,7, y el sector Servicios, que registra el menor índice de frecuencia con 1,6 accidentes mortales por cien millones de horas trabajadas.

Gráfica 17. Índice de Frecuencia de accidentes mortales producidos en jornada laboral por cada cien millones de horas trabajadas durante el periodo temporal 1999-2010 según el sector de actividad



2.2. SINIESTRALIDAD EN LA UNIÓN EUROPEA (UE-15)

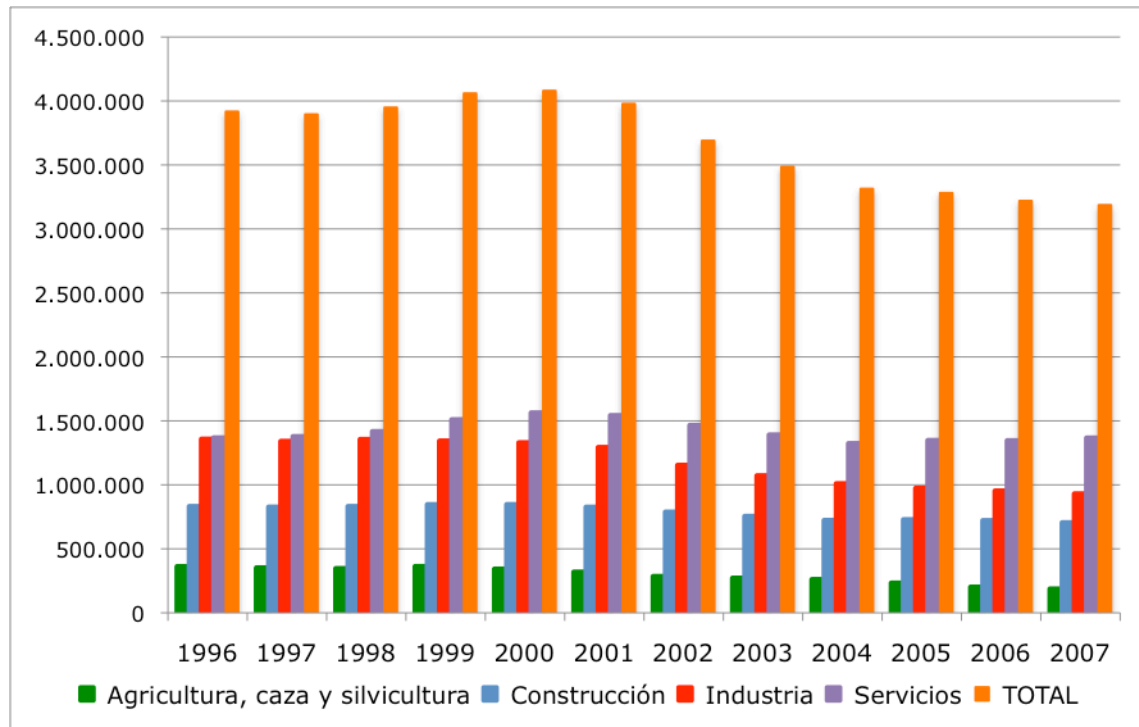
En este apartado se describen los datos disponibles por la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas (EUROSTAT, 2011b) referidos al número e índice de incidencia de los accidentes con baja laboral y accidentes mortales ocurridos en la Unión Europea (UE-15) durante el periodo temporal referido a 1996-2007 según el sector de actividad.

Según la Oficina Estadística de las Comunidades Europeas un accidente con baja laboral es definido como un acontecimiento

discreto ocurrido en el curso del trabajo que origina un daño físico o mental y que implica que la persona que lo ha sufrido se ausenta más de tres días de su puesto de trabajo. En este tipo de accidentes se excluyen los accidentes ocurridos "in itinere", así como los acontecimientos que solamente tienen un origen médico (tal como un ataque del corazón en el trabajo) y las enfermedades profesionales. Por otro lado, un accidente mortal es definido como un accidente ocurrido en la jornada laboral que provoca la muerte del trabajador en un rango de tiempo que abarca desde el mismo momento de la ocurrencia del accidente hasta pasado un año. Obsérvese que ambas definiciones difieren de las utilizadas oficialmente en España lo que hace las estadísticas de las comunidades Europeas y las oficiales de España no directamente comparables.

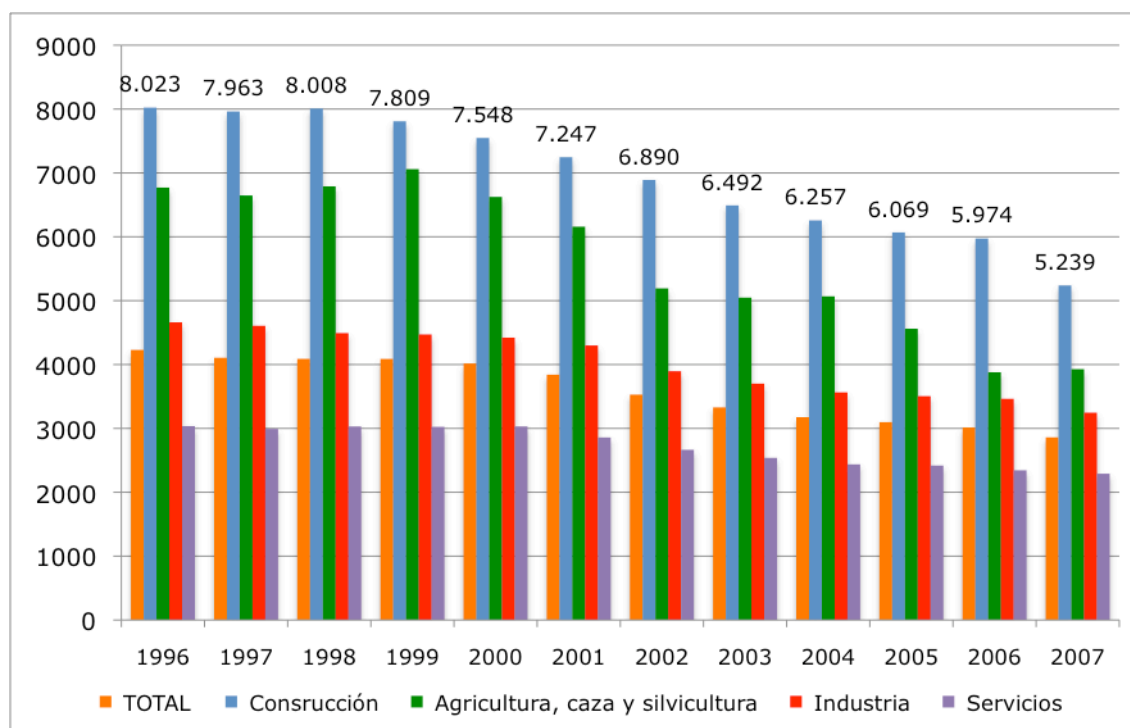
En referencia al número de accidentes con baja laboral, en la gráfica 18 se observa como el número total de estos accidentes en todos los sectores de actividad en la UE-15 mostró un ligero y paulatino aumento desde 1996 hasta el año 2000. A partir de este año comenzó a disminuir de forma continua hasta mostrarse bastante estable durante los años 2004, 2005, 2006 y 2007. El sector servicios es el sector de actividad en el que se producen más accidentes con baja a lo largo de todos los años, seguido del sector de la industria, construcción y del sector dedicado a la agricultura, caza y silvicultura. Concretamente en el sector de la construcción, el número de estos accidentes tiende a disminuir, siendo la diferencia de los accidentes ocurridos entre 1996 y 2007 de 127.159 accidentes. El porcentaje medio de accidentes con baja laboral que han ocurrido en el sector de la construcción durante este periodo con respecto del total de accidentes ocurridos en todos los sectores es del 21,43%.

Gráfica 18. Número de accidentes con baja durante el periodo temporal 1996-2007 según el sector de actividad en la UE-15



En cuanto al índice de incidencia de accidentes en jornada de trabajo con baja laboral, en la gráfica 19 se observa como por sectores de actividad desde 1996 hasta 2007, la construcción es donde se ha producido el mayor número de accidentes por cada 100.000 trabajadores empleados en el mismo, seguido del sector dedicado a la agricultura, caza y silvicultura, el sector de la industria y el sector servicios.

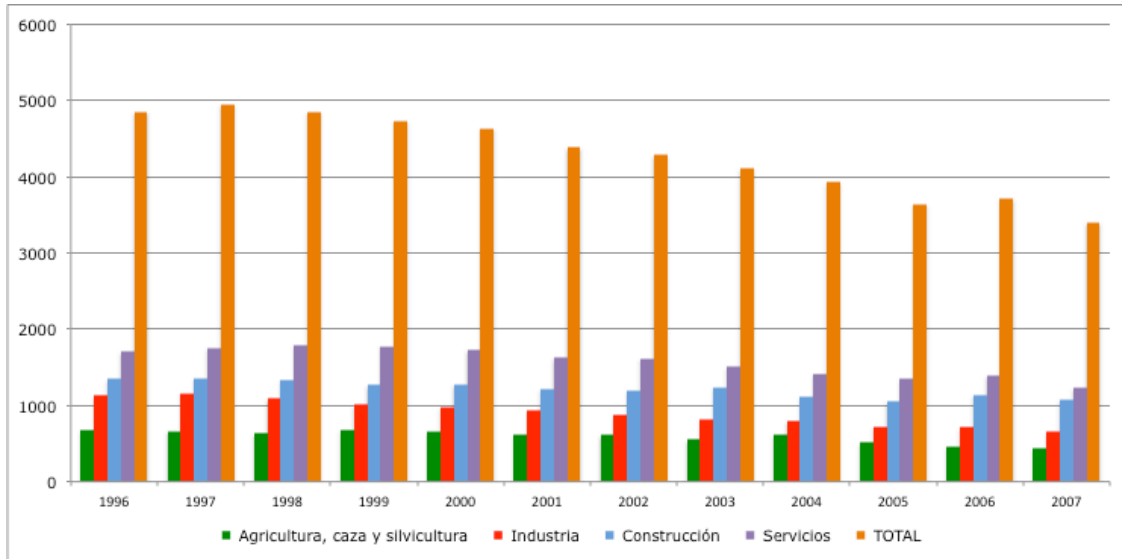
Gráfica 19. Índice de incidencia de accidentes con baja durante el periodo temporal 1996-2007 según el sector de actividad en la UE-15



En referencia a los accidentes mortales, en la gráfica 20 puede observarse que el número total de accidentes mortales ocurridos en todos los sectores también muestra una tendencia hacia la disminución, siendo la diferencia entre 1996 y 2007 de 1.452 accidentes ocurridos. El sector servicios es el sector de actividad en el que se producen un número mayor de accidentes mortales a lo largo de todos los años, seguido del sector de la construcción, la industria, y del sector de la agricultura, caza y silvicultura. Concretamente, en el sector de la construcción el número de estos accidentes tiende a disminuir, siendo la diferencia entre 1996 y 2007 de 256 accidentes. Sin embargo, el porcentaje de accidentes mortales que se producen en el sector de la construcción en la EU-15 muestra un patrón de aumento con respecto del total de accidentes mortales. Concretamente, el porcentaje de accidentes mortales en la construcción ha ido aumentando desde un 27,76%% del total de

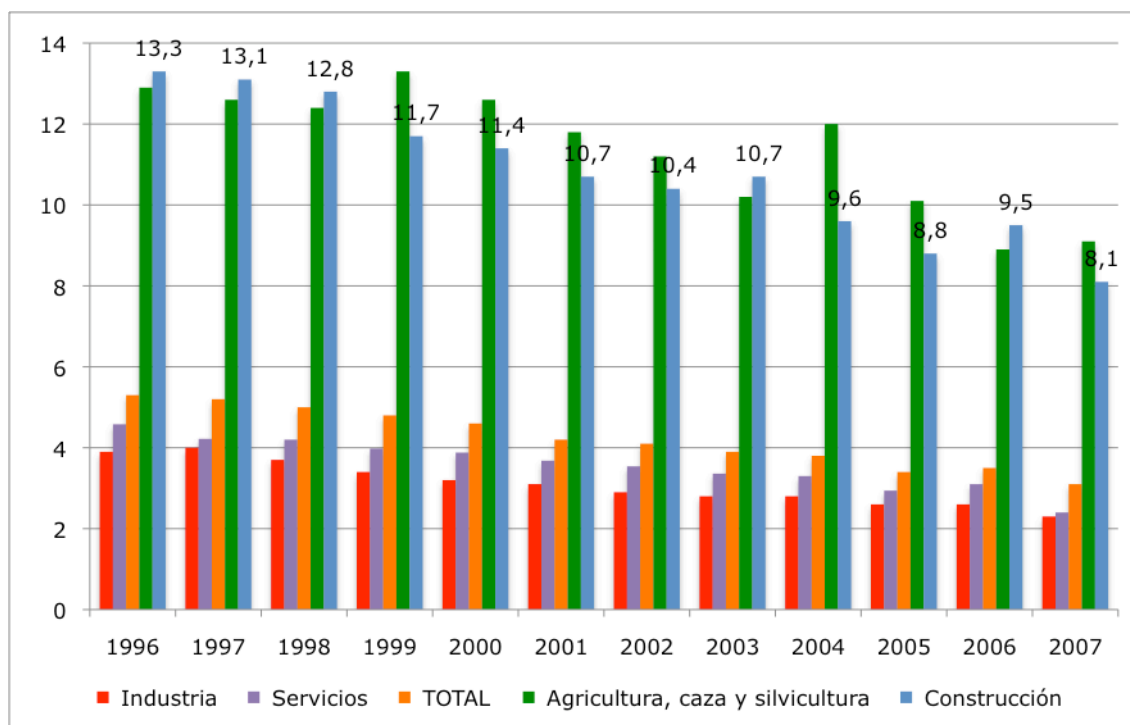
estos accidentes en todos los sectores en 1996 hasta un 31,82% en 2006.

Gráfica 20. Número de accidentes mortales durante el periodo temporal 1996-2007 según el sector de actividad en la UE-15



Por otro lado, en cuanto al índice de incidencia de accidentes mortales, en la gráfica 21 se observa como por sectores de actividad desde 1996 hasta 2006, la construcción y el sector dedicado a la agricultura, caza y silvicultura donde se ha producido el mayor número de accidentes mortales por cada 100.000 trabajadores. Concretamente, el sector de la construcción muestra índices de incidencia mayores al de la agricultura, caza y silvicultura en los años 1996, 1997, 1998, 2003 y 2006. El sector servicios y el sector de la industria muestran índices de incidencia por debajo de la media.

Gráfica 21. Índice de incidencia de accidentes mortales por cada 100.000 trabajadores durante el periodo temporal 1996-2007 según sector de actividad en la UE-15



2.3. SINIESTRALIDAD EN ESPAÑA CON RESPECTO A LA UNIÓN EUROPEA (UE-15)

A continuación se presentan las principales estadísticas referidas al índice de incidencia de accidentes laborales con baja ocurridos en España con respecto al resto de países de la UE-15 en el sector de la construcción.

En referencia al índice de incidencia de accidentes laborales con baja, tal como muestra la gráfica 22, en los datos referidos al intervalo temporal 2000-2007, se observa que a lo largo de todos los años comprendidos en este periodo con excepción de 2007, en el sector de la construcción en España se viene produciendo el mayor índice de incidencia de accidentes laborales con baja en comparación

con el resto de países de la UE-15 (EUROSTAT, 2001b). En 2007, el mayor índice de incidencia de accidentes con baja se produjo en Luxemburgo, país en el que se produjeron 8.148 accidentes de este tipo por cada 100.000 trabajadores del sector de la construcción.

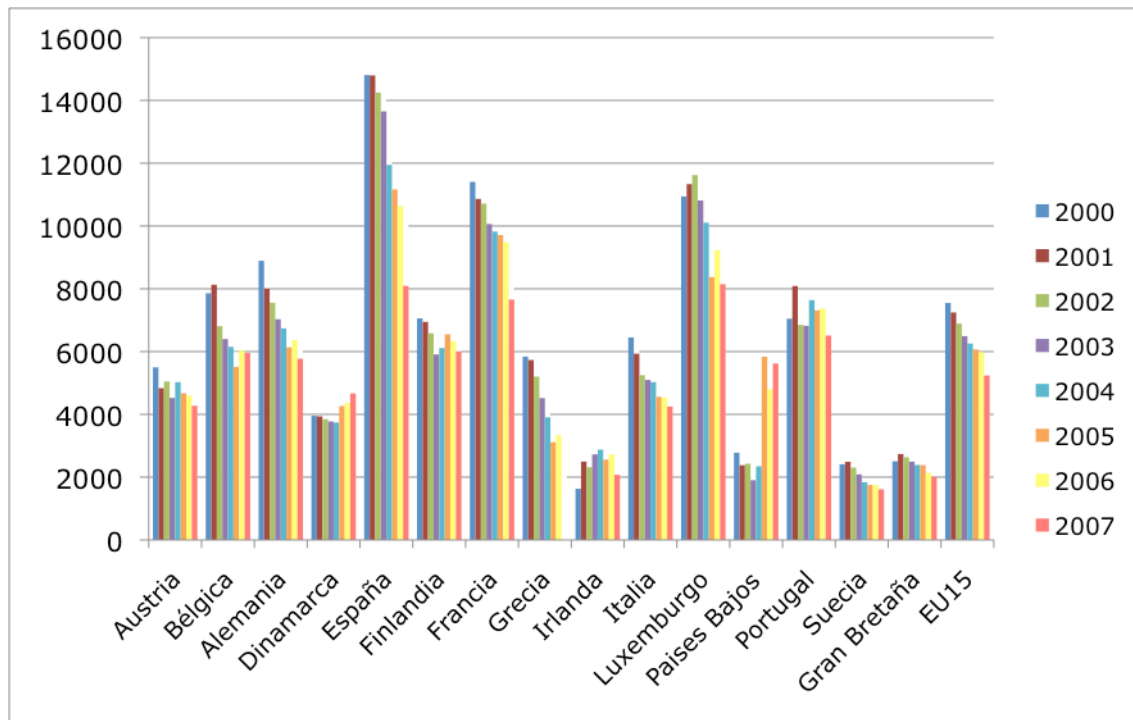
En España, este índice muestra una tendencia hacia la baja año tras año, disminuyendo desde 14.807 accidentes por cada 100.000 trabajadores de este sector en el año 2000 hasta un 10.632 en 2006 y 8.090 en 2007. Sin embargo, todavía en este último año el índice de incidencia supera en 2.851 accidentes a la media para la EU-15 (5.239).

Estos datos han colocado a España durante estos años entre los países con mayores índices de incidencia de accidentes laborales con baja de la UE-15.

Considerando los datos referidos a 2007, también destacan por su alto índice de incidencia, como ya se ha indicado, Luxemburgo y también Francia, donde se produjeron 8.148 y 7.656 accidentes por cada 100.000 trabajadores del sector de la construcción, respectivamente. Sin embargo, cabe destacar que también mostraron índices de incidencia por encima de la media Portugal (6.509), Finlandia (6.007), Bélgica (5.955), Alemania (5.773) y Países Bajos (5.621).

Por otro lado, los países que destacan por su menor índice de incidencia de accidentes a lo largo de todo el periodo temporal 2000-2007 son Suecia, Gran Bretaña e Irlanda. Concretamente, en 2006 se produjeron en estos países se produjeron 1.614, 2.010 y 2.074 accidentes por cada 100.000 trabajadores del sector de la construcción, respectivamente.

Gráfica 22. Índice de incidencia de accidentes con baja durante el periodo temporal 2000-2007 en el sector de la construcción en los países de la UE-15



En su conjunto, todos los datos estadísticos de siniestralidad laboral presentados en los anteriores apartados, permiten reconocer que la construcción española es un sector donde es especialmente necesario el desarrollo y aplicación de metodologías de intervención eficaces que aporten las mejoras en seguridad necesarias para la disminución de la siniestralidad laboral.

CAPÍTULO III. LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN SEGURIDAD BASADA EN EL COMPORTAMIENTO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El número de estudios que han aplicado métodos de intervención en seguridad basada en el comportamiento en el sector de la construcción es menor que los estudios disponibles en otros sectores de actividad. Según Ringen, Englund, Welch, Weeks, y Seegal (1995), esto es debido a la alta complejidad y dinamismo del sector de la construcción que provoca que las condiciones de aplicación de esta metodología presenten más dificultades que en otros sectores de carácter estático tales como la industria.

Sin embargo, durante los últimos años se han desarrollado notables esfuerzos por aplicar este tipo de métodos en el sector de la construcción. Ejemplo de ello ha sido la publicación de diversos estudios que serán presentados en este capítulo y cuyos resultados, no sin algunas limitaciones, indican que este tipo de metodología también puede ser efectiva para mejorar la seguridad en este complejo y dinámico sector.

Este capítulo consta de dos apartados. En el primero se presenta una revisión de los principales estudios en los que se han aplicado métodos de intervención en seguridad basada en el comportamiento en el sector de la construcción. En primer lugar, se presentan los estudios realizados en el Reino Unido (Duff, Robertson, Cooper, & Phillips, 1993; Robertson et al., 1999) y en Hong Kong (Lingard & Rowlinson, 1997). Los estudios realizados en estos dos países comparten ciertas similitudes. Por un lado, utilizan el mismo tipo de herramienta observacional para medir el desempeño de

seguridad de los trabajadores que es expresado en porcentaje y referido a las categorías de seguridad: uso de andamios, acceso a alturas, orden y limpieza y uso de los equipos de protección individual. Por otro lado, la implementación de los métodos de intervención en las obras de construcción se realiza a través de un diseño de línea base múltiple con retirada aplicado a las categorías de uso de andamios, acceso a alturas y orden y limpieza, siendo la categoría de uso de equipos de protección individual la categoría control. Posteriormente, se describen un estudio realizado en Oriente Medio (Cooper, 2010a). Finalmente, este apartado concluye con la descripción de los estudios desarrollados en Finlandia. En concreto, el estudio realizado por Mattila y Hyödynmaa (1988) que puede ser considerado como el primer estudio dedicado a la aplicación de cierto tipo de metodología de intervención al sector de la construcción y los estudios realizados por Laitinen y Ruohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) en el que los autores implementan el "Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción".

En el segundo apartado, se describe de forma pormenorizada el "Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción" que es el principal método de intervención basado en el comportamiento que se ha considerado como referencia en la realización de este trabajo de investigación.

1. REVISIÓN DE ESTUDIOS

1.1. ESTUDIOS REALIZADOS EN REINO UNIDO

Duff y colegas realizaron un estudio encomendado por el Health and Safety Executive que fue desarrollado en Manchester en

dos fases. Durante la primera fase los investigadores aplicaron este tipo de metodología de intervención en 6 obras de construcción (Duff et al., 1993), mientras que en la segunda fase dicha metodología fue implementada por el personal de las empresas responsables de la construcción de 26 obras (Robertson et al., 1999).

El desarrollo de la primera fase del estudio (Duff et al., 1993) se organizó en tres etapas principales: (1) Desarrollo de una herramienta observacional para la medición del desempeño de seguridad de los trabajadores; (2) Diseño de la aplicación de los métodos de intervención; e (3) Implementación y evaluación de los métodos de intervención. A continuación se describen los principales resultados en relación a estas fases del estudio:

1. Desarrollo de una herramienta observacional válida y fiable para obtener una medida cuantitativa del desempeño de seguridad de los trabajadores. El desempeño de seguridad es definido por los autores como el grado en que los trabajadores cumplen los procedimientos de seguridad durante el desarrollo de sus tareas de trabajo. La herramienta estaba formada por 24 ítems que permitían la obtención de un porcentaje de desempeño de seguridad, es decir, de cumplimiento con los procedimientos de seguridad. Los 24 ítems de esta herramienta se referían a aspectos relevantes para la seguridad en este sector que abarcaban factores identificados en la cadena de eventos causantes de los principales accidentes en construcción. En concreto, los ítems hacían referencia a situaciones y comportamientos inseguros representativos del sector referidos a las siguientes categorías: uso de andamios, acceso a alturas, orden y limpieza y uso de los equipos de protección individual. Todos los ítems cumplían las siguientes características: (a) eran fácilmente observables

a través una inspección rápida de la obra; (b) estaban definidos claramente para permitir que diferentes observadores registraran lo mismo ante la misma situación; y (c) estaban presentes a lo largo de todo el proceso constructivo de la obra para poder realizar comparaciones a lo largo del tiempo. Cada ítem era puntuado en una escala de 0 a 10 y posteriormente se obtenía un porcentaje de desempeño de seguridad en cada una de las categorías.

La fiabilidad inter-observadores de esta herramienta fue evaluada en varias ocasiones mediante su aplicación por parte de un observador independiente y un investigador en una misma obra de construcción. Los resultados obtenidos mediante el método del porcentaje de acuerdo (Komaki, 1978), en concreto, un 92%, permitieron considerar a esta herramienta como fiable.

2. Diseño de la aplicación de los métodos de intervención para mejorar la seguridad basados en los principios de la modificación de conducta y del establecimiento de metas. Los autores planificaron la aplicación de las técnicas de feedback, formación y establecimiento de metas. En cada una de las 6 obras de construcción se planificó la aplicación de una combinación diferente de estas técnicas de intervención (Tabla 6).

Tabla 6. Combinación de las técnicas de intervención en las obras de construcción participantes en el estudio de Duff et al. 1993

Obra de Construcción	Feedback	Formación	Establecimiento de metas
1. Fábrica de procesado de plástico	√	X	√ Participativo
2. Nueva área de hospital	√	X	√ Asignado
3. Complejo de oficinas	√	√	√ Asignado
4. Centro de apartamentos	√	√	√ Participativo
5. Oficinas	√	√	X
6. Nuevas instalaciones bancarias	√	√	X

La utilización del feedback como técnica comportamental para mejorar la seguridad se realizó a través de la colocación de un póster en un lugar visible en cada una de las obras de construcción. En este póster se presentaban tanto el desempeño de seguridad meta en cada una de las categorías como el desempeño de seguridad que iban alcanzando los trabajadores en cada una de las categorías a lo largo de la implementación de los métodos de intervención. La formación de los trabajadores como técnica de intervención consistía en una sesión formativa para cada una de las categorías experimentales. Cada una de estas sesiones tenía una duración de 30 minutos. Los principales contenidos de cada sesión eran: (a) presentación de la investigación con el objetivo de que los trabajadores comprendieran la base de las técnicas del feedback y del establecimiento de metas, así como que

conocieran los ítems que contenía la herramienta observacional; (b) presentación de las principales situaciones y comportamientos inseguros identificados en la obra y sus correspondientes ejemplos referidos a situaciones y comportamientos seguros; (c) realización de preguntas por parte de los trabajadores; y (d) establecimiento de metas (en los casos que procedía). En referencia al establecimiento de metas como técnica para mejorar el desempeño de seguridad de los trabajadores, los autores utilizaron las siguientes aproximaciones: (a) establecimiento de metas asignadas de un modo prescriptivo por los investigadores sin tener en cuenta las opiniones de los trabajadores; y (b) establecimiento de metas asignadas de un modo participativo, es decir, establecidas mediante la discusión con los trabajadores.

3. Implementación y evaluación de los métodos de intervención en seis obras de construcción a través de un diseño de línea base múltiple con retirada. El diseño de línea base múltiple con retirada se aplicó a las categorías de uso de andamios, acceso a alturas, orden y limpieza y uso de equipos de protección individual.

La aplicación de este diseño implica la alternancia de fases de aplicación de los métodos de intervención (fase de intervención) y fases de eliminación de la aplicación de estos métodos (fase de retirada). Así, el desempeño de seguridad de los trabajadores es medido antes de la aplicación de los métodos de intervención durante un periodo de tiempo denominado fase de línea base, posteriormente se introduce la aplicación de los métodos de intervención durante un tiempo en el que se mide el desempeño de seguridad para evaluar el efecto que produce sobre él y finalmente, se elimina la

aplicación de los métodos de intervención y se continúa midiendo el desempeño de seguridad para evaluar los cambios que se producen. De este modo, se espera que el desempeño en seguridad de los trabajadores en cada categoría cambie solamente cuando la fase de intervención es introducida.

Concretamente en este estudio, los métodos de intervención del establecimiento de metas y feedback fueron implementados en dos obras, la formación y el feedback en otras dos obras y el establecimiento de metas, la formación y el feedback en otras dos obras. El establecimiento de metas participativo fue implementado en dos obras y el establecimiento de metas asignado en otras dos.

La evaluación del efecto de estos métodos de intervención se realizó mediante una medición inicial durante ocho semanas para obtener una medida de línea base (fase línea base), posteriormente se introdujo la aplicación de los métodos de intervención durante ocho semanas y se continuó con la medida. Finalmente se eliminó la aplicación de los métodos de intervención mientras que se continuó con la medición. Este ciclo de intervención-retirada fue introducido en las tres categorías experimentales (uso de andamios, acceso a alturas, y orden y limpieza) en diferentes tiempos, concretamente con cuatro semanas de retraso para controlar el efecto de factores externos. En este diseño, la categoría de uso de equipos de protección individual es una categoría control. Por ello, el desempeño de seguridad se mide a lo largo del todo el proceso pero no se implementa ninguna intervención sobre ella.

Según los autores, los resultados principales de este estudio son:

- (a) La implementación de las técnicas de intervención durante la primera fase de intervención produjeron un aumento del

desempeño de seguridad en las obras. Este resultado se apoya en el hecho de que el desempeño de seguridad aumentó en las categorías experimentales mientras que no lo hizo en la categoría control.

- (b) La fase de retirada de feedback tiene una influencia negativa sobre los efectos que produce la segunda fase de intervención ya que los aumentos en el desempeño de seguridad de ésta no producen mejoras tan notorias como las producidas por la primera fase de intervención. En este sentido los autores señalan que para conseguir las mejoras más elevadas, la aplicación de esta técnica debería ser continua y consistente.
- (c) Los métodos de intervención de establecimiento de metas y feedback produjeron las mejoras más elevadas en el desempeño de seguridad. Posteriormente, le siguen las mejoras obtenidas por la formación junto con el feedback. Por último las mejoras más limitadas son obtenidas por la combinación de formación, establecimiento de metas y feedback.
- (d) El establecimiento de metas participativo produjo resultados más eficaces que el establecimiento de metas asignado.
- (e) El compromiso de la organización con la seguridad es un importante moderador del efecto de los métodos de intervención implementados en el sentido de que altos niveles de compromiso de la organización aumentan la efectividad de los mismos.

La segunda fase del estudio (Robertson et al., 1999) fue inicialmente implementada por el propio personal de 13 empresas de construcción en un total de 26 obras. En esta fase se aplicaron las técnicas de establecimiento de metas (mensual) y de feedback verbal (semanal) sobre el desempeño de seguridad de los

trabajadores mediante un diseño experimental AB sin fase de retirada y en el que no existía categoría control. El desempeño de seguridad de los trabajadores fue medido en las siguientes categorías: uso de andamios, acceso a alturas, orden y limpieza, uso de los equipos de protección individual y operaciones de planta en el caso de obras de construcción civil.

Los principales objetivos de esta segunda fase de investigación eran: (a) evaluar si las técnicas de establecimiento de metas y el feedback mejoraban la seguridad cuando no existía la implicación de los investigadores; y (b) evaluar el impacto de la variable "compromiso organizacional" sobre la efectividad de estas técnicas. La recogida completa de datos fue posible en 15 obras de construcción dado que las otras 11 no continuaron la intervención hasta la finalización de la investigación.

La media del desempeño de seguridad general, es decir, referido a todas las categorías en conjunto de las 15 obras de construcción mostró un aumento desde un 82,5% a un 86,5%, el cual resultado estadísticamente significativo ($p < .01$). El aumento en el desempeño de seguridad en cada una de las categorías en el conjunto de las 15 obras también fue estadísticamente significativo ($p < .05$): uso de andamios (84,1%-88,6%), acceso a alturas (85%-88,4%), orden y limpieza (81,1%-84,9%), uso de los equipos de protección individual (79,1%-84%) y operaciones de planta (86,6%-88,5%). Por otro lado, la correlación de Pearson existente entre una medida estandarizada del tamaño del efecto de la mejora del desempeño de seguridad y la variable "compromiso organizacional" fue estadísticamente significativa $r = 0.44$ ($p < .01$). Finalmente, los principales resultados permitieron concluir que: (a) las técnicas del establecimiento de metas y el feedback pueden ser utilizadas para producir mejoras significativas en el desempeño de seguridad, y (b)

el compromiso de la organización con los objetivos del estudio y el establecimiento de metas se relaciona positivamente con la efectividad de las técnicas de intervención de el establecimiento de metas y feedback.

1.2. ESTUDIOS REALIZADOS EN HONG KONG

Lingard y Rowlinson (1997) desarrollaron un estudio en el que implementaron una metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento para mejorar la seguridad en 7 obras de construcción en Hong Kong. Durante nueve meses, en cada una de las obras, los autores aplicaron las técnicas de intervención de establecimiento de metas participativo y feedback gráfico referido al desempeño de seguridad de los trabajadores en diferentes categorías de seguridad mediante un diseño de línea base múltiple con retirada. Las categorías de seguridad experimentales fueron orden y limpieza, acceso a alturas y uso de andamios, mientras que la categoría de uso de equipos de protección individual fue la categoría control. La medición del desempeño de seguridad de los trabajadores en las diferentes categorías fue realizada dos veces a la semana en todas las obras mediante una adaptación del instrumento utilizado por Duff et al. (1993). Este instrumento resultó tener una alta fiabilidad interjueces ya que la media del acuerdo interjueces en las 18 evaluaciones que fueron realizadas a lo largo del estudio fue del 80%. Los principales resultados de este estudio son: (a) El desempeño de seguridad referido a la categoría de orden y limpieza aumentó en las siete obras de construcción siendo este aumento significativo en cinco de ellas (Obras 1, 3, 4, 5 y 7); (b) El desempeño de seguridad referido a la categoría de acceso a alturas aumentó en cinco obras de construcción siendo este aumento

significativo en dos de ellas (Obras 1 y 2), mientras que disminuyó significativamente en la obra de construcción 4; (c) La intervención sobre el desempeño de seguridad referido a la categoría andamios solo se aplicó a cuatro de las siete obras de construcción (Obras 1, 3, 5 y 6) y éste aumentó aunque no significativamente en las obras 1 y 3 y disminuyó no significativamente en las obras 5 y 6; y (d) el desempeño de seguridad referido a la categoría control de uso de equipos de protección individual aumentó en las obras de construcción 1, 2, 3, 4 y 7, y disminuyó en las obras 5 y 6, siendo estos cambios no significativos.

Los autores proporcionan diversas razones para la explicación de los resultados que se relacionan con la variable "compromiso organizacional", la habilidad para conseguir las metas, la aceptación de las metas propuestas y la percepción y el reconocimiento de los factores de riesgo. En primer lugar, la variable "compromiso organizacional" es señalada como un factor clave porque los superiores participaron en el establecimiento de metas referidas a la categoría de orden y limpieza en seis de las siete obras de construcción mientras que no participaron en el establecimiento de metas referidas a las otras categorías. Según los autores, parece que este hecho podría haber contribuido a la presencia de mejoras significativas en la categoría de orden y limpieza y a la ausencia de mejoras en las demás categorías. De hecho, las obras de construcción en las que la intervención en general, resultó ser más efectiva (1 y 5) fueron las obras donde los superiores participaron en el establecimiento de metas, mientras que la intervención resultó ser menos efectiva (6 y 7) en las obras donde los superiores mostraron menos implicación en el establecimiento de metas.

En segundo lugar, la percepción de los trabajadores en referencia a su propia habilidad para conseguir las metas propuestas

es señalado como un factor influyente porque los trabajadores expresaron tener la capacidad para mejorar el desempeño de seguridad referido a la categoría de orden y limpieza. Los trabajadores tenían la capacidad de mejorar en esta categoría sin tener que disponer de materiales o equipos adicionales y sin realizar cambios importantes en su proceso de trabajo mientras que se mostraron incapaces de mejorar en la categoría de andamios y acceso a alturas porque ello implicaba realizar cambios que, en muchas ocasiones, estaban fuera de sus responsabilidades. Esta condición se relaciona con el hecho de que para que los programas de intervención basados en el comportamiento puedan ser implementados con éxito es necesario disponer de una estructura de seguridad previa referida principalmente a que los trabajadores dispongan de los materiales y equipos adecuados que les permitan poder desarrollar sus tareas de un modo seguro. Esta condición era deficiente en las categorías de acceso a alturas y andamios.

En tercer lugar, la aceptación de las metas propuestas es considerada una variable que podría haber influido en la eficacia de la intervención en el sentido de que el grado en el que los trabajadores acepten las metas propuestas influiría en el grado de esfuerzo que realizan para conseguir esa meta. Según los autores, es posible que los trabajadores percibieran que las metas referidas a las categorías de acceso a alturas y andamios eran imposibles de conseguir y eso no produjera la esperada motivación de los mismos para mejorar su desempeño de seguridad en dichas categorías.

Por último, la percepción y el reconocimiento de los factores de riesgo es otra variable que podría haber influido en los resultados ya que las técnicas implementadas en el estudio no pueden funcionar si antes los trabajadores no han percibido y reconocido el riesgo. En este sentido, los autores afirman la existencia de una discrepancia

entre la percepción y reconocimiento del riesgo de los trabajadores en referencia a la frecuencia de caídas desde andamios y los datos proporcionados por el Hong Kong Housing Authority.

1.3. ESTUDIOS REALIZADOS EN ORIENTE MEDIO

Cooper (2010a) desarrolló un programa de intervención comportamental en un gran proyecto constructivo que comprendía la edificación de diversas infraestructuras destinadas al transporte y almacenamiento de gas natural licuado en Oriente Medio. Concretamente, este proyecto comprendía la construcción de la infraestructura de dos líneas ferroviarias, diversos tanques de almacenamiento, un muelle y un campamento para albergar a 50.000 trabajadores.

En el estudio participaron 47.000 trabajadores pertenecientes a una empresa principal franco-japonesa y 14 subcontratas de múltiples nacionalidades (India, Irlanda, Italia, Nepal, Emiratos Árabes y Estados Unidos).

En esta investigación se abordaron dos aspectos principales. Por un lado, se evaluó la influencia que ejerce el comportamiento de liderazgo de seguridad de diferentes niveles de mandos directivos sobre el comportamiento de seguridad de los trabajadores y la ocurrencia de accidentes. Por otro lado, se exploró el efecto de la implementación de un programa de intervención comportamental sobre el comportamiento de seguridad y la ocurrencia de accidentes.

El programa de intervención comportamental se implementó mediante un diseño cuasi-experimental intra-grupos A-B-A-B (Línea base-Intervención-Retirada-Replicación de la intervención) en cada

uno de los proyectos de construcción ejecutados por cada empresa subcontratada.

Durante la fase de intervención, las técnicas de intervención implementadas fueron: feedback verbal diario en el momento de la observación, feedback semanal escrito, establecimiento de metas de grupo de forma participativa y publicación de elementos publicitarios en la obra.

Los datos fueron recogidos a lo largo de 104 semanas durante las que trabajadores específicamente entrenados ejercieron de observadores y registraron las siguientes cuatro variables:

(a) Porcentaje del comportamiento de seguridad de los trabajadores: los observadores realizaron visitas de observación diarias en las que aplicaban un checklist elaborado para cada área de trabajo de interés y que contenía un máximo de 20 ítems referidos a comportamientos pertenecientes a cuatro categorías (Trabajos en altura; Soldadura, corte y pulido; Herramientas mecánicas con motor; y Equipos de protección individual). Cada uno de los comportamientos del checklist era evaluado como seguro si todos los trabajadores estaban desarrollando dicho comportamiento de un modo seguro.

(b) El índice de incidencia de accidentes: se registró el número de accidentes ocurridos para posteriormente calcular el índice de incidencia de accidentes por cada 200.000 horas trabajadas.

(c) Porcentaje de liderazgo de seguridad de los mandos directivos superiores, medios y de primera línea: el liderazgo de seguridad fue registrado semanalmente separadamente para cada uno de los tres niveles. Los propios directivos se autoevaluaron mediante un checklist que hacía referencia a

cuatro aspectos de seguridad. Estos aspectos fueron: el apoyo de seguridad con respecto a diferentes agentes implicados en la seguridad (trabajadores, directivos de otro nivel...), el apoyo al funcionamiento del sistema de seguridad, el apoyo a la formación en seguridad y el apoyo al proceso de observación de la seguridad desarrollado en la implementación del programa de intervención.

(d) El comportamiento de apoyo visible a la seguridad de los mandos directivos superiores, medios y de primera línea: fue registrado semanalmente por los observadores mediante un checklist que hacía referencia a la cantidad de contacto relativo a los aspectos de seguridad que ellos habían percibido con respecto a cada nivel de mandos.

Igualmente, a lo largo de todo el proceso de intervención, las 14 subcontratas proporcionaron de forma periódica los datos para obtener el registro de las siguientes variables de control: número de trabajadores, número de observadores, ratio de observadores en relación al número de trabajadores, índice de observaciones realizadas en relación a las esperadas, índice de acciones correctivas implementadas y los cinco comportamientos mejor y peor puntuados.

En cuanto a los resultados, el autor utiliza el análisis de regresión múltiple jerárquica para predecir el porcentaje del comportamiento de seguridad de los trabajadores y el índice de incidencia de accidentes.

En el análisis de regresión que consideró al comportamiento de seguridad de los trabajadores como variable dependiente, la varianza de ésta fue predicha en un 21,5% por la variable independiente referida al índice de acciones correctivas. En el siguiente paso del

análisis de regresión se añadió la variable referida al comportamiento de apoyo visible a la seguridad de los mandos directivos, la cual ejerció un incremento de la varianza explicada del 32,4%. En los tres pasos sucesivos se añadieron a la ecuación de regresión las variables de liderazgo de seguridad de los mandos directivos superiores, liderazgo de seguridad de los mandos medios y liderazgo de seguridad de los mandos de primera línea, de modo que se produjeron incrementos en la varianza explicada del 19,5%, 6,7% y 5,5%, respectivamente. De este modo, cuando todas estas variables independientes fueron introducidas consiguieron explicar el 85,5% de la varianza de la variable referida al comportamiento de seguridad de los trabajadores

En el análisis de regresión que consideró al índice de incidencia de accidentes como variable dependiente, destaca que la varianza de ésta fue predicha en un 0,37% por el conjunto de las siguientes tres variables independientes: índice de observaciones realizadas, índice de acciones correctivas y comportamiento de apoyo visible a la seguridad de los mandos directivos.

En referencia a la eficacia de la implementación del programa de intervención comportamental para mejorar el comportamiento de seguridad y disminuir la ocurrencia de accidentes, el autor presenta un análisis gráfico. Considerando los datos obtenidos en el conjunto de trabajadores pertenecientes a las 14 subcontratas, el porcentaje de comportamiento de seguridad mejoró desde una media de 65% durante la fase de línea base a una media del 95%. En cuanto al índice de accidentes, durante el primer año de investigación se obtuvo un índice de incidencia de 0,09, durante el segundo se obtuvo un índice de 0,18 y durante el tercer año, el índice fue de 0,11. También destaca que el mayor periodo de tiempo conseguido sin

accidentes fue 121 millones de horas, el cual se obtuvo durante el tercer año de investigación.

1.4. ESTUDIOS REALIZADOS EN FINLANDIA

Mattila y Hyödynmaa (1988) realizaron uno de los primeros estudios aplicando la metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento en el sector de la construcción europeo. En el estudio participaron cuatro obras de construcción finlandesas pertenecientes a la misma empresa constructora, siendo dos de ellas un grupo de intervención y otras dos un grupo control. En referencia a las obras del grupo de intervención, una de ellas se dedicaba a la construcción de un gran edificio de oficinas prefabricadas en la que trabajaban 100 operarios y 10 capataces. La otra era una obra más pequeña que se dedicaba a la construcción de apartamentos en la que trabajaban 20 operarios y 3 capataces. Las obras del grupo control poseían características similares a las del grupo experimental tanto en su tipología como en el número de trabajadores, por lo que eran comparables con las mismas.

En primer lugar fueron identificados un conjunto de ítems observables cuya percepción de relevancia para la seguridad coincidía tanto para los trabajadores como para los superiores. Concretamente, en la obra dedicada a la construcción de un edificio de oficinas se identificaron trece ítems de seguridad pertenecientes a las siguientes cuatro categorías: "Orden y Limpieza", "Orden y Uso de Zonas de Paso y Andamios", "Comportamiento de Trabajador" y "Equipos de Protección Individual". En la obra dedicada a la construcción de apartamentos se identificaron ocho ítems referidos a las tres categorías: "Equipos de Protección Individual y Comportamiento del Trabajador", "Orden y Limpieza de Zonas de Paso" y "Orden y Uso de Andamios".

En las obras del grupo de intervención se implementó la técnica de feedback semanal mediante dos mecanismos (escrito y gráfico). En un primer momento, la intervención consistió en ofrecer feedback escrito a los capataces referido al desempeño de seguridad en referencia a los ítems observados en cada obra y posteriormente en ofrecer feedback gráfico a los trabajadores.

En la primera obra, el programa de intervención tuvo una duración de 22 semanas y se obtuvo una media del índice de seguridad de un 63% durante la fase de línea base. Durante la fase de intervención en la que se ofrecía feedback escrito a los capataces, la media del índice fue de un 73% y durante la fase en la que se ofrecía feedback gráfico a los trabajadores, la media del índice fue de un 78%. Concretamente, la categoría que experimentó un mayor aumento fue la del "Comportamiento de Trabajador" cuyo índice de seguridad específico aumentó de un 53% en la fase de línea base a un 80% en la fase de feedback gráfico. En segundo lugar, el mayor aumento fue el experimentado por la categoría "Orden y Uso de Zonas de Paso y Andamios" cuyo índice de seguridad específico de aumentó de un 54% en la fase de línea base a un 66% en la fase de feedback gráfico. A esta categoría le siguen los aumentos alcanzados por la categoría de "Orden y Limpieza", cuyo índice aumentó desde un 88% a un 91 % y por la categoría "Equipos de Protección Individual" cuyo índice aumentó de un 60 a un 62%.

En la segunda obra, el programa de intervención tuvo una duración de 20 semanas y se obtuvo un índice medio de seguridad de un 74% durante la fase de línea base. Durante la fase de intervención en la que se implementó feedback escrito a los capataces, la media del índice fue de un 84% y durante la fase en la que se ofrecía feedback gráfico a los trabajadores, el índice medio fue de un 88%. En este caso, el estudio no aporta los datos de los

porcentajes referidos al índice de seguridad específico de cada una de las categorías objeto de intervención.

En las obras del grupo control, el índice de seguridad se mantuvo estable en un 60%.

En cuanto a la reducción de la siniestralidad, solamente se aportan los datos referidos a la primera obra del grupo de intervención. Si bien el número de accidentes total, así como el índice de accidentes (número de accidentes/media del número de trabajadores durante el año) y el índice de gravedad de los mismos son menores en dicha obra que en su correspondiente obra control, las diferencias no resultaron ser estadísticamente significativas. Por ejemplo, los valores del índice de accidentes fueron de 72, 94 y 47 en la fase de línea base, fase de intervención y post-intervención respectivamente mientras que estos valores fueron 95, 166 y 55 en la obra del grupo control. Por todo ello, los resultados de este estudio con respecto a la reducción de la accidentabilidad solamente permitieron realizar conclusiones de carácter limitado.

Posteriormente, Laitinen y Ruohomäki (1996) realizaron un estudio en el que implementan una metodología comportamental denominada "Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción" para mejorar la seguridad en dos obras finlandesas. Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) realizaron un estudio en 305 obras de construcción finlandesas en el que evalúan la validez de este método para predecir los accidentes. Dado que el presente estudio, principalmente, está basado en dicho método, en el siguiente apartado se describen dichas investigaciones y características del método de un modo exhaustivo.

2. EL MÉTODO DE OBSERVACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

“El método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción” (Laitinen, Ruohomäki, & Marjamäki, 1996), en inglés denominado “*TR safety observation method*”, es una metodología de intervención basada en el comportamiento. Su desarrollo comenzó en 1992 y fue conducido por Heikki Laitinen e Ismo Ruhomäki, ambos, investigadores del Departamento de Seguridad Ocupacional del Instituto Finlandés de Salud Ocupacional y Markku Marjamäki, Inspector de Seguridad Ocupacional de la región finlandesa de Uusimaa.

El desarrollo de este método estuvo motivado por la insatisfacción con la eficacia de algunas prácticas de seguridad desarrolladas en la mayoría de las empresas de construcción finlandesas. Entre esas prácticas, destacaba la realización, exigida por ley, de una inspección de seguridad semanal en cada obra de construcción. La medida de seguridad que surgía como resultado de estas inspecciones era un listado de las deficiencias detectadas, de las respectivas instrucciones de corrección y de las personas que eran responsables de realizarlas.

El conocimiento de que estas medidas, caracterizadas por un feedback negativo, no mejoraban la seguridad en las obras produjo que el Servicio de Inspección Finlandés de Salud Ocupacional demandara nuevas herramientas de observación y métodos de mejora de la seguridad que pudieran ser implementadas en su trabajo de inspección diario.

En este contexto, surgió un proyecto de investigación para desarrollar nuevas herramientas y procedimientos de observación para el Servicio de Inspección Finlandés de Salud Ocupacional. En el marco de ese proyecto, se produjeron varios estudios en los que se abordaron las siguientes tareas: (a) creación de un protocolo de observación de la seguridad cuya aplicación periódica y estandarizada permitiera obtener un indicador de seguridad fiable, válido y sensible a los cambios en el estado de seguridad de las obras (Laitinen & Ruohomäki, 1996); (b) evaluación de la fiabilidad inter-observadores de esta herramienta de observación (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999); (c) implementación y evaluación del "Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción" en dos obras de construcción (Laitinen & Ruohomäki, 1996), y (d) evaluación de la validez de este método para predecir accidentes (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999).

En los siguientes apartados se describen las principales características, el procedimiento de aplicación y los resultados referidos a la fiabilidad inter-observadores del protocolo de observación. Posteriormente, se expone el procedimiento y las fases de implementación del "Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción". Finalmente se describe de forma exhaustiva la evidencia empírica referida a eficacia de la implementación e este método para mejorar la seguridad en dos obras de construcción (Laitinen & Ruohomäki, 1996) y a la evaluación de la validez de este método para predecir accidentes (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999).

2.2. EL PROTOCOLO DE OBSERVACIÓN DE LA SEGURIDAD

2.2.1. Características

Laitinen y Ruohomäki, (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) describen las principales características del protocolo de observación de la seguridad y de los ítems incluidos en el mismo. En concreto son:

1. El protocolo de observación está formado por una hoja de registro y por una hoja de instrucciones. En la hoja de registro (Tabla 7) se anota la evaluación de ítems o aspectos de seguridad que pertenecen a cada una de las siguientes categorías: (a) Hábitos de trabajo; (b) Andamios y escaleras; (c) Maquinaria y equipamientos; (d) Protección contra caídas; e (e) Iluminación y electricidad. En la hoja de instrucciones se indican los principios de muestreo de los ítems y los criterios de evaluación. La evaluación de cada ítem se representa mediante un trazo en el área correspondiente de la hoja de registro del protocolo de observación. Cada ítem es observado y evaluado según los principios de muestreo y los criterios de evaluación establecidos de la hoja de instrucciones (Tabla 8). Cada ítem es evaluado como "correcto" si reúne todos los criterios de seguridad, "incorrecto" si incumple al menos un criterio de seguridad y no es evaluado si existen dudas.
2. El resultado de la aplicación del protocolo de observación permite la obtención de un Índice de Seguridad General (ISG) que es el porcentaje de ítems observados y puntuados como correctos en relación a todos los ítems observados. Es decir, el $ISG = \frac{N^{\circ} \text{ total de ítems correctos}}{(N^{\circ} \text{ total de ítems correctos} + N^{\circ} \text{ total de ítems incorrectos})} \times 100$. Igualmente, la

aplicación del protocolo de observación permite la obtención de un Índice de Seguridad Específico (ISE) para cada una de las categorías. En este caso, cada ISE es el porcentaje de los ítems observados y puntuados como correctos en una determinada categoría en relación a todos los ítems observados en esa categoría.

3. Los ítems o aspectos de seguridad observados durante la aplicación del protocolo de observación tienen que ser considerados importantes tanto por los observadores como por los trabajadores. Este hecho es importante por cuestiones motivacionales, ya que ambos son los potenciales agentes de aplicación del protocolo.
4. Los ítems observados deben referirse a los riesgos de accidentes más relevantes en las obras de construcción, pero también debe incluir los riesgos que causan accidentes menos frecuentes pero de carácter grave, como por ejemplo, la caída de trabajadores a distintos niveles. Esta característica incrementa la validez del método en la predicción de accidentes graves y leves.

Tabla 7. Ejemplo de hoja de registro del protocolo de observación en los estudios realizados por Laitinen y Ruohomäki, (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999)

CATEGORÍA	Correcto	Total	Incorrecto	Total	ISE
Hábitos de Trabajo	////////	7	///	3	70%
Andamios y Escaleras	////	4	//	2	66%
Máquinas y Equipos	////	5	///	3	62%
Protección contra caídas	///	3	/	1	75%
Iluminación y Electricidad	////////	7	///	3	70%
Orden y Limpieza	////////	7	////	4	63%
Total Correctos=		33	Total Incorrectos=	16	
Correctos					
Índice Seguridad: _____ X 100= 67 %					
General		Correctos + Incorrectos			

Tabla 8. Hoja de instrucciones del protocolo de observación

Categorías del Protocolo de Observación	Principios de muestreo	Criterios de seguridad para evaluar "correcto"
Hábitos de Trabajo	- Una observación para cada trabajador	- Utiliza el Equipo de Protección Individual y no realiza ningún comportamiento de riesgo
Andamios y Escaleras	- Una observación para cada andamio o escalera	- Cumplimiento de la normativa de seguridad
Máquinas y Equipos	- Una observación para cada máquina o equipo	- Cumplimiento de la normativa de seguridad
Protección contra caídas	- Una observación para cada protección de bordes y huecos del suelo	- Cumplimiento de la normativa de seguridad
Iluminación y Electricidad	- Una observación para la iluminación artificial de cada lugar de trabajo. - Una observación para la iluminación general de cada área de observación	- La iluminación artificial es adecuada y suficiente en cantidad y calidad
	- Una observación para la seguridad de la instalación eléctrica de cada área de observación	- Instalación eléctrica temporal segura y los cables están apropiadamente localizados y protegidos
Orden y Limpieza	- Una observación para cada contenedor de basura	- Contenedor de residuos no completamente lleno
	- Una observación para cada lugar de trabajo - Una observación para el orden general de cada área de observación	- No hay residuos en el suelo innecesarios y los pasillos están libres y abiertos

2.2.2. Procedimiento de aplicación

El procedimiento de aplicación del protocolo de observación se organiza del siguiente modo (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999; Laitinen & Ruohomäki, 1996):

1. El observador comienza la observación desde la primera o última planta de la obra, continuando planta por planta, y luego observa el área externa de la obra donde finaliza dicha aplicación.
2. El observador se sitúa en una zona segura y divide mentalmente cada una de las plantas de la obra de construcción en áreas de observación más pequeñas, de modo que cada una de ellas pueda ser observada en su totalidad desde un punto concreto. Si es necesario, puede desplazarse por cualquier zona segura de la planta.
3. El observador comienza a evaluar los ítems o aspectos de seguridad incluidos en las categorías del protocolo de observación en cada área de observación. En este proceso, los ítems son observados y evaluados en un orden que depende de la categoría a la que pertenezcan y teniendo en cuenta los criterios de evaluación establecidos. El orden de las categorías consideradas en el protocolo de observación que debe seguirse es: hábitos de trabajo, andamios y escaleras, maquinaria y equipamientos, protección contra caídas, iluminación y electricidad, y orden y limpieza.
4. Las reglas de muestreo deben formularse de modo que los ítems de seguridad más importantes sean observados más frecuentemente que los ítems menos importantes. De este modo, los ítems de seguridad más importantes tendrán más énfasis en el Índice de Seguridad y no es necesario el uso de coeficientes separados y ponderados.

5. El observador debe tomar una muestra total de al menos 100 observaciones para conseguir que la observación sea representativa.

2.2.3. Fiabilidad inter-observadores

La fiabilidad inter-observadores del protocolo de observación de la seguridad fue evaluada teniendo en cuenta los siguientes datos (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999):

1. Datos obtenidos por nueve inspectores que desde 1993 hasta 1998 aplicaron el protocolo de observación de la seguridad en 305 obras de construcción. Durante este periodo de tiempo, la fiabilidad inter-observadores fue evaluada en seis ocasiones. Para realizar estas seis evaluaciones, entre nueve y cuatro inspectores de seguridad, aplicaron individualmente el protocolo de seguridad en la misma obra durante el mismo tiempo. La fiabilidad inter-observadores fue obtenida mediante el cálculo de la media del error de sus resultados a través de la fórmula: desviación típica de los índices de seguridad dividida por la media de los índices de seguridad y multiplicado por cien. La media del error de sus resultados sólo superó los 10 puntos porcentuales en la primera (12,4%) y cuarta evaluación (20,8%).
2. Datos obtenidos por supervisores y delegados de seguridad de obras de construcción que decidieron implementar el método y recibieron un curso de formación específico. En concreto, se organizaron cuatro cursos de formación. En cada uno de ellos participaron 14 personas, dos personas (el supervisor y delegado de seguridad) de siete obras de

construcción que posteriormente aplicaban el protocolo de observación en la misma obra de construcción. La media del error de sus resultados de los participantes de los cursos de formación sólo superó los 10 puntos porcentuales en el caso del segundo curso (11,7%).

3. Datos obtenidos por 35 profesores de una escuela de formación de trabajadores de la construcción que también recibieron un curso de formación y que posteriormente aplicaron el protocolo de observación de la seguridad en una obra de construcción. La media del error de sus resultados fue 6,7%.

Estos resultados permitieron afirmar que esta herramienta permite obtener observaciones fiables de la seguridad en las obras de construcción.

2.3. EL PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO

La implementación del "Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción" se organiza según las siguientes fases (Laitinen & Ruohomäki, 1996):

1. Formación de los observadores: durante esta fase previa se lleva a cabo la formación de los observadores que son responsables de la aplicación del protocolo de observación de la seguridad en las obras.
2. Fase de línea base: consiste en la realización de visitas de observación periódicas a la obra durante las que se aplica el protocolo de observación de la seguridad y se obtienen los Índices de Seguridad General y los Índices de Seguridad

Específicos de cada observación. El conjunto de estos datos forman una línea base de contraste. La duración de esta fase es variable y su desarrollo se continúa hasta conseguir una estabilidad en los Índices de Seguridad registrados.

3. Elaboración de reglas de seguridad: supone la elaboración conjunta con los responsables de seguridad de la obra de un conjunto de normas de seguridad relacionados con las categorías de seguridad incluidas en el protocolo de observación. Laitinen y Ruohomäki (1996) establecen el siguiente conjunto de reglas de seguridad: usar los equipos de protección individual y otros dispositivos de seguridad cuando sea necesario, comprobar el estado de la seguridad antes de comenzar el trabajo, mantener limpios los pasos entre zonas, mantener los alrededores limpios para la siguiente fase de trabajo, devolver las herramientas a su lugar después de utilizarlas, vaciar los contenedores de residuos cuando sea necesario, mantener los almacenes en orden, colocar los cables eléctricos de modo seguro, eliminar inmediatamente los riesgos relacionados con las barandillas, aperturas y máquinas.
4. Reunión de formación con los trabajadores: esta reunión se realiza después de conseguir la estabilidad de los datos de la línea base. Sus objetivos principales son: (a) presentar el método de intervención que se está implementando en la obra, exponer las normas de seguridad anteriormente elaboradas, y explicar qué es y en qué consiste el feedback referido al "Índice de Seguridad General" (ISG), y (b) establecer un ISG meta mediante la discusión con los trabajadores.
5. Fase de intervención: consiste en la aplicación de la técnica comportamental del feedback mediante un póster en el que

se informa de la evolución del ISG de la obra obtenido hasta el momento. Este póster se coloca en un lugar visible para los trabajadores y a través de él, se sigue ofreciendo feedback del ISG obtenido en cada una de las visitas de observación posteriores.

6. Fase de seguimiento: en esta fase se siguen realizando las visitas de aplicación del protocolo de observación periódicamente, pero no se ofrece feedback acerca del ISG.

2.4. EVIDENCIA EMPÍRICA

Laitinen y Ruohomäki (1996) realizaron un estudio piloto cuyos objetivos principales fueron desarrollar el protocolo de observación de la seguridad y evaluar de la implementación del “Método de Observación de la Seguridad en las Obras de Construcción” en dos obras de construcción finlandesas pertenecientes a la misma compañía.

La primera obra era la construcción de un gran edificio de oficinas en la que había aproximadamente 100 trabajadores. Esta obra estaba formada por cuatro bloques (A, B, C y D) que tenían su propio supervisor y su propia empresa subcontratada. Al comienzo de la implementación del método, es decir, de la fase de línea base, el bloque A y el bloque B estaban en fase de trabajo de interiores, el bloque C en fase de trabajos de estructura y el bloque D en fase de preparación del terreno. Cada uno de los bloques fue observado por separado.

La implementación del método abarcó desde la semana 48 de 1992 hasta la semana 50 de 1993. La fase de formación de los observadores se realizó desde el comienzo hasta la semana 13 de

1993. Durante este período, Ismo Ruohomäki dirigió y formó al delegado de seguridad de los trabajadores y a los supervisores en la aplicación del protocolo de observación. A partir de entonces y hasta la finalización de la implementación del método, ellos fueron los que de manera conjunta aplicaron el protocolo semanalmente. La fase de línea base del estudio abarcó desde la semana 48 de 1992 hasta la semana 2 de 1993. Durante la semana 2 de 1993 se realizó la reunión de formación con los trabajadores en la que se presentó el método de intervención que se estaba implementando en la obra, las normas de seguridad anteriormente elaboradas, se explicó en qué consistía el feedback referido al ISG y se estableció un ISG meta de un 80% mediante la discusión con los trabajadores. Posteriormente comenzó la fase de intervención (semana 3 de 1993) en la que se ofreció feedback a los trabajadores referido al ISG obtenido en cada una de las visitas de observación semanales. El feedback se ofreció mediante la colocación de un póster para cada uno de los bloques de la obra de construcción en el comedor de los trabajadores.

La evaluación mediante el test de Chi-Cuadrado mostró que tanto la media del Índice de Seguridad General como las medias de los Índices de Seguridad Específicos incrementaron significativamente durante la fase de intervención. En concreto, el ISG aumentó desde un 60% a 89% ($df=1$, $\chi^2=365$, $p<0.001$). El ISE referido a maquinaria y equipamientos es el índice que más aumentó (54%-97%), ($df=1$, $\chi^2=55.2$, $p<0.001$), seguido del índice de orden y limpieza (34%-76%), ($df=1$, $\chi^2=156$, $p<0.001$), iluminación y electricidad (53%-89%), ($df=1$, $\chi^2=88$, $p<0.001$), hábitos de trabajo (60%-94%), ($df=1$, $\chi^2=56.8$, $p<0.001$), andamios y escaleras (69%-94%), ($df=1$, $\chi^2=64,8$, $p<0.001$) y protección contra caídas (78%-96%), ($df=1$, $\chi^2=37,6$, $p<0.001$).

La segunda obra era la construcción de una casa de dos apartamentos con aproximadamente 40 trabajadores pertenecientes a la misma empresa. La implementación del método abarcó desde la semana 51 de 1992 a la semana 42 de 1993. Dado que el delegado de seguridad había sido formado en la aplicación del protocolo en la obra de construcción 1, éste formó al supervisor de esta obra y aplicaron el protocolo juntos durante todo el proceso de implementación del método. En el apartamento 1 de esta obra, la fase de línea base abarcó desde la semana 51 de 1992 hasta la semana 3 de 1993. Durante la semana 3 de 1993 se realizó la reunión de formación con todos los trabajadores similar a la realizada en la obra de construcción 1 y mediante la discusión con los trabajadores, se estableció un ISG meta de un 85%. A continuación, comenzó la fase de intervención (semana 4–26 de 1993) en la que se ofreció feedback semanal a los trabajadores referido al ISG mediante un póster para cada uno de los apartamentos. Posteriormente, en la semana 27 comenzó un período de seguimiento en el que se siguieron realizando las visitas de aplicación del protocolo de observación pero no se ofreció feedback acerca del ISG. La evaluación mediante el test de Chi-Cuadrado mostró que la media del ISG se incrementó significativamente durante la fase de intervención. En concreto el ISG aumentó desde un 67% a 94% ($df=1$, $\chi^2=119,3$, $p<0.001$).

La construcción del apartamento 2 de esta obra, comenzó durante la fase de intervención del estudio (semana 6 de 1993) por lo que no existe una línea base de datos para la obra dedicada a la construcción de este segundo apartamento. Por ello, en este caso los autores solamente proporcionan datos de carácter descriptivo. Concretamente, al comienzo de la fase de intervención, la media de su ISG fue 90% y a lo largo de todo el estudio nunca bajó del 80%.

También destaca que el porcentaje de este índice se mantiene con puntuaciones superiores al 90% durante toda la fase de seguimiento.

Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) evaluaron la validez de este método para predecir accidentes. Para ello, utilizaron los datos recogidos de nueve inspectores del Servicio de Inspección Finlandés de Salud Ocupacional de la región de Uusima desde 1993 a 1997. Estos inspectores aplicaron periódicamente el protocolo de observación de la seguridad en 521 obras de construcción, de las cuales, 305 fueron consideradas como objeto de análisis para el estudio. Concretamente 115 obras se encontraban en fase de trabajos de estructura y 190 en fase de trabajos de interiores. Por otro lado, registraron los accidentes que producían una baja laboral superior a tres días. Los datos de accidentabilidad solamente pudieron ser registrados en referencia a los trabajadores pertenecientes a las empresas principales de cada obra. A partir de estos datos, los autores calcularon un índice de accidentes para el contratista principal basado en la siguiente fórmula: Número de accidentes (con ausencia del trabajo de 3 o más días) dividido por el número medio de trabajadores del contratista principal multiplicado por el tiempo desde el principio en la obra (en años) y multiplicado el resultado por mil. La fórmula da el número de accidentes que producen bajas de 3 o más días por cada 1000 años de trabajo de los empleados del contratista principal.

El reducido número de accidentes ocurridos en cada una de las obras hizo que el análisis de la relación existente entre el ISG y la accidentabilidad para cada una de las obras no pudiera realizarse. Por ello, los autores desarrollaron una estrategia de análisis en la que agruparon las obras en función de su ISG medio. Así, las diferentes obras en fase de trabajos de estructura fueron agrupadas en 7 grupos y las obras en fase de trabajos de interiores fueron

agrupadas en 6 grupos. También fue calculado el índice de accidentes medio para cada grupo de obras.

En el caso de las obras en la fase de estructura, la correlación entre el ISG medio de los grupos de obras y el índice de accidentes medio de los grupos fue negativa y estadísticamente significativa ($r=-0.933$, $N=6$, $p=0.001$). En el caso de las obras en la fase de interiores, la correlación entre el ISG medio de los grupos de obras y el índice de accidentes medio también resultó negativa y estadísticamente significativa ($r=-0.973$, $N=6$, $p=0.001$). Dichos resultados apoyan fuertemente la validez del método para predecir accidentes en las obras de construcción.

PARTE II. METODOLOGÍA

1. OBJETIVOS

El objetivo final de este trabajo de investigación es contribuir a disminuir el número de accidentes laborales en el sector de la construcción.

Los objetivos operativos o específicos de este trabajo de investigación son:

- Desarrollar un protocolo de observación sistemática de las conductas seguras e inseguras de los trabajadores y de las condiciones físicas de seguridad y salud aplicable a las obras de construcción de edificios españolas.
- Desarrollar y contrastar una metodología de intervención comportamental que permita disminuir las conductas inseguras de los trabajadores y mejorar las condiciones físicas de seguridad y salud existentes en obras de construcción de edificios españolas.

2. MUESTRAS

Este trabajo de investigación incluye cuatro estudios, cada uno de los cuales está desarrollado en una muestra diferente de trabajadores. Concretamente, se desarrolla en dos obras de construcción (Obras 1 y 2) en sus fases constructivas de estructura y albañilería. Así, los estudios desarrollados son:

- Estudio I: realizado en la obra de construcción 1 durante la fase de trabajos de estructura.

- Estudio II: realizado en la obra de construcción 1 durante la fase de trabajos de albañilería.
- Estudio III: realizado en la obra de construcción 2 durante la fase de trabajos de estructura.
- Estudio IV: realizado en la obra de construcción 2 durante la fase de trabajos de albañilería.

A continuación se presenta una descripción general de cada una de las obras de construcción y los principales estadísticos descriptivos de los participantes en cada uno de los estudios realizados.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

2.1.1. Obra de construcción 1

La obra de construcción 1 ejecuta un edificio único con una superficie solar total de 1.210 m² situado en una ciudad de la provincia de Valencia. Este edificio está formado por una planta baja destinada a dos locales comerciales (B1 y B2), seis plantas destinadas a 60 viviendas (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) y dos sótanos destinados a 68 plazas de garaje (S1 y S2).

Cada una de las plantas consta de 10 viviendas. La superficie útil de las viviendas oscila entre los 52,04 m² y los 88,38 m² siendo su superficie media 82,32 m². La planta baja consta de un local comercial de 725,14 m² de superficie útil y otro de 30,16 m². El sótano 1 consta 1053,45 m² destinados a 33 plazas de garaje y el sótano 2 consta de 1117,29 m² destinados a 35 plazas de garaje. Cada una de las plazas de garaje tiene una superficie útil de 29,63 m².

2.1.2. Obra de construcción 2

La obra de construcción 2 ejecuta un Centro de Educación Infantil y Primaria (CEIP) situado en una ciudad de la provincia de Alicante. Este proyecto comprende la construcción de un nuevo centro para 9 unidades de Enseñanza Infantil y 18 unidades de Enseñanza Primaria, aulas de informática, música y aulas-taller, biblioteca, un gimnasio con zona para juegos de pelota valenciana y vestuarios, un comedor para 300 comensales en doble turno, su cocina correspondiente y la vivienda del conserje. Todos estos espacios se proyectan para un total de 675 puestos escolares en una superficie de recinto escolar de 15.818 m² de los cuales 5.475 m² serán construidos.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS DE LOS ESTUDIOS

2.2.1. Participantes en el Estudio I: Obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura

Durante el estudio realizado en la obra de construcción 1 en los trabajos de estructura, el cual comprende una fase de línea base y una fase de intervención, el personal que trabajaba pertenecía a la empresa principal de la obra (Empresa 1) y a una empresa subcontratada por la anterior (Empresa 2).

El personal de la Empresa 1 estaba formado por la dirección facultativa compuesta por los técnicos cuya función era la dirección y el control de la ejecución de la obra. Concretamente, esta dirección estaba formada por un adjunto de jefe de obra, una ayudante de jefe de obra, un encargado de obra y un oficial responsable de la seguridad. El personal de esta empresa no fue considerado en las observaciones realizadas en este estudio por dos motivos. En primer

motivo es que estos trabajadores tenían un conocimiento e información con respecto al objetivo e instrumentos utilizados en el estudio que es muy posible que influyera en cambios deliberados en el comportamiento de seguridad que manifestaran. Por otro lado, el contexto físico de trabajo en el que se desarrolla una gran parte de su jornada laboral era en la oficina situada en la misma obra, por lo que sus condiciones físicas de seguridad y salud eran muy diferentes a las del resto de trabajadores.

El personal de la Empresa 2 era el que realizaba los trabajos de encofrado, atado de ferralla y limpieza de la obra. Los trabajadores de esta empresa fueron el objeto de estudio, siendo ellos y su entorno físico de trabajo en el que se implementó el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* y donde se desarrolló la metodología de intervención comportamental con el objetivo de disminuir sus conductas inseguras y mejorar las condiciones físicas de seguridad y salud.

En la fase de línea base, se realizaron los trabajos propios del levantamiento de la estructura de hormigón (encofrado y atado de ferralla) de las plantas B1, P1, P2 y P3. Las plantas P4, P5 y P6 todavía no estaban comenzadas y los sótanos S1 y S2 estaban en la fase constructiva referida a los trabajos de albañilería. Dado que los sótanos S1 y S2 estaban en una fase constructiva posterior, los trabajadores que desarrollaban sus tareas en ambos, no fueron considerados en las observaciones realizadas en este estudio.

Durante la fase de línea base, el 30,7% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 69,3% a la Empresa 2. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 30,75 años. En la Empresa 2, el número medio de trabajadores fue de 9,27 con una desviación típica de 2,04. La edad

media de estos trabajadores fue de 30,34 años con una desviación típica de 3,31.

En la fase de intervención se realizaron los trabajos de encofrado y atado de ferralla de las plantas P3, P4, P5 y P6. Durante esta fase, el 32,5% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 67,4% a la Empresa 2. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 30,75 años. En la Empresa 2, el número medio de trabajadores fue de 8,3 con una desviación típica de 0,74. Su edad media fue de 29,36 años con una desviación típica de 0,51.

2.2.2. Participantes en el Estudio II: Obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería

Durante el estudio realizado en la obra de construcción 1 en los trabajos de albañilería, el personal de esta obra pertenecía a la empresa principal (Empresa 1) y a 11 empresas subcontratadas por la anterior.

Al igual que en la fase constructiva anterior, la Empresa 1 constituía la dirección facultativa y estaba formada por el mismo personal.

En este caso, el personal de las empresas subcontratadas se encargaba de realizar los trabajos de albañilería en general (Empresas 2 y 3), colocación de ladrillos caravista de las fachadas (Empresas 4 y 5), colocación de piso (Empresa 6), colocación de láminas de pladur (Empresa 7), fontanería (Empresa 8), electricidad (Empresa 9), aplicación de yeso (Empresa 10) y colocación de carpintería metálica (Empresas 11 y 12).

Por los mismos motivos que en el estudio anterior, el personal de la Empresa 1 no se consideró como objetivo de observación e intervención. Así, los trabajadores de las 11 empresas subcontratadas fueron los participantes en este estudio, siendo ellos y su entorno físico de trabajo donde se implementó el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* y donde se desarrolló la metodología de intervención comportamental.

Durante la fase de línea base, el 10,5% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 89,5% a las 11 empresas subcontratadas consideradas conjuntamente. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 30,75 años. En las 11 empresas consideradas conjuntamente, el número medio de trabajadores fue de 34 con una desviación típica de 11,02. La edad media de estos trabajadores fue de 35,58 años con una desviación típica de 2,12.

Durante la fase de intervención, el 6,3% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 93,7% a las 11 empresas subcontratadas consideradas conjuntamente. Al igual que en la fase de línea base, en la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 30,75 años. En las 11 empresas consideradas conjuntamente, el número medio de trabajadores fue de 60,5 con una desviación típica de 3,5. La edad media de estos trabajadores fue de 37,07 años con una desviación típica de 0,005.

2.2.3. Participantes en el Estudio III: Obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura

Durante el estudio realizado en la obra de construcción 2 en los trabajos de estructura (fase de línea base y de intervención), el

personal de esta obra pertenecía a la empresa principal (Empresa 1) y a dos empresas subcontratadas por la anterior (Empresa 2 y Empresa 3).

El personal de la Empresa 1 constituía la dirección facultativa de la obra cuya función era la dirección y el control de la ejecución de la obra. Concretamente, esta dirección la componían un adjunto de jefe de obra, una ayudante de jefe de obra, un encargado de obra y un oficial responsable de la seguridad.

El personal de la Empresa 2 era el que realizaba los trabajos de encofrado y el personal de la Empresa 3 realizaba la colocación y atado de ferralla.

Por los mismos motivos en que los estudios anteriores solamente los trabajadores de las Empresas 2 y 3 fueron los participantes en este estudio.

Durante la fase de línea base, el 24,8% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1, el 59,3% a la Empresa 2 y el 15,9% a la Empresa 3. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 35,75 años. En la Empresa 2, el número medio de trabajadores fue de 9,61 con una desviación típica de 2,27. La edad media de estos trabajadores fue de 36,25 años con una desviación típica de 1,86. En la Empresa 3, el número medio de trabajadores fue de 2,58 con una desviación típica de 0,64. La edad media de estos trabajadores fue de 33,31 años con una desviación típica de 1,02.

Durante la fase de intervención, el 28,1% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 66,3% a la Empresa 2 y el 5,6% a la Empresa 3. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 35,75 años. En la Empresa 2, el número medio de trabajadores fue de 9,4 con una desviación típica de 1,42.

La edad media de estos trabajadores fue de 36,94 años con una desviación típica de 0,56. En la Empresa 3, el número medio de trabajadores fue de 0,8 con una desviación típica de 0,97. La edad media de estos trabajadores fue de 41,25 años con una desviación típica de 6,7.

2.2.4. Participantes en el Estudio IV: Obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería

Durante el estudio realizado en la obra de construcción 2 en los trabajos de albañilería, el personal de esta obra pertenecía a la empresa principal (Empresa 1) y a una empresa subcontratada (Empresa 2).

Al igual que en la fase constructiva anterior, la Empresa 1 formaba la dirección facultativa y estaba constituida por el mismo personal. En este caso, el personal de la empresa subcontratada era el encargado de realizar los trabajos de albañilería en general (Empresa 2). Este personal fue el objetivo de las observaciones realizadas.

Durante la fase de línea base, el 25,8% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 74,2% a la Empresa 2. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 35,75 años. El número medio de trabajadores pertenecientes a la Empresa 2 fue de 11,45 con una desviación típica de 2,80. La edad media de estos trabajadores fue de 37,59 años con una desviación típica de 1,24.

Durante la fase de intervención, el 17,9% de los trabajadores pertenecían a la Empresa 1 y el 82,1% a la Empresa 2. En la Empresa 1, el número medio de trabajadores fue de 4 con una edad media de 35,75 años. El número medio de trabajadores de la

Empresa 2 fue de 18,34 con una desviación típica de 3,36. La edad media de estos trabajadores fue de 37,41 años con una desviación típica de 0,96.

3. INSTRUMENTO

El instrumento utilizado en este estudio es el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción*. Este protocolo permite el registro de las principales conductas seguras e inseguras de los trabajadores y de las condiciones físicas de seguridad y salud existentes en las obras de construcción. Tanto las características básicas de este protocolo como su procedimiento de aplicación se basan en el instrumento utilizado por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999). Sin embargo, ambos aspectos del protocolo utilizado en este estudio han sido elaborados y adaptados al contexto y las características de los métodos constructivos y la organización del trabajo de las obras de construcción españolas, así como a las normas de seguridad de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales vigente en España y demás legislación específica aplicable al sector de la construcción.

Las principales tareas y agentes implicados en el proceso de diseño de este instrumento se describen posteriormente en el subapartado "5.3. Diseño de instrumentos" perteneciente al apartado "5. Procedimiento".

La descripción de las características del *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* se realiza a través de la presentación del ámbito de aplicación para el que ha sido diseñado, el contenido del mismo, el procedimiento de

aplicación y los outputs o variables dependientes que permite obtener.

3.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El protocolo ha sido diseñado para ser aplicado en un tipo específico de obras y fases de trabajo concretas de las mismas. La amplia tipología de obras de construcción y de fases de trabajo propias de cada una de ellas genera amplias diferencias en las condiciones de seguridad. Es decir, las obras son idiosincrásicas desde el punto de vista de su tipología (diferencias inter-obras) y también desde el punto de vista de la fase constructiva a través de las cuales se desarrollan (diferencias intra-obra). En general, estas diferencias radican en que tanto en cada tipo de obra como en cada fase de construcción de las mismas se realizan tareas determinadas que son desarrolladas por trabajadores especializados que difieren en cuanto al tipo de riesgos al que están expuestos y al grado de exposición a los mismos (Meliá & Becerril, 2008). Estas condiciones propias del sector de la construcción demandan por sí mismas un instrumento específico que pueda permitir el registro concreto de las principales condiciones de seguridad predominantes en cada tipo de obra de construcción y fase de trabajo de las mismas. Por ello, el protocolo de este estudio ha sido diseñado para permitir el registro de un modo específico de las condiciones en un tipo específico de obras y fases de trabajo de las mismas. Concretamente, este protocolo permite este registro en las obras de construcción referidas a la edificación nueva de edificios durante las fases de trabajos de estructura y de albañilería.

3.2. CONTENIDO

El protocolo está formado por un documento general de instrucciones y una hoja de registro. A continuación se describen estos dos documentos.

3.2.1. Documento general de instrucciones

El documento general de instrucciones describe un conjunto de información referida a cada una de las categorías de observación que incluye el protocolo. En este protocolo se consideran las categorías de Comportamiento del Trabajador; Equipos de Protección Individual; Orden y Limpieza; Equipos de Trabajo; Medios Auxiliares; Sistemas de Limitación y Evitación de Caídas; y Electricidad e Iluminación. Las categorías de registro son las mismas que las incluidas en el protocolo elaborado por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) con una excepción. Esta excepción consiste en que en el protocolo de este trabajo de investigación se consideran separadamente las categorías de "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual" cuyos ítems eran incluidos en la misma categoría denominada "Hábitos de Trabajo" en el protocolo de los investigadores finlandeses.

El documento general de instrucciones abarca un conjunto de información para cada una de las categorías. Concretamente contiene:

- a) Los ítems que se incluyen en cada una de las categorías de observación del protocolo (¿Qué aspectos deben observarse en esa categoría?).

- b) Los principios de muestreo que guían la observación de cada uno de los ítems. De este modo, el número de ítems que se observa y evalúa atiende a unas reglas concretas y prefijadas a priori (¿Cuántos ítems deben observarse?).

- c) Los criterios de evaluación de la seguridad para cada uno de esos ítems. Es decir, las normas de seguridad que debe cumplir cada ítem y según las cuales se realiza su evaluación (¿Qué norma o normas debe cumplir cada ítem para ser evaluado como correcto o incorrecto?). Concretamente, cada ítem se evalúa como "correcto" si reúne todos los criterios de seguridad establecidos, se evalúa como "incorrecto" si incumple al menos un criterio de seguridad y no se evalúa si el observador tiene alguna duda.

En la tablas 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se presentan los ítems incluidos en cada categoría de observación, el principio de muestreo que debe seguir la observación de cada uno de ellos, los criterios de evaluación de los mismos y ejemplos representativos de ítems evaluados como correctos.

Tabla 9. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Comportamiento del Trabajador" considerados en la fase de estructura y en la fase de albanilería

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
<p>1. COMPORTAMIENTO DEL TRABAJADOR</p>	<p>- Trabajadores realizando tareas</p>	<p>- Una observación para cada trabajador*</p>	<p>- El trabajador desarrolla un comportamiento seguro: realiza sus tareas de un modo seguro sin asumir ningún tipo de riesgo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Levanta las cargas manteniendo una postura adecuada (El trabajador flexiona las rodillas y mantiene la espalda recta cuando levanta bovedillas, tablas de encofrado) - Levanta una carga superior a 25 Kilos con ayuda de otro trabajador - Mantiene una postura de trabajo adecuada (El trabajador flexiona las rodillas y mantiene la espalda recta durante los trabajos de atado de ferralla o la colocación de baldosas) - Usa adecuadamente los equipos de trabajo con el fin para el que son concebidos (El trabajador no retira ni bloquea las protecciones de los equipos de trabajo mientras los utiliza; El trabajador no deja el equipo de trabajo en marcha cuando ha finalizado su trabajo; El trabajador se coloca de frente a los mandos de la mesa de sierra cuando la utiliza; El trabajador no empuja las piezas con las manos próximas al disco de corte y los dedos pulgares extendidos; El trabajador utiliza el empujador cuando las piezas a cortar en la mesa de sierra son de tamaño pequeño)

Tabla 9. (Continuación)

				<ul style="list-style-type: none"> - Usa adecuadamente los medios auxiliares (El trabajador sube y/o baja las escaleras de cara y sin carga; El trabajador no accede a la plataforma de trabajo de los andamios trepando por su estructura; El trabajador no realiza sus tareas sobre una escalera o andamio al lado de bordes de los forjados o huecos del ascensor; El trabajador utiliza un andamio que está correctamente montado con todos sus elementos en buen estado) - No sobrepasa, elimina o inutiliza los sistemas de limitación y evitación de caídas - El trabajador no come ni bebe alcohol en la zona de trabajo - El trabajador no se cambia la ropa personal por la de trabajo en la zona de trabajo - No accede a zonas balizadas a las que está prohibido el paso
--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Si a lo largo de la aplicación se presenta un trabajador cuyo comportamiento ya ha sido evaluado pero en ese momento realiza una nueva tarea relevante, se vuelve a evaluar

Tabla 10. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Equipos de Protección Individual" considerados en la fase de estructura y en la fase de alfilería

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
FASE DE ESTRUCTURA Y ALFILERÍA	2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajadores realizando tareas 	<ul style="list-style-type: none"> - El trabajador lleva todos los EPIs que sean necesarios para realizar la tarea de trabajo con seguridad - El trabajador utiliza los EPIs correctamente 	<p>Los trabajadores siempre llevan: ropa de trabajo, botas de seguridad y casco</p> <p>Además dependiendo de los trabajos siempre llevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guantes: en trabajos de carga/manipulación/colocación de maderas, ferralla, cemento, material de hormigón o material cerámico - Gafas: en trabajos de corte de material cerámico o de madera y en trabajos de vertido de hormigón mediante bombeado - Protectores auditivos: en trabajos de corte de material cerámico - Botas de goma: en trabajos de vertido de hormigón - Arnés anclado a sistemas anti-caídas: en trabajos en áreas en las que existe riesgo de caída en altura, p.e., trabajos de encofrado junto al borde de forjado (colocación de tableros de encofrado, barandillas de seguridad, redes tipo horca), en las tareas de acceso a las plataformas de descarga de materiales y en trabajos en andamios de cremallera

*Si a lo largo de la aplicación se presenta un trabajador cuyo EPI ya ha sido evaluado pero en ese momento está realizando una nueva tarea relevante, se vuelve a evaluar

Tabla 11. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Orden y Limpieza" considerados en la fase de estructura

FASE DE ESTRUCTURA	CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
	3. ORDEN Y LIMPIEZA	- Zonas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada área comprendida entre dos pilares de la estructura del edificio 	<ul style="list-style-type: none"> - Material ordenado en lugar seguro, de forma estable y que permita su fácil acceso - Restos (p.e., flejes, plásticos, cartones, materiales u objetos de metal, madera u hormigón) almacenados en bateas o bolsas de recogida de residuos en buen estado y no totalmente saturadas - No existen excesivos restos que obstaculicen el acceso al tajo de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Las materiales de encofrado (tablas de madera, puntales, ferralla) están clasificados y colocados en zonas lejos de los bordes de los forjados - Las materiales de encofrado (tablas de madera, puntales, ferralla) están apilados de forma que no puedan perder la estabilidad y caerse. - Se dispone de bateas o bolsas de recogidas de residuos donde se pueden almacenar escombros y restos
			<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada área de trabajo próxima a cada mesa de sierra circular de corte de madera 	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso libre y despejado a la mesa de sierra - Zona de trabajo limpia y seca - Existe una batea no saturada al lado para acopiar los trozos de madera desechados 	<ul style="list-style-type: none"> - El trabajador puede acceder a la sierra de mesa sin tener que pisar sobre tablas de madera desechadas por anteriores cortes

Tabla 1.1. (Continuación)

	CATEGORÍA	ÍTEMS	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
FASE DE ESTRUCTURA	3. ORDEN Y LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de paso y acceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada tramo de escalera 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen restos (p.e., flejes, plásticos, cartones, materiales u objetos de metal, madera u hormigón) que obstaculicen el paso 	<ul style="list-style-type: none"> - Los tramos de escaleras no presentan tablas de madera o ferralla de forma que el paso pueda realizarse sin peligro de tropiezos - Los tramos de escaleras no presentan restos de hormigón que pueda haberse filtrado desde una zona superior
		<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de acopio general de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada zona de acopio de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Está vallado si se sitúa fuera de la obra - Acceso a la zona libre y despejado - Pasillos que permitan que el material sea accesible - Material ordenado de forma estable - La altura del acopio de materiales no superan los 2 metros de altura (o dos unidades de palets de material) 	<ul style="list-style-type: none"> - El material está ordenado de forma que se distinga claramente la clasificación de materiales - Los palets de material están apilados con sus protecciones de modo que su contenido no pueda derrumbarse

Tabla 12. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Orden y Limpieza" considerados en la fase de albañilería

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
3. ORDEN Y LIMPIEZA		<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada área de trabajo relevante* 	<ul style="list-style-type: none"> - Material ordenado en lugar seguro, de forma estable y que permita su fácil accesibilidad - Restos (p.e., flejes, plásticos, cartones, materiales u objetos cerámicos de metal, madera, cemento o arena) almacenados en bateas o bolsas de recogida de residuos en buen estado y no totalmente saturadas - No existen excesivos restos (p.e., flejes, plásticos, cartones, materiales u objetos cerámicos de metal, madera, cemento o arena) que obstaculicen el acceso al tajo de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Los palets de material cerámico o ladrillos - La arena está totalmente almacenada en sacos no estando parte de ella esparcida por el suelo - Las bolsas de recogida de residuos no presentan roturas debido al propio material que almacenan
	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada área de trabajo próxima a cada mesa de sierra circular de corte de material cerámico 	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso libre y despejado a la sierra - Zona de trabajo limpia y seca - Existe una batea no saturada al lado para acopiar los trozos de material cerámico desechados 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen excesivos restos de ladrillos desechados por anteriores cortes en el área de trabajo de la sierra

Tabla 12. (Continuación)

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
<p style="text-align: center;">3. ORDEN Y LIMPIEZA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de paso y acceso 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada tramo de escalera - Una observación para cada descansillo o rellano entre planta y planta 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen excesivos restos (p.e., flejes, materiales metálicos, de madera, de cemento, plásticos) que obstaculicen el paso 	<ul style="list-style-type: none"> - Los tramos de escaleras no presentan restos de ladrillos de forma que el paso pueda realizarse sin peligro de tropiezos
	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de acopio general de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada zona de acopio de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Está vallado si se sitúa fuera de la obra - Acceso a la zona libre y despejado - Pasillos que permiten que el material sea accesible - Material ordenado de forma estable - La altura del acopio de materiales no supera los 2 metros de altura (o dos unidades de palets de material) 	

*Un área de trabajo relevante es un área más pequeña en la que se puede dividir una determinada zona general de trabajo. Esta área de trabajo relevante puede variar a lo largo de los trabajos realizados a lo largo de la fase de albañilería. De modo general, en un primer momento un área de trabajo relevante se refiere a cada una de las áreas comprendidas entre cada dos pilares de hormigón. Posteriormente, esta área puede referirse a cada espacio construido y delimitado por tabiques.

Tabla 13. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Equipos de Trabajo" considerados en la fase de estructura y en la fase de albañilería

CATEGORÍA	ÍTEMS	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
4. EQUIPOS DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> - Mesa de sierra circular de corte de madera 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada mesa de sierra circular de corte de madera 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene su disco en buen estado, sin roturas - Tiene protección superior e inferior de su disco de corte - Tiene botón de parada de emergencia - Tiene empujador - Sus cables de conexión están en buen estado 	<ul style="list-style-type: none"> - No se ha eliminado la protección superior del disco para facilitar la rapidez del corte
	<ul style="list-style-type: none"> - Mesa de sierra circular de corte de material cerámico 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada mesa de sierra circular de corte de material cerámico 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene su disco en buen estado, sin roturas - El resguardo superior protege el disco - Tiene empujador - Tiene aporte de agua - Sus cables de conexión están en buen estado 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Herramientas de mano (taladro, vibrador, radial) 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada herramienta de mano 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene protecciones, cables y conexiones eléctricas en buen estado 	<ul style="list-style-type: none"> - Sus cables no presentan empalmes de cinta aislante o semejantes - Sus cables no están pelados
	<ul style="list-style-type: none"> - Grúa torre 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación por cada grúa torre 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene pestillo de seguridad en el gancho - Tiene anemómetro 	

Tabla 14. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Medios Auxiliares" considerados en la fase de estructura y en la fase de albañilería

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
FASES DE ESTRUCTURA Y ALBAÑILERÍA 5. MEDIOS AUXILIARES	- Andamios	- Una observación para cada andamio tipo borriqueta	<ul style="list-style-type: none"> - Situado en zona segura - Apoyo estable y horizontal - Dos elementos metálicos como superficie de trabajo (60 cm.) - Superficie de trabajo limpia y sin excesivo material acopiado 	<ul style="list-style-type: none"> - No está apoyado sobre una superficie de escombros o restos - No tiene tablas como superficie de trabajo - Presenta suficiente espacio en la plataforma de trabajo
		- Una observación para cada andamio móvil	<ul style="list-style-type: none"> - Situado en zona segura - Apoyo estable y horizontal - Cuatro ruedas en buen estado y frenadas - Superficie de trabajo limpia y sin excesivo material acopiado - Andamio hasta 2 metros de altura: <ul style="list-style-type: none"> - Escalera de acceso lateral - Barandilla completa (superior, intermedia y rodapié) detrás y en los laterales. - Andamio de más de 2 metros: <ul style="list-style-type: none"> - Escalera de acceso interior - Barandilla completa detrás, en los laterales y en el frontal con al menos una barra 	<ul style="list-style-type: none"> - El andamio no está colocado donde pueda haber riesgo de caída a distinto nivel sin proteger, p.e., bordes de los forjados o huecos del ascensor

Tabla 14. (Continuación)

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
<p align="center">FASES DE ESTRUCTURA Y ALBANILERÍA</p> <p align="center">5. MEDIOS AUXILIARES</p>	<p align="center">- Andamios</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada andamio modular de fachada 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo estable y horizontal - Anclado a fachada - Escalera interior de acceso - Barandilla completa - Superficie de trabajo limpia y no excesivo material acopiado en la plataforma de trabajo - Separación a fachada menor de 20 cm. (si es mayor barandilla delantera o línea de vida individual para cada trabajador) 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada andamio de cremallera 	<ul style="list-style-type: none"> - Balizamiento de la zona de trabajo inferior al andamio - Protección de zona de contacto del andamio con las dos torres estructurales - Superficie de trabajo limpia y no excesivo material acopiado en la plataforma de trabajo - Separación a fachada menor de 20 cm. (si es mayor barandilla delantera o línea de vida individual para cada trabajador) 	<ul style="list-style-type: none"> - La línea de vida es totalmente accesible para los trabajadores
	<p align="center">- Escaleras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada escalera de acceso a forjados 	<ul style="list-style-type: none"> - Zapatas antideslizantes en buen estado - Peldaños en buen estado (y sin pintar si es de madera) - Colocada en un grado de inclinación entre 45º-60º - Fijada superando 1 m la altura a salvar 	<ul style="list-style-type: none"> - La escalera está fijada a la zona de la estructura que da acceso de forma que pueda permanecer totalmente inmóvil
		<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada escalera de tijera 	<ul style="list-style-type: none"> - Zapatas antideslizantes en buen estado - Peldaños en buen estado - Tiene limitador de apertura 	<ul style="list-style-type: none"> - Las zapatas antideslizantes no se han deteriorado o perdido - Los peldaños no se han doblado

Tabla 15. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas" considerados en la fase de estructura y en la fase de albañilería

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
6. SISTEMAS DE EVITACIÓN Y LIMITACIÓN DE CAÍDAS	- Barandillas para proteger huecos verticales	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada barandilla comprendida entre pilar y pilar de la estructura (o espera de pilares) de los forjados del edificio - Una observación para cada barandilla de cada uno de los lados de los tramos de escalera - Una observación para cada lado de los huecos de ascensor o semejantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Está formada por listón superior, intermedio y rodapié - Está correctamente fijada a los pilares, espera de pilares del forjado u otros elementos estructurales estables 	<ul style="list-style-type: none"> - No se utilizan elementos o materiales a modo de barandilla que están destinados para otros fines (p.e., pallets, puntales...)
	- Planchas u objetos de material resistente para proteger huecos horizontales	- Una observación para cada plancha u objeto que proteja un hueco horizontal	<ul style="list-style-type: none"> - Cubre el hueco horizontal del suelo en su totalidad - Está correctamente fijada 	<ul style="list-style-type: none"> - Los elementos utilizados están bien clavados al suelo de modo que aunque se tropiece con ellos no se desplacen dejando el hueco al descubierto - No se utilizan materiales poco resistentes (p.e., placas de material de ladrillo)

Tabla 15. (Continuación)

CATEGORÍA	ÍTEM	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
<p>FASES DE ESTRUCTURA Y ALBANILERÍA</p> <p>6. SISTEMAS DE EVITACIÓN Y LIMITACIÓN DE CAÍDAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Redes de Protección tipo horca 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para la altura de cada paño de red comprendido entre horca y horca - Una observación para el estado de cada paño de red comprendido entre horca y horca 	<ul style="list-style-type: none"> - Sobrepasa un metro la altura donde se realizan los trabajos - No presenta cortes - No tiene materiales u objetos - No hay ninguna estructura que se interponga dentro del paño de la red - No deja huecos sin proteger 	<ul style="list-style-type: none"> - La red no se ha quedado baja a consecuencia de que se han comenzado los trabajos de estructura en una nueva planta mientras todavía no se han subido desde la planta anterior - La red no presenta materiales, objetos o restos que puedan haber caído como consecuencia de los trabajos y que puedan romperla y/o caer al vacío pudiendo provocar golpes a personas
	<ul style="list-style-type: none"> - Redes horizontales de recogida 	<ul style="list-style-type: none"> - Una observación para cada horca - Una observación para cada calle de la red 	<ul style="list-style-type: none"> - Está anclada al forjado inferior mediante cuerda perimetral - No presenta cortes - No tiene materiales u objetos - No hay ninguna estructura que se interponga dentro de la red - No deja huecos sin proteger - Está fijada 	<ul style="list-style-type: none"> - La horca esta anclada de forma que permanece fija y no se puede mover o inclinar ante impactos, aire, etc. - La red no está rota dejando algún hueco por el que pudiera caer un trabajador en caso de caer sobre ella - La red aporta la seguridad de que aunque una persona caiga sobre ella, no se golpeará con algún elemento estructural que esté próximo
	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de línea de vida 	<ul style="list-style-type: none"> - Un observación para cada tramo de enlace de la línea de vida 	<ul style="list-style-type: none"> - Formada por elementos que garanticen su resistencia (p.e., cable de acero inoxidable o galvanizado) - Ancladas a un elemento estructural y estable del edificio o a un dispositivo especial (p.e., taco químico) 	<ul style="list-style-type: none"> - La línea de vida no está formada por una simple cuerda - La línea de vida no está anclada a un elemento inestable (p.e., puntal, barandilla...)

Tabla 16. Ítems, principios de muestreo, criterios de evaluación y ejemplos representativos de la categoría "Electricidad e Iluminación" considerados en la fase de estructura y en la fase de albañilería

CATEGORÍA	ÍTEMS	PRINCIPIOS DE MUESTREO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EJEMPLOS REPRESENTATIVOS
FASES DE ESTRUCTURA Y ALBAÑILERÍA	7. ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	- Una observación para cada cuadro eléctrico general	<ul style="list-style-type: none"> - Está cerrado - Tiene parada de emergencia - Tiene acceso fácil y seguro - Está señalizado, anclado, con protecciones en buen estado - Tiene protección para intemperie o IP* de 45 	<ul style="list-style-type: none"> - No hay estructuras que obstaculicen el acceso de modo que el acceso rápido al mismo quede garantizado
		- Cuadros eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> - Está señalizado, anclado, con protecciones en buen estado - Tiene clavijas de conexión correctas. - Si es exterior tiene protección para intemperie o IP* de 45 	<ul style="list-style-type: none"> - Las carcasas que actúan como protección no están rotas
		- Alargaderas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> - Tiene cables en buen estado - Tiene clavijas estancas - Tiene bases de enchufe con tapa de protección 	<ul style="list-style-type: none"> - Sus cables no presentan empalmes de cinta aislante o semejantes - Sus cables no están pelados - Las tapas del enchufe no están rotas de forma que anulen la protección que proporcionan

*Código IP: Es un sistema de codificación para indicar el índice de Protección proporcionado por la envolvente o elemento que proporciona la protección del equipo. Está formado por dos números independientes. La primera cifra está graduada desde 0 hasta 6 y a medida que va aumentando su valor indica que la envolvente proporciona una mayor protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas del equipo y simultáneamente mayor protección contra la penetración de cuerpos sólidos extraños. La segunda cifra está graduada desde 0 hasta 8 y a medida que va aumentando su valor indica que la envolvente proporciona una mayor protección contra los efectos debidos a la penetración del agua

3.2.2. Hoja de registro

La hoja de registro (Tabla 17) es la hoja que el observador utiliza durante la visita de observación y que le permite el registro de la siguiente información:

- a) La información descriptiva de la visita de observación que incluye el registro de las siguientes variables: Nombre de la obra de construcción en la que se realiza la visita de observación para aplicar el instrumento; Fecha de la visita de observación; Hora de inicio; y Nombre del observador que realiza la visita.

- b) La información referida a la accidentabilidad laboral que se refiere al registro del número de accidentes ocurridos en la obra de construcción entre visita y visita de observación. Concretamente, se registra la ocurrencia de los siguientes tipos de accidentes: accidente laboral mortal, accidente laboral con baja grave, accidente laboral con baja leve, accidente sin baja y micro-accidente.

- c) Las evaluaciones realizadas de los ítems incluidos en las categorías del protocolo de observación. La información referida a la evaluaciones de los ítems incluidos en las categorías se registra mediante una tabla de doble entrada donde las filas son las categorías de observación del protocolo y la columnas se refieren a los dos tipos de evaluación que puede otorgarse a cada ítem de seguridad incluido en las categorías (correcto o incorrecto). Al igual que en el instrumento de observación elaborado por Laitinen

y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999), la evaluación de cada ítem se representa mediante un trazo en el área correspondiente de esta tabla.

Tabla 17. Ejemplo de hoja de registro del *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* utilizado en el estudio

Nombre de la Obra:		Nombre del Observador:		
Fecha:		Hora de inicio:		
Nº Micro-accidentes:		Nº Accidentes sin baja:		
Nº Accidentes con baja leves:		Nº Accidentes con baja graves:		
Nº Accidentes mortales:				
CATEGORÍAS	CORRECTO	Total	INCORRECTO	Total
A. Comportamiento del Trabajador				
B. Equipos de Protección Individual				
C. Orden y Limpieza				
D. Equipos de Trabajo				
E. Medios Auxiliares				
F. Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas				
G. Electricidad e Iluminación				
	Total correctos		Total incorrectos	
Índice de Seguridad General	$\frac{\text{Total Correctos}}{\text{Total Correctos} + \text{Total Incorrectos}} \times 100 = \%$			
Observaciones:				

3.3. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

El procedimiento de aplicación del *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* es el siguiente:

1. El observador accede a la última o a la primera planta construida de la obra y se sitúa en un extremo de la misma.
2. El observador comienza a caminar hacia el otro extremo de la planta, dividiéndola mentalmente en áreas de observación más pequeñas de acuerdo con los principios de muestreo de las instrucciones de observación y aplica el protocolo en cada una de las áreas. Cabe destacar que el observador siempre debe situarse en zonas seguras desde las que pueda ver el máximo espacio, donde interrumpa en menor medida la tareas de los trabajadores y su presencia sea lo más desapercibida posible para ellos.
3. La aplicación del protocolo en cada área de observación incluye un proceso de observación de cada ítem y su evaluación inmediatamente posterior a la observación. Este proceso de observación-evaluación de cada ítem debe respetar sistemáticamente el siguiente orden:
 - a) Los ítems de las categorías cuyas condiciones de seguridad puedan cambiar con mayor rapidez en reacción a la presencia del observador se observan primero. Por ello, se considera que el orden en que debe observarse los ítems depende del tipo de categoría al que pertenecen. Así, en cada área de observación se

observarán los ítems teniendo en cuenta el siguiente orden preestablecido de categorías, tal y como aparece en la hoja de registro: Comportamiento del Trabajador, Equipos de Protección Individual, Orden y Limpieza, Equipos de Trabajo, Medios Auxiliares, Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas, y Electricidad e Iluminación.

b) Los ítems de las categorías se observan siguiendo siempre la misma dirección en la que se encuentran en el espacio. Por ejemplo, siguiendo la dirección de izquierda a derecha.

c) Las normas de seguridad que debe cumplir cada ítem se observan siguiendo siempre la misma dirección, por ejemplo, comenzando desde abajo hasta arriba.

4. Este proceso es sistemáticamente repetido en todas y cada una de las plantas de la obra de construcción, en los tramos de escaleras entre planta y planta y finalmente en el área externa a la obra, generalmente dedicada al área de acopio de materiales.

5. El procedimiento de aplicación del protocolo termina con el registro de dos tipos de información:

a) La accidentabilidad ocurrida en la obra de construcción entre visita y visita de observación. Concretamente, se registra el número de accidentes laborales mortales, con baja grave, con baja leve, sin baja y los micro-

accidentes. Para este registro se necesita la colaboración del personal de la dirección de obra que es responsable del registro obligatorio por ley de los accidentes mortales y con baja ocurridos en la obra. En el caso de los micro-accidentes debe aportarse una plantilla que se coloca junto al botiquín de primeros auxilios de la obra y en la que una persona del equipo de dirección anota la información principal (Fecha, Tarea que se estaba realizando, Puesto de trabajo, Tipo de lesión y Parte del cuerpo lesionada) referida a cada una de las veces que algún trabajador sufre un micro-accidente y por tanto, necesita hacer uso del material de botiquín.

- b) Las variables demográficas de los trabajadores referidas a la edad y puesto de trabajo de cada uno de ellos.

3.4. OUTPUTS O VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables dependientes pueden definirse como las variables de medida que se observan, registran y cuantifican para determinar el efecto que tiene sobre ellas la administración de otra variable, denominada independiente. En este trabajo de investigación, la variable independiente consiste en la aplicación de un programa de intervención en seguridad basado en el comportamiento (presencia del programa en la fase de intervención versus no presencia del programa en la fase de línea base).

Por otra parte, el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* permite el registro de dos tipos de variables que pueden considerarse como variables dependientes: (a) variables dependientes referidas al comportamiento de seguridad que realizan los trabajadores mediante el índice general de seguridad y los índices específicos, y (b) variables dependientes referidas a los accidentes laborales ocurridos. En esta investigación las variables referidas a índices de seguridad se consideran propiamente las variables dependientes mientras que las variables referidas a accidentes laborales, debida a su (casi) ausencia de variabilidad en las obras observadas, se considera una variable registrada.

En primer lugar, con respecto al tipo de variable dependiente referida al comportamiento de seguridad de los trabajadores, Sulzer-Azaroff y De Santamaria (1980) proponen que un registro viable de este tipo de variable es de una especial importancia y dificultad y que a su vez puede incluir información referida a dos aspectos diferenciados. Por un lado, proponen que este tipo de variable dependiente puede incluir a los comportamientos inseguros de trabajo que hayan demostrado estar correlacionados con los

accidentes. Por otro lado, proponen que este tipo posible de variable dependiente también puede consistir en el registro de los productos o resultados de los comportamientos inseguros que realizan los trabajadores. En el ámbito laboral, los resultados de estos comportamientos suelen consistir en diversas condiciones físicas de inseguridad. En este sentido podría incluirse, por ejemplo, el registro referido a la presencia de condiciones de desorden o suciedad en lugares de paso o trabajo que han sido provocadas, necesariamente, por algún trabajador. Según los autores, teniendo en cuenta ambos tipos de información, sería posible obtener un número suficiente de medidas que posteriormente permitan analizar si se ha producido un cambio comportamental en función de una intervención.

En el presente trabajo ambos tipos de información son registrados mediante el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* ya que esta herramienta considera la observación de categorías relacionadas con una u otra información. Así, puede establecerse que la categorías de "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual" representan específicamente el comportamiento del trabajador. Por otro lado, las categorías de "Orden y Limpieza", "Equipos de Trabajo", "Medios Auxiliares", "Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas", y "Electricidad e Iluminación" representan condiciones de seguridad o inseguridad que dependen de una forma u otra de comportamiento de los trabajadores. Concretamente estas variables dependientes se operacionalizan mediante la obtención del índice de seguridad referido específicamente a cada una de estas categorías, así como el índice de seguridad general que engloba a todas ellas. A partir de la información recogida, este instrumento permite obtener el Índice de Seguridad General (ISG) y los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) para cada una de las categorías del protocolo.

En segundo lugar, con respecto al tipo de variable referida a los accidentes laborales ocurridos cabe destacar que en todos los estudios desarrollados en esta investigación se ha realizado un registro objetivo de la ocurrencia de diferentes tipos de accidentes laborales ocurridos en el contexto de trabajo en el que se ha implementado una metodología de intervención basada en el comportamiento.

En los siguientes apartados se definen ambos tipos de variables cuyo registro permite el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción*.

3.4.1. Índices de seguridad de la obra de construcción

El registro de los índices de seguridad se realizó mediante la aplicación del *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción*. Este protocolo permite el registro de las observaciones que permiten calcular los 7 índices específicos de seguridad y un índice general de seguridad.

Los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) de la obra se refieren al porcentaje de seguridad existente en la obra en el momento de evaluación para cada una de las categorías consideradas en el protocolo de observación: (a) Comportamiento del Trabajador, (b) Equipos de Protección Individual, (c) Orden y Limpieza, (d) Equipos de Trabajo, (e) Medios Auxiliares, (f) Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas, y (g) Electricidad e Iluminación. A continuación se presenta su definición:

- a) *Índice de Seguridad Específico de la categoría "Comportamiento del Trabajador" (ISE_A)*: Este índice se obtiene mediante el número de observaciones en la categoría

de comportamiento del trabajador evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las observaciones en esta categoría (correctas e incorrectas).

- b) *Índice de Seguridad Específico de la categoría de "Equipos de Protección Individual" (ISE_B)*: Se obtiene mediante el número de observaciones en la categoría de equipos de protección individual evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las observaciones en esta categoría (correctas e incorrectas).

- c) *Índice de Seguridad Específico de la categoría "Orden y Limpieza" (ISE_C)*: Se obtiene mediante el número de condiciones de seguridad observadas en la categoría de orden y limpieza evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las condiciones de seguridad observadas en esa categoría (correctas e incorrectas).

- d) *Índice de Seguridad Específico de la categoría "Equipos de Trabajo" (ISE_D)*: Se obtiene mediante el número de condiciones de seguridad observadas en la categoría referida a equipos de trabajo evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las condiciones de seguridad observadas en esta categoría (correctas e incorrectas).

- e) *Índice de Seguridad Específico de la categoría "Medios Auxiliares" (ISE_E)*: Se obtiene mediante el número de condiciones de seguridad observadas en la categoría referida a medios auxiliares evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las condiciones de

seguridad observadas en esta categoría (correctas e incorrectas).

f) *Índice de Seguridad Específico de la categoría "Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas (ISE_F)*: Se obtiene mediante el número de condiciones de seguridad observadas en la categoría de sistemas de evitación y limitación de caídas evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las condiciones de seguridad observadas en esta categoría (correctas e incorrectas).

g) *Índice de Seguridad Específico de la categoría "Electricidad e Iluminación" (ISE_G)*: Se obtiene mediante el número de condiciones de seguridad observadas en la categoría de electricidad e iluminación evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las condiciones de seguridad observadas en esta categoría (correctas e incorrectas).

El Índice de Seguridad General (ISG) de la obra es el porcentaje de seguridad general existente en la obra en el momento de evaluación. Este índice se obtiene mediante el número de condiciones de seguridad observadas en todas las categorías evaluadas como correctas multiplicado por 100 y dividido por la suma de todas las condiciones de seguridad observadas en todas las categorías (correctas e incorrectas).

3.4.2. Registro de accidentes laborales

El tipo de registro de accidentes laborales realizado durante el estudio se refiere al número y al tipo de accidente que ocurre durante el intervalo temporal transcurrido entre visita y visita de observación. Los datos registrados abarcan los accidentes ocurridos a todos los trabajadores de la obra participantes en el estudio.

Los diferentes tipos de accidentes registrados son: accidente laboral mortal, accidente laboral con baja grave, accidente laboral con baja leve, accidente laboral sin baja y micro-accidente. El acceso a los datos de todos ellos a excepción de los micro-accidentes fue proporcionado por la empresa principal. Para el registro de los micro-accidentes, se responsabilizó al delegado de seguridad de la obra del registro de todas las ocasiones que se hacía uso del botiquín de primeros auxilios.

Dada la naturaleza del estudio, el interés acerca del registro de los accidentes se circunscribe a los accidentes ocurridos durante la jornada laboral. A continuación se definen los diferentes tipos de accidentes registrados a los efectos de este estudio:

- a) *Accidente laboral mortal*: Es un accidente ocurrido durante la jornada de trabajo y que tiene como resultado el fallecimiento del trabajador.
- b) *Accidente laboral con baja grave*: Es aquel ocurrido durante la jornada de trabajo que supone que el trabajador afectado obtiene un diagnóstico médico grave que implica que tenga que dejar de trabajar durante más de tres días.
- c) *Accidente laboral con baja leve*: Es aquel ocurrido durante la jornada de trabajo y que supone que el trabajador afectado

obtiene un diagnóstico médico leve que implica que tenga que dejar de trabajar durante al menos un día completo pero no más de tres días.

d) *Accidente laboral sin baja*: Es el que ocurre durante la jornada de trabajo y que implica que el trabajador afectado sólo requiere ayuda médica puntual y no tiene que dejar de trabajar durante un día completo.

e) *Micro-accidente laboral*: Es el que ocurre durante la jornada de trabajo y que implica que el trabajador afectado requiere la ayuda de algún producto del botiquín de primeros auxilios que le permite continuar trabajando sin la necesidad de acudir a servicios médicos.

4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se ha implementado un diseño de línea base múltiple, el cual es un tipo particular de diseño experimental de caso único (Hayes, 1981), aunque desde una visión clásica sería más ajustado hablar de diseños cuasi-experimentales de caso único.

Los diseños experimentales de caso único implementan un esquema general de acción en el que se mide repetidamente la conducta de una misma unidad experimental bajo factores estimulares más o menos controlados.

La característica común de estos diseños es que su estructura secuencial se caracteriza porque una misma unidad es medida repetidamente a lo largo de un tiempo antes de administrar el

tratamiento (fase de línea base) y después de administrarlo (fase de intervención). Por tanto, la fase de línea base constituye la condición de control, durante la que el investigador intenta conseguir la estabilidad de sus mediciones y detectar las posibles variables extrañas que puedan afectar a su variabilidad. La fase de intervención constituye la condición de tratamiento o experimental que comienza una vez que se ha alcanzado un criterio de estabilidad previamente establecido en las mediciones y posiblemente otros criterios de naturaleza práctica o teórica específicos de la naturaleza del problema y las necesidades que llevan a la intervención. Durante esta fase de intervención el investigador aplica un tratamiento o programa de intervención (uno de los estados de la variable independiente) y continúa realizando mediciones, intentando mantener constantes todos los demás aspectos que intervienen en la investigación. Esta fase, al igual que la fase de línea base, se prolonga hasta que emerge un patrón estable y se satisfacen las condiciones que llevan al tratamiento o bien hasta que hay otras razones de naturaleza práctica que requieren el fin de esta fase.

Existen diferentes tipos de diseños experimentales de caso único así como clasificaciones de los mismos. Según Ato y Vallejo, (2007), las clasificaciones propuestas por Arnau (1995a) y Hayes (1981) pueden considerarse como unas de las más completas y parsimoniosas. Estos autores clasifican los diseños experimentales de caso único en función de dos aspectos. Por un lado, en función de la reversibilidad de la respuesta a los niveles de la línea base tras retirar o alterar el tratamiento, dando lugar a diseños de reversión *versus* diseños de no reversión. Por otro lado, en función de la estrategia de comparación utilizada para inferir la efectividad del tratamiento, es decir mediante diseños intra-serie, diseños entre-serie y diseños de series mixtas. Según esta clasificación, los diseños

de línea base múltiple se clasifican dentro de los diseños no reversibles de series mixtas.

En el siguiente apartado, se describen con mayor profundidad los diseños de línea base múltiple.

4.1. EL DISEÑO DE LÍNEA BASE MÚLTIPLE

4.1.1. Antecedentes

La base lógica del diseño de línea base múltiple fue descrita por primera vez en la literatura conductual por Baer, Wolf, y Risley (1968). Tradicionalmente, la aplicación de este tipo de diseños ha estado vinculada al campo de la intervención y modificación de conducta en el ámbito clínico (Fernández et al., 1997) y educativo (Hall, Cristler, Cranston, & Tucker, 1970; Marckel, Neef, & Ferreri, 2006). Sin embargo, también existe una amplia aplicación de este tipo de diseños al campo de la intervención y modificación de conducta en el ámbito organizacional. Así, existen numerosos estudios que aplican este tipo de diseños para la mejora de conductas relacionadas con la productividad o el rendimiento en el trabajo (p.e., Cook & Dixon, 2005), la calidad del servicio (p.e., Eikenhout & Austin, 2005), la comunicación organizacional (p.e., Rathel, Drasgow, & Christle, 2008) o la seguridad de los trabajadores (p.e., Gravina, Austin, Schoedtder, & Loewy, 2008; Komaki, Barwick, & Scott, 1978; Ray, Bishop, & Wang, 1997; Reber, Wallin, & Chhokar, 1990).

4.1.2. Características principales

El diseño de línea base múltiple consiste en la aplicación de un mismo tratamiento o intervención de forma escalonada o secuencial a varias condiciones de línea base.

El objetivo general de la aplicación de este diseño es demostrar que el cambio conductual de una determinada condición de línea base no tiene lugar hasta que el tratamiento es presentado en un momento temporal de interés determinado. Al mismo tiempo, se persigue comprobar que el resto de condiciones de línea base permanecen estables y sin cambios hasta que el mismo tratamiento se aplique sobre ellas en diferentes momentos temporales de inicio de la intervención.

La aplicación de un diseño de línea base múltiple consta de dos elementos esenciales: la preparación de conjuntos de datos iniciales y la realización de intervenciones escalonadas. De este modo, los datos iniciales sobre la variable dependiente se registran durante un periodo determinado denominado de línea base y la intervención se escalona en el tiempo, introduciéndose en momentos temporales distintos en las distintas líneas base. En el análisis se comparan las tasas de respuesta de la variable dependiente bajo las condiciones de línea base y de intervención.

Kazdin y Kopel (1975) describen dos condiciones de aplicación que debe cumplir este tipo de diseño. La primera condición se refiere a que las conductas sobre las que se va a intervenir sean independientes y que el efecto del tratamiento en una de ellas no se extienda al resto de conductas no tratadas. Esto es, no debe darse una generalización automática del efecto a partir de la primera intervención ya que de lo contrario sería difícil establecer una distinción entre los efectos no controlados y los verdaderos efectos

del tratamiento. La segunda condición se refiere a que cada una de las conductas objeto de intervención han de ser sensibles al mismo tratamiento. Esto es, debe considerarse la consistencia del efecto del tratamiento, asumiendo que éste es capaz de afectar a ciertas conductas, situaciones y/o unidades similares.

Finalmente, cabe destacar que mediante la estructura del diseño de línea base múltiple se pretende corregir las principales deficiencias del diseño básico A-B (Hayes, 1981). Esto es, dado que los patrones conductuales observados en los diseños básicos A-B pueden ser explicados por factores alternativos al tratamiento (maduración, la conducta cíclica, evaluación de la línea base...), el procedimiento que permite corregir los efectos de estos factores de confundido es la replicación sistemática del elemento A-B a distintas longitudes de línea base. Así, dado que en los diseños de línea base múltiple, la introducción de la intervención en las distintas condiciones de línea base es una decisión que realiza el investigador, es improbable que ésta vaya acompañada por el mismo factor alternativo al tratamiento capaz de influir en el patrón conductual observado.

Cada diseño de tipo A-B incluido en un diseño de línea base múltiple opera sobre un caso. Desde un punto de vista estadístico y de diseño lo importante es que se trata de un solo caso. Un caso es una unidad de la que se toma información como un todo. En la práctica un caso puede ser un individuo (una persona), un grupo tratado como una unidad, un departamento, o una organización entera, siempre que se considere como una unidad de la que se obtiene un sólo dato para cada variable dependiente en cada momento de registro.

4.1.3. Tipos de diseños de línea base múltiple

Los diseños de línea base múltiple se clasifican en función de la naturaleza de las condiciones de línea base, de modo que suelen clasificarse en tres tipos: (a) Diseños de línea base múltiple entre conductas, (b) Diseños de línea base múltiple entre situaciones, y (c) Diseños de línea base múltiple entre sujetos.

En los *diseños de línea base múltiple entre conductas (intra-sujeto)*, los datos de las líneas base son recopilados en un solo caso para dos o más conductas objetivo diferentes. Un sujeto se refiere a una sola entidad considerada como un todo. El sujeto puede ser un individuo, pero también un grupo considerado como una unidad, por ejemplo un departamento, los empleados de una obra o incluso una organización. Esto supone que este tipo de diseños también son aplicables a la conducta de grupos si la conducta de los miembros del grupo es sumada o promediada y el grupo es tratado como un único organismo (Hall et al., 1970).

Una vez establecidas las líneas base, la misma variable de tratamiento se aplica secuencialmente en condiciones de demora temporal a cada una de la conductas objetivo. Así, después de un periodo de línea base, la primera conducta se somete a intervención, mientras las otras conductas se mantienen sin intervención. Si el diseño opera como se espera, esas otras conductas todavía no sujetas a intervención se mantendrán estables en sus niveles. Después de un cierto periodo temporal y suponiendo tasas razonablemente estables para todas las conductas, el tratamiento se aplica a la segunda conducta objeto de intervención mientras se mantiene la intervención para la primera conducta. El mismo proceso se realizara para la tercera conducta y otras posibles conductas objeto de intervención. Cada conducta debe cambiar asociada a la

introducción del tratamiento en un momento temporal distinto. La efectividad del tratamiento experimental se demuestra cuando el cambio de conducta está asociado en cada ocasión con la introducción de dicho tratamiento. Por tanto, se considera que las fases de línea base y de tratamiento para cada conducta pueden ser conceptualizadas como diseños A-B separados con la duración sucesivamente incrementada de las líneas base para cada conducta (diseño A-B en línea base múltiple entre conductas).

En los *diseños de línea base múltiple entre situaciones* se registra una conducta objetivo de un mismo caso y se aplica el tratamiento de modo secuencial a esa conducta a través de situaciones distintas e independientes. Como en el caso anterior, el efecto específico del tratamiento es demostrado si la conducta cambia en una situación particular sólo cuando el tratamiento es introducido contingentemente. El mismo caso es registrado y es sujeto a intervención en la misma conducta, pero se establece una línea base distinta para esa conducta en dos o más contextos situacionales distintos en los que está habitualmente el sujeto. El tratamiento se introduce sobre cada línea base referida a cada contexto o situación pero en momentos temporales distintos.

En los *diseños de línea base múltiple entre sujetos* se sigue el mismo procedimiento que los anteriores diseños. En este caso, se registra la misma conducta en dos o más casos que comparten las mismas condiciones ambientales. En este tipo de diseños, las fases de línea base y de tratamiento para cada caso pueden ser conceptualizadas como diseños A-B separados con la duración sucesivamente incrementada de las líneas base para cada caso (diseño A-B en línea base múltiple entre sujetos). Ese tipo de diseños elimina la dificultad encontrada al tratar de seleccionar dos o más conductas mutuamente independientes. En este tipo de diseños hay

que encontrar dos o más casos que resulten independientes entre ellos de modo que aplicar el tratamiento a uno no afecte al otro o a los otros. Con respecto a estos diseños, Domash et al. (1980) señalan que una posible variación de los mismos consiste en la aplicación secuencial de la variable de tratamiento a través de grupos enteros de sujetos, es decir, "diseños de línea base múltiple entre grupos" formados cada uno de ellos por un grupo de individuos considerados globalmente como un caso. Realmente si el concepto de sujeto individual se generaliza al concepto estadístico de caso resulta obvio, como se ha señalado, que estos diseños pueden aplicarse a grupos, departamentos, organizaciones u obras enteras, siempre que estas unidades multi-individuales sean consideradas como casos.

4.2. DISEÑOS DE LÍNEA BASE MÚLTIPLE IMPLEMENTADOS EN ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación incluye cuatro estudios. Cada uno de estos estudios está desarrollado en una obra de construcción (Obras 1 y 2) durante cada una de sus fases constructivas (fase de estructura y fase de albañilería). Así, los estudios desarrollados son:

- Estudio I: realizado en la obra de construcción 1 durante la fase de trabajos de estructura.
- Estudio II: realizado en la obra de construcción 1 durante la fase de trabajos de albañilería.
- Estudio III: realizado en la obra de construcción 2 durante la fase de trabajos de estructura.
- Estudio IV: realizado en la obra de construcción 2 durante la fase de trabajos de albañilería.

Los datos recogidos en cada uno de estos estudios pertenecen a un conjunto de trabajadores determinado y a las condiciones de seguridad y salud de su contexto de trabajo específico. Dichos datos provienen de la observación directa en las categorías correspondientes en el conjunto de la obra y por tanto, cada obra con sus condiciones y los trabajadores implicados en cada fase específica es considerada como un caso.

En cada estudio, además, se han distinguido a su vez una o más líneas base observadas, registradas, y con intervenciones introducidas en distintos momentos temporales.

Por ello, los datos de dichos estudios han sido recogidos de tal modo que puede considerarse que conforman la estructura de dos tipos de diseños de línea base múltiple. Por un lado, si se tienen en cuenta dos o más estudios simultáneamente, se considera que éstos conforman la estructura de un *diseño de línea base múltiple entre grupos*. Por otro lado, se puede considerar que cada estudio con varias líneas base separadamente conforma un *diseño de línea base múltiple entre conductas*.

En los siguientes apartados se describen las características, el proceso de implementación y la estructura interna de cada uno de estos diseños haciendo consideración al contexto de este trabajo de investigación. Finalmente, se presenta un apartado en el que se analiza la idoneidad del diseño de línea base múltiple en el contexto de investigación referido a las obras de construcción.

4.2.1. Diseño de línea base múltiple entre grupos

El *diseño de línea base múltiple entre grupos* se ha implementado abarcando conjuntamente los datos de los cuatro

estudios de este trabajo de investigación. En este caso, el conjunto de datos referidos a la variable dependiente perteneciente a cada uno de los grupos es una condición de línea base.

Los cuatro estudios realizados en esta investigación pueden considerarse conjuntamente como un diseño de línea base múltiple entre grupos o "casos" donde cada grupo o caso es una "obra/en una fase constructiva". Se han analizado las fases constructivas (estructura y albañilería) separadamente porque las características técnicas referidas a ambiente de trabajo, riesgos y personal de la obra así lo requieren.

En cada uno de los cuatro estudios se han obtenido los índices de seguridad específicos del protocolo de observación y el índice general a que da lugar su composición. En el estudio I se ha considerado como variable dependiente al Índice de Seguridad General (ISG), afectando la intervención por tanto al conjunto de categorías consideradas en el protocolo de observación. En el resto de los estudios, la intervención se ha centrado sobre las categorías más directamente ligadas al comportamiento, relativas a comportamiento de seguridad y uso de equipos de protección individual, reservándose otras categorías como controles. De este modo se aumentan los controles sobre los efectos y los estudios II, III y IV mantienen constantes las líneas base bajo intervención.

El proceso de implementación de este tipo de diseños comienza con el desarrollo de una fase de línea base en cada uno de los grupos. Esto es, en cada uno de ellos se aplica periódicamente el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* que permite el registro de datos referidos al comportamiento de los trabajadores y a las condiciones de seguridad y salud de su contexto de trabajo en ausencia de la implementación

de técnicas de intervención comportamental en cada una de las categorías separadas objeto de investigación.

En cada estudio se considera uno o un conjunto de índices de seguridad como objeto de la posterior intervención, otros como control y otros como registro, sin que pueda atribuírseles a estos últimos, por diversos motivos, valor de control. Concretamente, en el estudio I se selecciona como objeto de intervención al Índice de Seguridad General que abarca a todas las categorías del protocolo de observación sistemática de la seguridad. En los estudios II, III y IV se selecciona como objeto de intervención a la variable dependiente referida al Índice de Seguridad referido conjuntamente al Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual. Igualmente, en estos tres estudios se selecciona como objeto de control al Índice de Seguridad referido a la categoría Orden y Limpieza y como objeto de registro a los Índices de Seguridad referidos a Equipos de Trabajo, Medios Auxiliares, Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas, y Electricidad e Iluminación.

El registro periódico de las líneas base en cada uno de los estudios se prolonga considerando las siguientes condiciones deseables: (a) la obtención de unas líneas base razonablemente estables en el índice de seguridad bajo intervención; y (b) la creación de diferentes longitudes de líneas base en los cuatro casos de modo que permitan la introducción de la intervención en diferentes momentos temporales, es decir, escalonados. Además, dado que el contexto de recogida de datos de cada una de las líneas base es una determinada obra de construcción durante una determinada fase constructiva, la duración de las líneas base también está influida por el cronograma de trabajo específico de cada una de ellas. Esto es, dado que cada una de las fases constructivas de las obras tiene una duración temporal limitada en el tiempo, dicha característica implica

que la prolongación de las líneas base esté condicionada al hecho de que posteriormente debe disponerse de un tiempo suficiente para desarrollar la fase de intervención. En este contexto de trabajo, las obras tienen su propia evolución temporal, conforme al plan de obra y las vicisitudes que el mismo describe por razones prácticas ajenas totalmente a la investigación. El diseño de intervención ha de mostrar la cualidad de adaptarse a esas circunstancias y condiciones mostrando la versatilidad de los diseños de línea base múltiple. Esta versatilidad es necesaria debido a las restricciones prácticas que las obras, necesariamente, imponen a toda intervención por unas u otras razones. A su vez, si el método muestra efectos, el hecho de haber probado esta versatilidad es una valiosa condición de validez externa porque necesariamente los investigadores y los profesionales han de afrontar esas restricciones prácticas que afectan siempre al curso de las obras.

Una vez que las líneas base cumplen las condiciones consideradas, comienza la fase de intervención. Durante esta fase se implementan las técnicas de intervención comportamental en cada uno de los grupos y en diferentes momentos temporales. Dichas técnicas incluyen la realización de una sesión de formación de los trabajadores que marca el inicio de la fase de intervención y la implementación de la técnica consistente en ofrecer periódicamente feedback gráfico a los trabajadores acerca del índice de seguridad bajo intervención, incluido el obtenido en su obra y fase constructiva durante la fase de línea base. Durante la fase de intervención se prolongan los registros repetidos y se ofrece periódicamente a los trabajadores feedback gráfico en un gran póster visible acerca del índice de seguridad bajo intervención.

Finalmente, la duración de esta fase de intervención se extiende hasta que se obtiene una determinada estabilidad, emerge

un patrón de datos interpretable o, en este caso, hasta que las condiciones de planificación cronológica de la obra lo permiten agotando el periodo de la fase constructiva activa.

En cuanto a la estructura interna de este diseño destaca que cada uno de los grupos de datos considerados separadamente pueden ser conceptualizadas a su vez como diseños de línea base múltiple intra-grupo, entre conductas -aquí categorías del índice de seguridad- y como diseños cuasi-experimentales que implican la replicación intra-grupo ajustados a un modelo básico A-B. De este modo, el posterior análisis de los datos permitirá realizar tanto comparaciones intra-serie (dentro de la misma condición de línea base) como comparaciones entre-series (entre las diferentes condiciones de línea base).

4.2.2. Diseño de línea base múltiple entre conductas

El *diseño de línea base múltiple entre conductas* se ha implementado considerando de forma independiente los datos recogidos en tres de los cuatro estudios realizados en este trabajo de investigación. Concretamente, se ha aplicado *el diseño de línea base múltiple entre conductas* en los Estudios II, III y IV. En este caso, las conductas son los diferentes Índices de Seguridad referidos a las categorías del protocolo de observación.

Desde esta perspectiva, cada estudio es visto separadamente de los otros y el conjunto de datos referidos a las variables dependientes (categorías del protocolo de observación) perteneciente a cada uno de los casos es una condición de línea base.

El proceso de implementación de cada uno de estos diseños comienza con el desarrollo de una fase de línea base durante la que

se aplica periódicamente el protocolo de observación sistemática de la seguridad para registrar los datos referidos a las siguientes categorías: Comportamiento del Trabajador; Equipos de Protección Individual; Orden y Limpieza; Equipos de Trabajo; Medios Auxiliares; Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas; y Electricidad e Iluminación. Los datos registrados de cada categoría durante esta fase en la que todavía no se ha introducido el programa de intervención comportamental, conforman una condición de línea base diferente.

En los estudios II, III y IV, el índice porcentual de seguridad referido a las categorías Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual consideradas conjuntamente es la categoría bajo intervención. El índice porcentual de seguridad referido a la categoría Orden y Limpieza es la categoría bajo control.

Por último, los índices porcentuales de seguridad referidos al resto de categorías (Equipos de Trabajo; Medios Auxiliares; Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas; y Electricidad e Iluminación) no han podido considerarse como categorías controles adecuadas en el diseño. Esto ha sido debido a diversas razones técnicas y circunstanciales, como por ejemplo, la escasez de datos en la categoría o ausencia de variabilidad. Por tanto estas categorías se consideran como categorías registradas.

4.2.3. Idoneidad en el contexto de intervención en seguridad en las obras de construcción

La implementación del diseño de línea base múltiple es especialmente idónea en contextos de investigación naturales porque se trata de un diseño altamente flexible.

A continuación se describen las principales razones por las que los diseños de línea base múltiple son particularmente idóneos en el contexto de la intervención en seguridad en las obras de construcción.

En primer lugar, los diseños de línea base múltiple suponen una estrategia viable y capaz de asegurar razonablemente la validez interna de la investigación sin necesidad de cumplir la condición de asignar aleatoriamente las diferentes unidades experimentales a los grupos de investigación (experimental y control). Éste es el caso del contexto de las obras de construcción en el que resulta imposible o muy difícil poder realizar una asignación aleatoria de las unidades experimentales a los grupos de investigación tanto por razones prácticas como éticas. Las unidades experimentales o casos son las obras en cada etapa constructiva y, al menos en esta investigación, su asignación exclusiva como caso o control presentaría tres problemas principales: (a) los cambios podrían atribuirse a la idiosincrasia de las obras en cada etapa pues hay obras razonablemente comparables pero no hay obras idénticas: (b) éticamente no resultaría aceptable dado que supondría dejar sin tratamiento a favor de la seguridad alguna obra/s en alguna fase/s, y por tanto exponer a un peor tratamiento en seguridad y salud a los trabajadores afectados y (c) se perdería la oportunidad de diseñar controles intra-caso (dentro de una misma obra y etapa) que son uno de los elementos sobre los que, en estas condiciones, se puede asentar razonablemente la validez interna del diseño.

Por un lado, las razones prácticas por las que la asignación aleatoria resulta imposible se relacionan con cuestiones derivadas de las propias condiciones de organización del personal implicado en la obra de construcción y la dinámica de trabajo que se desarrolla en ella. Una estrategia hipotéticamente alternativa sería considerar a los

trabajadores o grupos de trabajadores como unidades experimentales, esto es como casos y asignarlos aleatoriamente a condiciones control y experimental. Sin embargo, las razones prácticas que impiden esta aleatorización son especialmente relevantes en el caso de que se consideraran como unidades experimentales a diferentes grupos de trabajadores de una determinada obra de construcción en una determinada fase de construcción. En este caso, la asignación aleatoria resultaría imposible porque generalmente, los trabajadores dedicados a un mismo oficio deben realizar sus tareas a lo largo de una área de trabajo en la que interactúan constantemente entre sí. En este caso, no sería posible disponer a los trabajadores aleatoriamente en grupos donde se tuviera que restringir la zona de trabajo para cada uno de los grupos o controlar la interacción entre ellos porque ello es materialmente imposible en la dinámica de estas obras. Estas condiciones serían imposibles de implementar bajo las condiciones normales de organización del trabajo de las obras de construcción real al menos de este tipo de obras de edificación. Además, aun si hipotéticamente fuera algo así posible, supondría realizar la investigación bajo unas condiciones demasiado alteradas que atentarían contra la validez externa de la investigación.

Por otro lado, las razones éticas por las que la asignación aleatoria resulta indeseable se refieren a que resulta cuestionable asignar al azar las diferentes unidades experimentales a los grupos experimental y control. Las razones éticas son relevantes tanto en el caso de que se consideraran como unidades experimentales a diferentes grupos de trabajadores de una determinada obra de construcción en una determinada fase de construcción -una estrategia que ya se ha explicado que no es viable al menos en este tipo de obras- como en el caso de que las unidades experimentales

fueran diferentes obras de construcción en distintas fases, como es el caso en esta investigación.

En ambos casos, la asignación aleatoria implicaría la falta de intervención en seguridad sobre el grupo control que podría asociarse a una mayor probabilidad de ocurrencia de accidentes. Igualmente, la existencia de un grupo control sobre el que no se realizara ninguna intervención sería una condición difícil de apoyar desde el punto de vista del compromiso de los diferentes trabajadores y mandos de la obra de construcción y podría considerarse incluso contraria a la legislación en prevención de riesgos laborales que impulsa el tratamiento seguro más adecuado disponible para todos los trabajadores.

En este caso, la propia estructura de los diseños de línea base múltiple permiten obtener evidencia de validez interna en condiciones de campo donde los diseños experimentales son poco viables, ya que permiten que un solo caso ejerza a la vez como caso experimental y como caso control. En este caso, la estrategia de comparación utilizada para inferir la efectividad del tratamientos en este tipo de diseños es la que aporta la evidencia de validez interna de este diseño de investigación.

En segundo lugar, los diseños de línea base múltiple comparados con los diseños de reversión, son particularmente idóneos en el contexto de la intervención en seguridad en las obras de construcción porque no requieren la retirada del tratamiento para demostrar control experimental. Por ello, estos diseños son particularmente idóneos en el contexto de la intervención en aquellas situaciones donde no es aconsejable la retirada de la intervención (Arnau, 1995a; Hayes, 1981). Éste es el caso de este trabajo de investigación, donde la retirada de la intervención en seguridad en las obras de construcción no es posible tanto por razones éticas

como practicas. La retirada del tratamiento es inviable para algunas técnicas de intervención (¿Cómo se retira la formación dada en seguridad y salud?) y, en todo caso, de nuevo éticamente cuestionable.

Desde el punto de vista ético, la retirada de una intervención dirigida a la mejora del comportamiento de seguridad de los trabajadores y de las condiciones de seguridad y salud que se asocian con la ocurrencia de accidentes resultaría indeseable y obviamente injustificable.

Desde el punto de vista práctico, también se desaconsejaría la retirada de la intervención debido a la presencia de efectos acumulativos que persisten después de la fase de intervención. En este caso, es difícil considerar que los efectos de la intervención comportamental en seguridad en las obras de construcción, no continuarían influyendo en la variable dependiente durante una supuesta fase de retirada o no tratamiento. Esto es, una vez que se han implementado las técnicas comportamentales (formación de los trabajadores y feedback) durante la fase de intervención, es difícil considerar que el efecto del conocimiento adquirido por los trabajadores durante dicha fase no seguiría influyendo en su comportamiento posterior. Igualmente, dado que el diseño de línea base múltiple no requiere de la reversión de las ganancias de la intervención a los niveles de línea base, es un método para demostrar los efectos de una intervención mejor aceptado por la empresa y los diferentes mandos y trabajadores de la obra que están implicados en la investigación.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. CONTACTO CON UNA EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN

El presente trabajo de investigación comenzó con el establecimiento de contacto de la Unidad de Investigación de Psicometría (UIP) del Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Universitat de València Estudi General (UVEG) con el departamento de I+D+i de una empresa del sector de la construcción española con sede en la ciudad de Valencia.

Durante esta fase se realizaron 2 reuniones de trabajo en las que participaron el director de la UIP, la investigadora de la UIP, el responsable del departamento de I+D+i de la empresa constructora y el responsable de calidad de procesos y sistemas de información de la empresa.

Los objetivos principales de estas reuniones fueron la exposición general del proceso del estudio de investigación anteriormente diseñado por la UIP basado en la implementación de una metodología de intervención comportamental para mejorar la seguridad en las obras de construcción y la exploración de las posibilidades de participación de la empresa en el mismo.

5.2. ELABORACIÓN Y FIRMA DE UN CONTRATO DE COLABORACIÓN

Dada la aprobación del consejero delegado de la empresa para que ésta participara en el estudio, se prosiguió con la elaboración conjunta por parte de la UIP y de la empresa de un contrato de investigación. En la elaboración del contrato participaron principalmente el director de la UIP y el responsable de I+D+i de la

empresa. El contrato de investigación fue firmado por el director de la UIP y el consejero delegado de la empresa.

El objetivo principal de la elaboración y firma de este contrato fue el establecimiento y formalización de los criterios y condiciones del estudio en referencia a las siguientes cláusulas: objeto del contrato, interlocutores de las partes, condiciones de aceptación, duración, utilización de instrumentos específicos, emisión de informes y resultados, confidencialidad de la información, de los instrumentos diagnósticos y de los resultados, propiedad de los resultados, modificación del contrato y rescisión del mismo.

Finalmente, mediante este contrato se especificó cual sería el personal participante en el estudio tanto por parte de la UIP como de la empresa constructora. Concretamente, se estableció que los participantes de la UIP serían el director e investigadora. Los participantes de la empresa constructora serían: el responsable del departamento de I+D+i, el responsable de calidad de procesos y sistemas de información de la empresa, la responsable central de prevención de riesgos laborales y dos técnicos de prevención de riesgos laborales, además del personal de obra implicado.

5.3. DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Durante esta fase se elaboraron dos instrumentos: el protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción y un reportaje gráfico de seguridad.

Estos instrumentos se consideraron herramientas susceptibles de ser mejoradas a lo largo de su proceso de realización mediante la participación conjunta de todo el equipo del estudio. Las mejoras necesarias en ambos instrumentos se realizaron a lo largo de tres

reuniones de trabajo en las que participaron el director y la investigadora de la UIP, el responsable del departamento de I+D+i de la empresa, el responsable de calidad de procesos y sistemas de información de la empresa y la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa.

A continuación se describe el proceso general a través del que se elaboraron estos instrumentos:

A. *El protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción.* La versión inicial de este protocolo fue elaborada por el director y la investigadora de la UIP. Esta elaboración consistió principalmente en: (a) la elección de las categorías de observación; (b) la elección de los ítems relevantes que serían observados en cada una de las categorías; (c) la definición en términos operativos y observables de los criterios de evaluación que deberían cumplir cada uno de los ítems de las categorías para ser considerados correctos; y (d) el establecimiento de cuales serían los principios de muestreo que deberían ser tenidos en cuenta para observar cada ítem.

En esta primera aproximación, la elección de las categorías de observación, de los ítems incluidos en cada una de ellas y el establecimiento de los principios de muestreo se realizó en base a los establecidos en el protocolo de observación implementado en los estudios de Laitinen, Ruohomäki, y Marjamäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999). Por otro lado, la definición de los criterios de evaluación se realizó en base a lo establecido por la legislación vigente en España en materia de seguridad y salud en las obras de construcción. Concretamente se analizaron y seleccionaron los criterios establecidos en: (a) Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de

seguridad y salud en las obras de construcción; y (b) un manual de seguridad práctica en las obras de construcción (Pérez, 2005).

Posteriormente, se incluyeron pequeñas mejoras y adaptaciones del protocolo de observación para ajustar su aplicación a la realidad de las obras de construcción. Principalmente, estas mejoras estuvieron referidas al establecimiento específico de los principios de muestreo y definición concreta de los criterios de evaluación para los ítems incluidos en las categorías del protocolo.

B. *El reportaje gráfico de seguridad.* Paralelamente en el tiempo se elaboró un reportaje gráfico de seguridad formado por un conjunto de fotografías. El principal objetivo de este reportaje gráfico fue la de servir como material formativo al inicio de la fase de línea base para las personas responsables de aplicar el protocolo de observación de la seguridad.

La confección de este reportaje gráfico fue principalmente llevada a cabo por la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa. Dicho reportaje fue elaborado a partir de un amplísimo banco de fotografías producto de las visitas de seguridad periódicas de la empresa a sus propias obras de construcción. La investigadora de la UIP también participó en la elaboración del reportaje.

Concretamente, el reportaje gráfico estuvo formado por dos fotografías para cada uno de los puntos de observación o ítems incluidos en las categorías del protocolo de observación. Así, para cada uno de los puntos de observación existía una fotografía que mostraba una condición de seguridad que sería evaluada como correcta y otra fotografía que mostraba una condición que sería evaluada como incorrecta.

La evaluación de la calidad del reportaje fue realizada con el resto de personas que participaron durante esta fase. Para ello, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: (a) claridad, es decir, que cada fotografía mostrara una condición segura o una condición insegura de un modo inequívoco para cada uno de los puntos de observación; (b) representatividad, es decir, que las fotografías mostraran condiciones de seguridad o inseguridad reales y frecuentes en el tipo de obra del estudio; y (c) especificidad, es decir, que cada fotografía referida a una condición segura de una categoría de observación no incluyera una condición insegura de otra categoría de observación.

Finalmente, cabe destacar que durante estas reuniones también se definieron progresivamente los siguientes aspectos operativos para la realización del estudio: selección de las dos obras en construcción en las que se realizaría el estudio, selección de los dos técnicos de prevención de riesgos laborales de la empresa que participarían en el desarrollo del estudio (técnicos que denominaremos A y B) y selección de las variables dependientes referidas a registros objetivos de accidentabilidad de las obras de construcción (accidentes laborales mortales, accidentes laborales con baja graves, accidentes laborales con baja leves, accidentes laborales sin baja y micro-accidentes).

Las obras seleccionadas para el estudio estaban en una fase inicial de su plan de obra, tenían prevista una duración suficiente y adecuada para el estudio, presentaban un volumen manejable para los recursos técnicos de prevención disponibles, y permitirían seguirlas a través de sus fases de estructura y albañilería de forma completa. Adicionalmente estaban situadas en localidades distintas y no compartían trabajadores o medios, ni de la empresa principal ni de las empresas subcontratadas que participaban en ellas.

5.4. FORMACIÓN DEL PERSONAL

El principal objetivo de esta fase de trabajo fue proporcionar formación a los dos técnicos (A y B) de prevención de riesgos laborales de la empresa que posteriormente aplicaron el protocolo. En concreto, el objetivo fue formarles en la metodología observacional propia que subyace a la aplicación del protocolo. Ambos técnicos de prevención desempeñaban habitualmente tareas de análisis e inspección de seguridad de obras de construcción, por lo que poseían una considerable experiencia profesional en este ámbito.

La formación de estas dos personas se realizó inicialmente durante una reunión de trabajo en la que participaron el responsable de calidad de procesos y sistemas de información de la empresa, la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa, el director de la UIP y la investigadora de la UIP.

La sesión formativa se organizó según la siguiente estructura:

1. Presentación del objetivo principal del estudio y fases de trabajo en las que estaba organizado.
2. Explicación exhaustiva de los principios de la metodología observacional y de las instrucciones de aplicación del protocolo.
3. Explicación de las reglas generales del proceso de las visitas de observación.
4. Presentación y explicación de las categorías de seguridad y los respectivos ítems a observar dentro de cada una de ellas, los criterios de muestreo que guían la observación de

cada ítem y los criterios que debe cumplir cada uno de ellos para ser evaluado como correcto.

5. Presentación del reportaje gráfico de seguridad creado en la fase anterior. La presentación de este reportaje gráfico sirvió para simular y ensayar la aplicación del protocolo de observación en situaciones reales de las obras de construcción donde aparecían los ítems de observación del protocolo. Durante esta presentación se volvió a evaluar la calidad del reportaje teniendo en cuenta los mismos criterios que en la anterior fase: especificidad, representatividad y claridad. Asimismo también surgieron nuevas aportaciones realizadas por los miembros del equipo y que estuvieron referidas a los criterios de evaluación de puntos de observación concretos. Las nuevas aportaciones fueron consideradas en el protocolo de observación, produciéndose así, tal y como estaba previsto, el avance en la elaboración y perfeccionamiento del mismo.

5.5. TRABAJO DE CAMPO-DIARIO DE CAMPO

5.5.1. ESTUDIO I: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA

5.5.1.1. Fase de línea base

La fase de línea base desarrollada durante los trabajos de estructura de la obra de construcción 1 tuvo una duración de 13 semanas durante las que se realizaron 19 visitas de observación de la seguridad. En cada una de estas visitas se aplicó el protocolo de

observación sistemática de la seguridad para registrar el Índice de Seguridad General (ISG) y los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) de la obra, así como los datos objetivos de accidentabilidad de la misma.

El objetivo de esta fase del estudio fue obtener un conjunto de datos objetivos para establecer una línea base de contraste, analizando el comportamiento del ISG e ISEs para determinar las líneas base bajo intervención

A continuación se describen las acciones realizadas durante cada una de las semanas en las que se desarrolló esta fase del estudio.

Semana 1ª de prueba:

- 1ª *Observación de entrenamiento* (26/06/08): realizada por la investigadora de la UIP y tres técnicos de prevención de riesgos laborales (A, B y C) de la empresa y cuyo objetivo principal fue realizar una primera aplicación piloto del protocolo. Esta fue la única visita de observación donde participó el técnico de prevención C. Las aplicaciones donde intervienen la investigadora y uno o más técnicos de la empresa, se efectúan siempre mediante observaciones independientes por parte de cada uno de ellos.

Semana 2ª de prueba:

- 2ª *observación de entrenamiento* (30/06/08): realizada por la investigadora de la UIP, los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B) y la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa.

- *Reunión de trabajo (02/07/08)*: en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B), la responsable central de prevención de riesgos laborales y el responsable de calidad de procesos y sistemas de información.

Los objetivos de esta reunión fueron: (a) explorar la fiabilidad entre observadores obtenida en las aplicaciones del protocolo de observación sistemática de la seguridad realizadas, (b) clarificar algunos criterios de evaluación del protocolo de observación para mejorar la consistencia entre observadores, (c) exponer y resolver posibles dudas o dificultades que hubieran surgido después de las primeras aplicaciones del protocolo y (d) elaborar un comunicado dirigido a los trabajadores de la obra para informarles acerca del comienzo del estudio.

Semana 1ª de línea base:

- *1ª observación (08/07/08)*: realizada por la investigadora de la UIP y los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B) de la empresa.

- *2ª observación (10/07/08)*: realizada por la investigadora de la UIP y los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B) de la empresa.

Semana 2ª de línea base:

- *3ª observación (15/07/08)*: realizada por la investigadora de la UIP y los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B) de la empresa.

Semana 3ª de línea base:

- *4ª observación* (21/07/08): realizada por la investigadora de la UIP, los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B) y la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa.
- *Reunión de trabajo* (21/07/08): en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B) y el responsable del departamento de I+D+i de la empresa.

El objetivo principal de esta reunión fue mejorar la fiabilidad entre observadores del protocolo de observación sistemática de la seguridad. Para ello, se presentó el análisis de los resultados del protocolo de observación referidos a las observaciones 1, 2, 3 y 4. Con el objetivo de mejorar esta fiabilidad, se clarificaron de un modo más específico los criterios de evaluación referidos a los ítems incluidos en la categoría de orden y limpieza.

- *5ª observación* (23/07/08): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 4ª de línea base:

- *6ª observación* (29/07/08): realizada por la investigadora de la UIP.
- *7ª observación* (30/07/08): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 5ª de línea base:

- *8ª observación* (07/08/08): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 6ª de línea base:

- *9ª observación* (14/08/08): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 7ª de línea base:

- *10ª observación* (26/08/08): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 8ª de línea base:

- *Reunión de trabajo* (04/09/08): en esta reunión participaron la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, el técnico de prevención de riesgos laborales (A), el responsable de calidad de procesos y sistemas de información y el responsable del departamento de I+D+i de la empresa.

Los objetivos principales de esta reunión fueron:

- a) Revisar el desarrollo del estudio y mejorar la fiabilidad entre observadores del protocolo de observación: se presentó el análisis de los resultados del protocolo referidos a las observaciones 5, 6, 7, 8, 9 y 10 y se especificaron con mayor concreción los criterios de evaluación referidos a la categoría de equipos de protección individual
- b) Planificar diversos aspectos operativos y necesarios para el desarrollo del estudio: se especificaron mejoras para el

registro de la accidentabilidad ocurrida en la obra y el procedimiento a seguir para realizar el registro de las variables demográficas de los trabajadores, se planificaron temporalmente las próximas visitas de observación de seguridad de la obra y se planificaron las tareas de trabajo necesarias para la elaboración de un nuevo reportaje gráfico de seguridad que posteriormente, al comienzo de la fase de intervención, se presentaría a los trabajadores.

- *11ª observación* (05/09/08): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 9ª de línea base:

- *12ª observación* (11/09/08): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 10ª de línea base:

- *13ª observación* (16/09/08): realizada por la investigadora de la UIP.
- *14ª observación* (17/09/08): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 11ª de línea base:

- *Reunión de trabajo* (23/09/08): en esta reunión participaron la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, el técnico de prevención de riesgos laborales (A) y el responsable del departamento de I+D+i de la empresa.

Los objetivos principales de esta reunión fueron:

- a) Analizar el progreso del estudio: se discutió el análisis de los resultados referidos a las observaciones 10, 11, 12, 13 y 14.
- b) Planificar la sesión de formación que recibirán los trabajadores implicados al inicio de la fase de intervención del estudio: implicó la presentación de un documento *powerpoint* consistente en una breve explicación de los objetivos del estudio y un reportaje gráfico de seguridad realizado por la investigadora y director de la UIP y supervisado por la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa. Dicho reportaje estuvo formado por un conjunto de fotografías realizadas durante la misma fase de línea base en la obra de construcción 1 y que representaban condiciones seguras y condiciones inseguras para cada uno de los ítems de las categorías consideradas en el protocolo de observación. Asimismo, la planificación de la sesión de formación implicó la toma de decisiones acerca de los siguientes puntos relacionados con los aspectos operativos necesarios para llevar a cabo dicha sesión: lugar, duración y recursos humanos y materiales.

- *15ª observación* (25/09/08): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 12ª de línea base:

- *16ª observación* (29/09/08): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

- *17ª observación* (2/10/08): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 13ª de línea base:

- *Reunión de trabajo (14/10/08)*: en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, el técnico de prevención de riesgos laborales (A), y el responsable del departamento de I+D+i de la empresa.

El objetivo principal de esta reunión fue continuar con los trabajos de elaboración de la sesión de formación que posteriormente recibirían los trabajadores implicados al inicio de la fase de intervención del estudio. Dichos trabajos implicaron principalmente el análisis de la calidad del reportaje gráfico de seguridad a través de la revisión de la calidad de las fotografías incluidas en el mismo. La revisión de la calidad de este reportaje se realizó teniendo en cuenta los mismos criterios seguidos en la evaluación del reportaje gráfico anteriormente realizado con el objetivo de formar a los observadores: claridad, representatividad y especificidad.

En este momento se evaluaron las condiciones técnicas de los índices de seguridad con el objetivo de elegir los ISEs sobre los que intervenir, así como el momento de inicio de la intervención. Dadas estas condiciones en este estudio I, se decidió intervenir sobre el ISG.

- *18ª observación (15/10/08)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

- *19ª observación (17/10/08)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

5.5.1.2. Fase de intervención del estudio I

La fase de intervención desarrollada durante los trabajos de estructura de esta obra de construcción 1 comenzó la semana siguiente de la finalización de la fase de línea base y tuvo una duración total de 9 semanas.

Esta fase comenzó con la realización de una sesión de formación para los trabajadores. Esta sesión se realizó el día 22/10/08 y posteriormente se realizaron 10 visitas de observación de la seguridad. En cada visita se continuó aplicando el protocolo de observación sistemática de la seguridad y además se implementó la técnica comportamental consistente en ofrecer a los trabajadores feedback gráfico referido al Índice de Seguridad General (ISG) de la obra obtenido en cada visita. Concretamente, este feedback gráfico se ofreció a los trabajadores mediante un póster apaisado de un tamaño de 171cm x 65cm, colocado en el comedor de los trabajadores y sobre el que después de cada visita se indicaba el ISG obtenido.

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de intervención.

Semana 1ª de intervención:

- *Reunión de trabajo (21/10/08)*: en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales (A).

El objetivo principal de esta reunión fue ensayar y perfeccionar la presentación oral de la sesión de formación que se proporcionaría a los trabajadores al día siguiente y con la que se

dio comienzo a la fase de intervención de la obra de construcción 1.

- *Sesión de formación de los trabajadores (22/10/08)*: esta sesión tuvo una duración aproximada de 40-45 minutos y fue realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales (A).

En dicha sesión se proyectó del documento powerpoint que incluía el reportaje gráfico de seguridad elaborado anteriormente. Los principales contenidos de este documento powerpoint fueron:

a) Presentación y explicación de que el principal objetivo de la realización de las visitas de observación era la obtención de un Índice de Seguridad General (ISG) de la obra.

b) La explicación de que el ISG de la obra representaba un dato objetivo acerca del nivel de seguridad existente en la obra en el momento de la observación y que su interpretación se realizaba de acuerdo a un porcentaje.

c) La enumeración de los aspectos incluidos en el cálculo del ISG que se corresponden con las categorías del protocolo de observación de la seguridad, es decir, comportamiento del trabajador, uso de los equipos de protección individual, orden y limpieza, equipos de trabajo, medios auxiliares, sistemas de limitación y evitación de caídas y electricidad e iluminación.

d) La información referida a la evolución del ISG desde el comienzo de la fase de línea base hasta ese momento mediante una gráfica.

e) La información referida a que durante los próximos meses (fase de intervención) se continuarían realizando visitas de seguridad para obtener el ISG y que además los trabajadores

serían informados después de cada una de ellas acerca del ISG obtenido mediante un póster colocado en un lugar visible para todos ellos.

f) El establecimiento de un objetivo referido al aumento y mantenimiento del ISG de la obra durante la fase de intervención.

g) La formación específica sobre los criterios de evaluación que eran considerados en los ítems que se incluyen en cada categoría del protocolo de observación. Esta formación se realizó con la ayuda de la presentación del reportaje gráfico de seguridad.

Semana 2ª de intervención:

- *1ª Observación y feedback gráfico (30/10/08)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 3ª de intervención:

- *2ª Observación y feedback gráfico (04/11/08)*: realizada por la investigadora de la UIP.

- *3ª Observación y feedback gráfico (06/11/08)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 4ª de intervención:

- *4ª Observación y feedback gráfico (12/11/08)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 5ª de intervención:

- *5ª Observación y feedback gráfico* (21/11/08): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 6ª de intervención:

- *6ª Observación y feedback gráfico* (26/11/08): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 7ª de intervención:

- *7ª Observación y feedback gráfico* (2/12/08): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 8ª de intervención:

- *8ª Observación y feedback gráfico* (10/12/08): realizada por la investigadora de la UIP.
- *Reunión de trabajo* (10/12/08): en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, el responsable de calidad de procesos y sistemas de información, el técnico de prevención de riesgos laborales (A) y el responsable del departamento de I+D+i de la empresa.

Los objetivos generales de la reunión fueron la presentación de los resultados de la aplicación del protocolo de observación obtenidos hasta ese momento y planificar temporalmente la duración de las fases del estudio.

Semana 9ª de intervención:

- *9ª Observación y feedback gráfico (17/12/08)*: realizada por la investigadora de la UIP.
- *10ª Observación y feedback gráfico (18/12/08)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

5.5.2. ESTUDIO II: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA

5.5.2.1. Fase de línea base

La fase de línea base desarrollada durante los trabajos de albañilería tuvo una duración de 15 semanas durante las que se realizaron 18 visitas de observación de la seguridad. Al igual que en la anterior fase constructiva, estas visitas fueron realizadas tanto por la investigadora de la UIP como por el personal técnico de prevención de riesgos laborales de la empresa. En cada una de las visitas se aplicó el protocolo de observación sistemática de la seguridad para registrar el Índice de Seguridad General (ISG), los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) y los datos objetivos de accidentabilidad de la misma.

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de estudio:

Semana 1ª de línea base:

- *1ª Observación* (15/01/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 2ª de línea base:

- *2ª Observación* (19/01/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 3ª de línea base:

- *3ª Observación* (28/01/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 4ª de línea base:

- *4ª Observación* (04/02/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 5ª de línea base:

- *5ª Observación* (10/02/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.
- *6ª Observación* (11/02/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 6ª de línea base:

- *7ª Observación* (17/02/09): realizada por la investigadora de la UIP.
- *8ª Observación* (18/02/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 7ª de línea base:

- *Reunión de trabajo* (24/02/09): en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, el técnico de prevención de riesgos laborales (A), el responsable del departamento de I+D+i de la empresa y la adjunta al departamento de I+D+i de la empresa.

El objetivo general fue presentar los resultados de la aplicación del protocolo de observación obtenidos en esta fase del estudio y planificar temporalmente la duración de las fases del estudio.

- *9ª Observación* (25/02/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.
- *10ª Observación* (27/02/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 8ª de línea base:

- *11ª Observación* (04/03/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 9ª de línea base:

- *12ª Observación* (11/03/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 10ª de línea base:

- *13ª Observación* (27/03/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 11ª de línea base:

- *14ª Observación* (01/04/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 12ª de línea base:

- *15ª Observación* (08/04/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 13ª de línea base:

- *16ª Observación* (15/04/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 14ª de línea base:

- *17ª Observación* (24/04/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 15ª de línea base:

- *Reunión de trabajo (27/04/09)*: en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B), el responsable del departamento de I+D+i de la empresa y la adjunta al departamento de I+D+i de la empresa.

Los objetivos generales de esta reunión fueron:

(a) Presentar los resultados de la aplicación del protocolo de observación obtenidos hasta el momento. Esta presentación se realizó mediante la exposición de gráficas de la evolución de los diferentes Índices de Seguridad con el objetivo de tomar una decisión conjunta referida a qué Índice de Seguridad y por tanto, sobre qué aspectos de seguridad se intervendría durante los próximos días, conforme a los requerimientos técnicos necesarios para iniciar una intervención y el principio de línea base múltiple. Específicamente, fueron analizados:

- El Índice de Seguridad General (ISG) de la obra referido a todas las categorías del protocolo conjuntamente (Comportamiento del Trabajador; Equipos de Protección Individual (EPIs); Orden y Limpieza; Equipos de Trabajo; Medios Auxiliares; Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas; Electricidad e Iluminación).
- Los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) para cada una de las categorías que abarca el protocolo separadamente.
- Otros Índices de Seguridad referidos a varias categorías conjuntamente, por ejemplo, el Índice de Seguridad conjunto de las categorías Comportamiento del Trabajador y Equipos de

Protección Individual (EPIs); el Índice de Seguridad conjunto de las categorías Comportamiento del Trabajador, EPIs y Orden y Limpieza. La decisión de calcular estos índices agrupados vino dada por su mayor afinidad, en este caso por el gran componente comportamental o de comportamiento humano inmediato que implican directamente.

- El Índice de Seguridad conjunto de las categorías Equipos de Trabajo, Medios Auxiliares y Electricidad e Iluminación. La decisión de calcular este índice agrupado vino por su mayor afinidad, en cuanto a que se incluyen aspectos de la seguridad de naturaleza más técnica, donde el comportamiento humano se muestra como vestigio material a través de condiciones seguras o inseguras.

(b) Planificar y tomar decisiones acerca de las acciones futuras que se realizarían durante el estudio en la fase de intervención. Los análisis realizados anteriormente permitieron tomar la decisión de que en lugar de intervenir sobre el Índice de Seguridad General (ISG), tal y como se hizo durante el estudio I en la fase de estructura, se procedería a intervenir sobre el Índice de Seguridad Específico (ISE) referido al índice obtenido conjuntamente para las siguientes categorías del protocolo de observación: a) Comportamiento del Trabajador y b) Equipos de Protección Individual. Esta decisión vino motivada por las siguientes razones: ambas categorías son propiamente comportamentales y ambas tenían una posibilidad o rango de mejora bastante razonable, permitiendo obtener otros ISEs como elementos de control o de registro.

- *18ª Observación (30/04/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

5.5.2.2. Fase de intervención del Estudio II

La fase de intervención desarrollada durante los trabajos de albañilería de esta obra de construcción comenzó la semana siguiente de la finalización de la fase de línea base.

La fase de intervención tuvo una duración de 13 semanas durante las que se realizaron una sesión de formación de los trabajadores (08/05/09) y 14 visitas de observación de la seguridad. La formación se limitó a los aspectos relativos a los ISEs bajo intervención.

En cada visita se continuó aplicando el protocolo de observación sistemática de la seguridad y además se implementó la técnica comportamental consistente en ofrecer a los trabajadores feedback gráfico acerca del un Índice de Seguridad referido a la media de los dos Índices de Seguridad Específicos (ISEs) bajo intervención de la obra obtenido en cada visita. Concretamente, el índice que se utilizó como feedback gráfico se refirió al índice obtenido conjuntamente para las siguientes categorías del protocolo: a) Comportamiento del Trabajador y b) Equipos de Protección Individual.

Este feedback gráfico se ofreció a los trabajadores mediante un póster de un tamaño de 210cm x 80cm y situado en la planta baja del edificio por donde los trabajadores efectuaban su entrada y salida a la obra.

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de intervención realizada durante los trabajos de albañilería de la obra de construcción 1.

Semana 1ª de intervención:

- *Primera sesión de formación de los trabajadores (08/05/09)*: esta sesión tuvo una duración aproximada de 40-45 minutos y fue realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales (A). Dicha sesión se realizó mediante la presentación de un documento *powerpoint* realizado por la investigadora y director de la UIP y supervisado por la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa.

Los contenidos de este documento fueron comunes a los descritos en la sesión de formación realizada durante la fase de intervención en los trabajos de estructura. Sin embargo, en este caso, cabe destacar que todos los contenidos y formación específica de esta sesión se realizaron teniendo en cuenta el Índice de Seguridad referido a las categorías del protocolo de observación de comportamiento del trabajador y equipos de protección individual.

Semana 2ª de intervención:

- *1ª Observación y feedback gráfico (13/05/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 3ª de intervención:

- *2ª Observación y feedback gráfico (21/05/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.
- *3ª Observación y feedback gráfico (22/05/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 4ª de intervención:

- *4ª Observación y feedback gráfico (03/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 5ª de intervención:

- *5ª Observación y feedback gráfico (09/06/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.
- *6ª Observación y feedback gráfico (10/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 6ª de intervención:

- *7ª Observación y feedback gráfico (17/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 7ª de intervención:

- *8ª Observación y feedback gráfico (22/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 8ª de intervención:

- *9ª Observación y feedback gráfico (30/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

Semana 9ª de intervención:

- *Reunión de trabajo (01/07/09)*: en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de

prevención de riesgos laborales, los técnicos de prevención de riesgos laborales A y B, el responsable del departamento de I+D+i de la empresa y la adjunta al departamento de I+D+i de la empresa.

El principal objetivo de esta reunión fue la planificación de acciones futuras de intervención teniendo en cuenta la situación contextual de la obra referida a la nueva incorporación de trabajadores y el modo en que esto debía ser tenido en cuenta en el marco del estudio. Esto es porque la dinámica propia de la obra implica la incorporación de distintos trabajadores en diferentes momentos del proceso de edificación.

En primer lugar, se expuso que esta situación venía siendo controlada en la observaciones a través de la diferenciación de los trabajadores que sí recibieron la sesión de formación de los que no la recibieron. De este modo se realizaron observaciones separadas para la categoría de comportamiento de trabajador y equipos de protección individual para los trabajadores que sí recibieron formación y los que no. Posteriormente, se expuso la necesidad de tomar una decisión concreta acerca de cómo continuar implementando la fase de intervención. Las dos posibles alternativas que se expusieron fueron:

(a) No intervenir sobre los trabajadores nuevos y continuar diferenciando en la observaciones. Esta posibilidad se descartó ante la necesidad de realizar formación para todos los trabajadores aunque no fuera en el marco del estudio, lo cual supondría una intervención que podría introducir confusiones a los datos recogidos posteriormente.

(b) Intervenir aplicando de nuevo la sesión de intervención a los trabajadores pertenecientes a los mismos oficios que fueron

formados en la sesión de intervención (albañiles, caravisteros, electricistas, fontaneros, colocadores de pladur y colocadores de carpintería metálica). Esta fue la alternativa elegida como más viable tanto para las exigencias del estudio como a las necesidades prácticas de la obra.

Semana 10ª de intervención:

- *10ª Observación y feedback gráfico (09/07/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.
- *Segunda sesión de formación de los trabajadores (09/07/09)*: el proceso y contenido de esta sesión fueron exactamente los mismos que en la sesión de formación realizada el día 08/05/09.

Semana 11ª de intervención:

- *11ª Observación y feedback gráfico (16/07/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 12ª de intervención:

- *12ª Observación y feedback gráfico (24/07/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 13ª de intervención:

- *13ª Observación y feedback gráfico (28/07/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.
- *14ª Observación y feedback gráfico (30/07/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa.

5.5.3. ESTUDIO III: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA

5.5.3.1. Fase de línea base

La fase de línea base desarrollada durante los trabajos de estructura de la obra de construcción 2 tuvo una duración de 15 semanas durante las que se realizaron 17 visitas de observación de la seguridad. En cada una de las visitas se aplicó el protocolo de observación sistemática de la seguridad para registrar el Índice de Seguridad General (ISG) y los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) de la obra, así como los datos objetivos de accidentabilidad de la misma.

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de línea base realizada durante los trabajos de estructura de la obra de construcción 2.

Semana 1ª de línea base:

- *1ª Observación* (05/02/09): realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 2ª de línea base:

- *2ª Observación* (11/02/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 3ª de línea base:

- *3ª Observación* (18/02/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 4ª de línea base:

- *Reunión de trabajo* (24/02/09): en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, el técnico de prevención de riesgos laborales (A), el responsable del departamento de I+D+i de la empresa y la adjunta al departamento de I+D+i de la empresa.

El objetivo general fue presentar los resultados de la aplicación del protocolo de observación obtenidos en esta fase del estudio y planificar temporalmente la duración de las fases del estudio.

- *4ª Observación* (26/02/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 5ª de línea base:

- *5ª Observación* (04/03/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 6ª de línea base:

- *6ª Observación* (11/03/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

- *7ª Observación* (12/03/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 7ª de línea base:

- *8ª Observación* (18/03/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 8ª de línea base:

- *9ª Observación* (26/03/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 9ª de línea base:

- *10ª Observación* (01/04/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 10ª de línea base:

- *11ª Observación* (08/04/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 11ª de línea base:

- *12ª Observación* (16/04/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

- *13ª Observación* (17/04/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 12ª de línea base:

- *14ª Observación* (22/04/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 13ª de línea base:

- *Reunión de trabajo* (27/04/09): en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, los técnicos de prevención de riesgos laborales (A y B), el responsable del departamento de I+D+i de la empresa y la adjunta al departamento de I+D+i de la empresa.

Los objetivos generales de esta reunión fueron:

(a) Presentar los resultados de la aplicación del protocolo de observación obtenidos hasta la fecha. Esta presentación se realizó mediante la exposición de gráficas de la evolución de los diferentes Índices de Seguridad con el objetivo de tomar una decisión conjunta referida a sobre qué Índice de Seguridad se intervendría durante la próxima fase del estudio. Concretamente, fueron presentadas las gráficas referidas a la evolución de:

- El Índice de Seguridad General (ISG) de la obra.
- Los Índices de Seguridad Específicos (ISEs).
- Otros Índices de Seguridad referidos a varias categorías conjuntamente, tales como, el Índice de Seguridad conjunto de las categorías Comportamiento del trabajador y Equipos de Protección Individual (EPIs); el Índice de Seguridad conjunto de las categorías Comportamiento del Trabajador, EPIs y Orden y

Limpieza; y El Índice de Seguridad conjunto de las categorías Equipos de Trabajo, Medios Auxiliares y Electricidad e Iluminación.

(b) Tomar decisiones acerca de las acciones futuras durante la fase de intervención. Los análisis anteriormente realizados permitieron tomar la decisión de que se procedería a intervenir sobre el Índice de Seguridad Específico (ISE) referido al índice obtenido conjuntamente para las siguientes categorías del protocolo de observación: a) comportamiento del trabajador y b) equipos de protección individual. Esta decisión vino motivada principalmente porque ambas tenían una posibilidad o rango de mejora bastante razonable, cumpliendo los requisitos técnicos necesarios.

- *15ª Observación (29/04/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 14ª de línea base:

- *16ª Observación (07/05/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 15ª de línea base:

- *17ª Observación (13/05/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

5.5.3.2. Fase de intervención del Estudio III

La fase de intervención desarrollada durante los trabajos de estructura de esta obra de construcción comenzó la semana siguiente de la finalización de la fase de línea base.

La fase de intervención tuvo una duración de 9 semanas durante las que se realizaron una sesión de formación de los trabajadores (20/05/09) relativa a los aspectos de seguridad de las líneas base bajo intervención y 11 visitas de observación de la seguridad.

En cada visita se continuó aplicando el protocolo de observación sistemática de la seguridad y se implementó la técnica comportamental consistente en ofrecer a los trabajadores feedback gráfico acerca del un Índice de Seguridad referido a la media de dos Índices de Seguridad Específicos (ISEs). Concretamente, el índice que se utilizó como feedback gráfico se refirió al índice obtenido conjuntamente para las categorías del protocolo de observación: a) comportamiento del trabajador y b) equipos de protección individual.

Este feedback gráfico se ofreció a los trabajadores mediante un póster de tamaño de 210cm x 80cm situado en el comedor de los trabajadores.

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de intervención realizada durante los trabajos de estructura de la obra de construcción 2.

Semana 1ª de intervención:

- *Sesión de formación de los trabajadores (20/05/09):* esta sesión tuvo una duración aproximada de 40-45 minutos y fue realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales (B). Dicha sesión se realizó mediante la presentación de un documento *powerpoint* consistente en el reportaje gráfico de seguridad realizado por la investigadora y director de la UIP y supervisado por la responsable central de prevención de riesgos laborales de la empresa.

Los contenidos de este documento fueron comunes a los descritos en la sesión de formación realizada durante la fase de intervención en los trabajos de estructura de la obra 1. Sin embargo, en este caso, los contenidos y formación específica hicieron referencia al Índice de Seguridad referido conjuntamente a las categorías de comportamiento del trabajador y equipos de protección individual.

- *1ª Observación y feedback gráfico (20/05/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 2ª de intervención:

- *2ª Observación y feedback gráfico (26/05/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.
- *3ª Observación y feedback gráfico (27/02/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 3ª de intervención:

- *4ª Observación y feedback gráfico (01/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 4ª de intervención:

- *5ª Observación y feedback gráfico (08/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 5ª de intervención:

- *6ª Observación y feedback gráfico (16/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 6ª de intervención:

- *7ª Observación y feedback gráfico (23/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 7ª de intervención:

- *8ª Observación y feedback gráfico (30/06/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 8ª de intervención:

- *Reunión de trabajo (01/07/09)*: en esta reunión participaron el director y la investigadora de la UIP, la responsable central de prevención de riesgos laborales, los técnicos de prevención de riesgos laborales A y B, el responsable del departamento de I+D+i de la empresa y la adjunta al departamento de I+D+i de la empresa.

El principal objetivo de esta reunión fue la presentación de los resultados de la aplicación del protocolo de observación referidos a la línea base e intervención en esta obra durante la fase de trabajos de estructura. Dado que la intervención, en esta fase de la obra se realiza sobre las categorías de comportamiento del trabajador y equipos de protección individual, se analizaron de forma prioritaria los resultados los

Índices de Seguridad Específicos (ISEs) referidos a estas categorías por separado y el Índice de Seguridad referido a ambos conjuntamente.

- *9ª Observación y feedback gráfico (02/07/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 9ª de intervención:

- *10ª Observación y feedback gráfico (08/07/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.
- *11ª Observación y feedback gráfico (09/07/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

5.5.4. ESTUDIO IV: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA

5.5.4.1. Fase de línea base

La fase de línea base desarrollada durante los trabajos de albañilería tuvo una duración de 11 semanas durante las que se realizaron 11 visitas de observación de la seguridad. Al igual que en la anterior fase constructiva, en cada una de las visitas se aplicó el protocolo de observación sistemática de la seguridad para registrar el Índice de Seguridad General (ISG), los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) y los datos objetivos de accidentabilidad de la misma.

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de línea base realizada durante los trabajos de albañilería de la obra de construcción 2.

Semana 1ª de línea base:

- *1ª Observación* (01/06/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 2ª de línea base:

- *2ª Observación* (11/06/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 3ª de línea base:

- *3ª Observación* (16/06/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 4ª de línea base:

- *4ª Observación* (30/06/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 5ª de línea base:

- *5ª Observación* (08/07/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 6ª de línea base:

- *6ª Observación* (16/07/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 7ª de línea base:

- *7ª Observación* (20/07/09): realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 8ª de línea base:

- *8ª Observación* (29/07/09): realizada por la investigadora de la UIP y por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 9ª de línea base:

- *9ª Observación* (04/08/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 10ª de línea base:

- *10ª Observación* (11/08/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 11ª de línea base:

- *11ª Observación* (01/09/09): realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

5.5.4.2. Fase de intervención del Estudio IV

A continuación se describen las acciones realizadas en el periodo temporal de la fase de intervención realizada durante los trabajos de albañilería de la obra de construcción 2.

Semana 1ª de intervención:

- *Sesión de formación de los trabajadores (03/09/09)*: tuvo una duración aproximada de 40-45 minutos y fue realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B. Esta sesión se realizó mediante la proyección de un documento *powerpoint* consistente en el reportaje gráfico de seguridad. Los contenidos de este documento fueron comunes a los descritos en la sesión de formación realizada durante la fase de intervención en los trabajos de albañilería de la obra 1. En este caso, aplicando las decisiones adoptadas en los estudios anteriores, los contenidos y formación específica hicieron referencia a los trabajos específicos de albañilería y al Índice de Seguridad referido conjuntamente a las categorías de comportamiento del trabajador y equipos de protección individual.
- *1ª Observación y feedback gráfico (03/09/09)*: realizada por la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 2ª de intervención:

- *2ª Observación y feedback gráfico (08/09/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.
- *3ª Observación y feedback gráfico (10/09/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 3ª de intervención:

- *4ª Observación y feedback gráfico (17/09/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

- *Segunda sesión de formación de los trabajadores (17/09/09):* Se realiza por las mismas razones que en el estudio III (obra 1 fase de albañilería) y el proceso y contenido de esta sesión fueron exactamente los mismos que en la sesión de formación realizada el día 03/09/09.

Semana 4ª de intervención:

- *5ª Observación y feedback gráfico (23/09/09):* realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 5ª de intervención:

- *6ª Observación y feedback gráfico (5/10/09):* realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.
- *7ª Observación y feedback gráfico (8/10/09):* realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 6ª de intervención:

- *8ª Observación y feedback gráfico (15/10/09):* realizada por la investigadora de la UIP.
- *9ª Observación y feedback gráfico (16/10/09):* realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.

Semana 7ª de intervención:

- *10ª Observación y feedback gráfico (21/10/09):* realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.
- *11ª Observación y feedback gráfico (23/10/09):* realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 8ª de intervención:

- *12ª Observación y feedback gráfico (28/10/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa.
- *13ª Observación y feedback gráfico (30/10/09)*: realizada por la investigadora de la UIP.

Semana 9ª de intervención:

- *14ª Observación y feedback gráfico (5/10/09)*: realizada por el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa y la investigadora de la UIP.

6. ANÁLISIS DE DATOS

6.1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES

La estimación de la fiabilidad inter-observadores (fiabilidad inter-jueces) informa del grado en el que dos observadores, dada la misma situación de evaluación, obtienen los mismos resultados. Existe una regla general que exige que la fiabilidad entre observadores sea evaluada en diversos puntos de las diferentes fases de cualquier experimento (Kazdin, 1980).

Algunos de los índices más utilizados para calcular este tipo de fiabilidad son el porcentaje de acuerdo entre observadores y el coeficiente Kappa de Cohen (1960).

El porcentaje de acuerdo entre observadores indica el tanto por ciento de veces que dos observadores han coincidido en sus

observaciones sobre el total de observaciones que han realizado acerca del mismo fenómeno. Tal y como se indica en la fórmula 1, este porcentaje se obtiene multiplicando por cien el resultado de la división del número de acuerdos (A) por la suma de acuerdos (A) y desacuerdos (D).

$$\%A = \left(\frac{A}{A + D} \right) \times 100 \quad (1)$$

Ese índice es el más sencillo pero tiende a sobrevalorar el acuerdo porque no tiene en cuenta la posibilidad de que alguno de los acuerdos entre los observadores sean debidos al azar.

El coeficiente Kappa propuesto por Cohen (1960) surgió para solventar este problema. Este coeficiente se indica en la fórmula 2:

$$K = \frac{\text{Pr}(a) - \text{Pr}(e)}{1 - \text{Pr}(e)} \quad (2)$$

En este coeficiente $\text{Pr}(a)$ es la proporción de acuerdos observados realmente, mientras que $\text{Pr}(e)$ es la proporción de acuerdos esperados por azar.

Fleiss (1981) caracteriza como regulares los valores de Kappa que se hallan entre 0,40 y 0,60, buenos los de 0,60 a 0,75 y excelentes los de por encima de 0,75.

Sin embargo, estos índices solamente pueden utilizarse para estimar la fiabilidad de la observación cuando los observadores registran exactamente el mismo número de ítems que están fijados de antemano y sólo existe variación en la valoración que realizan de esos ítems pero no en la identificación de los ítems ni en el número de ítems valorado.

En la presente investigación, como en investigaciones anteriores donde se evalúan datos obtenidos en obras de construcción, el número de ítems a observar no está fijado con anterioridad y los observadores pueden presentar dos tipos de discrepancias. Estas son: (1) discrepancias en el número de ítems a observar y la identificación de los mismos, es decir discrepancias en el muestreo de los ítems, y (2) discrepancias en la evaluación de los ítems. Por este motivo, los datos de las observaciones obtenidos mediante el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* no son susceptibles de ser analizados en cuanto a su fiabilidad inter-observadores mediante el porcentaje de acuerdo entre observadores o el coeficiente Kappa. Esta posible variabilidad en el número de ítems valorados y en su identificación es inherente a las características de las obras de construcción que son una realidad dinámica incluso para dos observadores que se sucedan inmediatamente en el tiempo al realizar su visita.

En esta investigación para realizar la evaluación de la fiabilidad inter-observadores (o fiabilidad inter-jueces), dos observadores aplicaron periódicamente el protocolo de observación durante el mismo momento temporal sucediéndose inmediatamente en la misma visita de obra y, a su vez, de un modo independiente. Al igual que en estudios precedentes (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999), en la presente investigación, la fiabilidad inter-observadores es estimada mediante el cálculo de la media del error de los resultados de la aplicación del protocolo por ambos observadores.

La media del error de las observaciones se calcula mediante la fórmula 3 en la que se considera la desviación típica del conjunto de los índices de seguridad multiplicada por cien y dividida por la media de los índices de seguridad.

$$\bar{X}_e = \frac{Sx \times 100}{\bar{X}} \quad (3)$$

6.2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

En primer lugar, este apartado presenta una clasificación de las variables dependientes consideradas en cada uno de los cuatro estudios realizados en esta investigación. Posteriormente, se presentan el análisis gráfico y estadístico de los datos mediante los que se analiza la evolución de las variables dependientes consideradas y mediante los que se persigue la evaluación de la metodología de intervención comportamental que se ha implementado en todos los estudios.

6.2.1. VARIABLES DEPENDIENTES

El *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* permite el registro de dos tipos de variables dependientes. Estos son: (a) variables dependientes referidas al comportamiento de seguridad que realizan los trabajadores, y (b) variables dependientes referidas a los accidentes laborales ocurridos.

La consideración de los accidentes laborales como variable dependiente que permite la evaluación de la eficacia de una determinada intervención lleva asociados una serie de dificultades, por lo que, en esta investigación son los índices de seguridad los que se utilizarán propiamente como variables dependientes.

McAfee y Winn (1989) describen tres de estos problemas. En primer lugar, los accidentes son eventos raros y por ello, es difícil

registrar un número lo suficientemente grande durante el periodo de investigación como para ser una variable dependiente sensible a los cambios que pueda generar un programa de intervención. Esto puede provocar que aunque un programa de intervención produzca una disminución del número de accidentes, ésta no pueda detectarse estadísticamente. Esta objeción es realmente muy importante en esta investigación dado el volumen y duración de las obras y el nivel de seguridad inicial del que se parte. En segundo lugar, existen los problemas derivados de la fiabilidad con que se realiza el registro del número de accidentes. Estos autores advierten de que cambios en los criterios de registro durante el periodo de investigación pueden reflejar aumentos o disminuciones irreales. Esta segunda objeción no tendría porque afectar especialmente a una investigación como ésta. Por último describen el problema relacionado con la existencia de posibles recompensas o castigos que sigan al hecho de que los trabajadores informen de la ocurrencia de un accidente. Esto puede condicionar que se produzca o no dicha información y por tanto incidir en el número de accidentes registrados. Tanto debido al segundo tipo de problemas como al tercero, podrían obtenerse cifras de accidentes no de acuerdo con la realidad que no producirían una evaluación correcta de la eficacia de un programa de intervención. Esta tercera objeción tampoco es esencial en esta investigación.

Debido al primer problema descrito por McAfee y Winn (1989), en este trabajo de investigación se ha desestimado la consideración del número de accidentes como variable dependiente. Aunque los datos sobre accidentes se han registrado sistemática y cuidadosamente en los cuatro estudios, la falta de variabilidad hace inviables estos índices como variables dependientes en esta investigación. De este modo, solamente se ha considerado el tipo de variable dependiente registrado por los índices de seguridad al comportamiento de seguridad que realizan los trabajadores y/o su

efecto en las condiciones observables de seguridad para evaluar la metodología de intervención implementada.

Por todo ello, a continuación se especifican las variables dependientes referidas al comportamiento de seguridad consideradas en cada uno de los estudios realizados y que se operativizan a través de los índices de seguridad que permite obtener el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción*

En primer lugar, cabe recordar que este protocolo de observación permite la obtención de:

1. **Siete Índices de Seguridad Específicos (ISEs):** Son siete índices cada uno de los cuales incluye los datos referidos a su correspondiente categoría del protocolo de observación. De este modo, se distinguen:
 - a) ISE_A: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Comportamiento del Trabajador"
 - b) ISE_B: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Equipos de Protección Individual"
 - c) ISE_C: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Orden y Limpieza"
 - d) ISE_D: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Equipos de Trabajo"
 - e) ISE_E: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Medios Auxiliares"
 - f) ISE_F: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas"
 - g) ISE_G: Índice de Seguridad Específico de la categoría "Electricidad e Iluminación"

2. **Un Índice de Seguridad General (ISG):** Un índice que incluye los datos referidos a todas las categorías conjuntamente.
3. **Diversos Índices Compuestos:** se trata de índices formados por la consideración conjunta de dos o más categorías. Así por ejemplo es posible el cálculo del IS_{AB} , que incluiría los datos referidos a las categorías A y B conjuntamente.

Complementariamente se considera que todos los índices de seguridad pueden clasificarse en función de si se refieren a una categoría del protocolo de observación sobre la que sí se ha realizado intervención o por el contrario no se ha hecho. De este modo se distingue entre:

1. **Índices de seguridad bajo intervención:** son los índices de seguridad obtenidos a partir de los datos referidos a las categorías del protocolo de observación sobre las que se ha realizado la intervención (sesión de formación y feedback sostenido durante la intervención).
2. **Índices de seguridad de control:** son los índices de seguridad obtenidos a partir de los datos de las categorías del protocolo de observación sobre las que no se ha realizado la intervención y que por sus características técnicas, esencialmente referidas al número de observaciones disponibles, la regularidad a través de las observaciones, la variabilidad mostrada y su similitud con los índices de seguridad bajo intervención son susceptibles de ser utilizados como control de los índices de seguridad bajo intervención.

3. **Índices de seguridad bajo registro:** son los índices de seguridad obtenidos a partir de los datos de categorías del protocolo de observación sobre las que no se ha realizado intervención y tampoco pueden considerarse control porque los datos obtenidos en ellas presentan un conjunto de características no deseables o no comparables con los índices bajo intervención. Principalmente, estas características se refieren un bajo número de observaciones, una alta variabilidad y una falta de tendencia clara a lo largo de la fase de línea base. Estas características se producen como resultado de las condiciones inherentes a las obras de construcción dado que la exposición y disponibilidad de las categorías de seguridad puede variar con las fases y durante el transcurso de cada una de las fases de las obras y se ve afectado además por las técnicas constructivas y de seguridad que se utilicen.

En la tabla 14 se indican los índices de seguridad que han sido considerados bajo intervención, bajo control y bajo registro en cada una de las obras de construcción participantes en cada uno de los cuatro estudios realizados.

Tabla 14. Clasificación de los índices de seguridad considerados como variables dependientes en cada estudio

Estudio	Índice de Seguridad bajo intervención	Índices de Seguridad de control	Índices de Seguridad bajo registro
Estudio I: Obra de Construcción 1 durante los trabajos de estructura	ISG	No se consideran	No se consideran
Estudio II: Obra de Construcción 1 durante los trabajos de albañilería	IS _{AB}	IS _C	IS _D IS _E IS _F IS _G
Estudio III: Obra de Construcción 2 durante los trabajos de estructura	IS _{AB}	IS _C	IS _D IS _E IS _F IS _G
Estudio IV: Obra de Construcción 2 durante los trabajos de albañilería	IS _{AB}	IS _C	IS _D IS _E IS _F IS _G

6.2.2. ANÁLISIS GRÁFICO

El uso de técnicas de análisis visual está muy extendido en la evaluación de datos conductuales. Estas técnicas facilitan una comprensión cualitativa, holística e inmediata del curso y resultados de la intervención, de la diferencia entre las fases de línea base y de intervención, así como de la variabilidad y la tendencia en cada fase. Sin embargo, este tipo de análisis ha recibido numerosas críticas referidas principalmente a la posibilidad de cometer error de tipo II y a su carencia de fiabilidad (Knapp, 1983). Igualmente, otros aspectos negativos asociados a este tipo de técnicas hacen referencia a la dificultad que existe para aplicarlas cuando se trabaja con una gran cantidad de datos de naturaleza compleja, así como la dificultad para difundir los resultados entre los miembros de la comunidad científica (Poling, Methot, & LeSage, 1995). Considerando dichas

limitaciones, este tipo de análisis gráfico, por otra parte irrenunciable en términos de descripción del proceso de los resultados, se considera de naturaleza complementaria al análisis estadístico que se realizará posteriormente.

Siguiendo a Arnau (1995b), a continuación se presentan las principales características y aspectos que se consideraran para realizar una correcta interpretación visual de las representaciones gráficas de los datos conductuales:

- Estabilidad de la línea base: debe distinguirse una línea estable de la que presenta algún tipo de tendencia.
- Variabilidad intrafase: debe tenerse en cuenta que una línea base con gran variabilidad dificulta la inferencia acerca de la efectividad de la intervención y que por ello, cuando esto ocurre, el efecto de intervención debe ser lo suficientemente potente como para superar esa variabilidad.
- Cambios de nivel entre fases: debe considerarse ya que la inferencia acerca de la efectividad de la intervención es más fiable si el cambio de nivel se produce a partir del punto en el que se introduce dicha intervención es más abrupto.
- Variabilidad entre fases: debe tenerse en cuenta si los registros presentan gran variabilidad en las distintas fases del diseño de investigación ya que esto entraña mayor dificultad para interpretar correctamente los efectos de la intervención.

- Cambio de tendencia de intrafase: debe tenerse en cuenta que estos cambios inciden en la interpretación de los datos, sobre todo si, por ejemplo, ocurre un cambio en la fase de intervención orientado a los niveles de la fase de línea base, ya que esto indica la pérdida de efectividad del tratamiento.

6.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.2.3.1. Tipos de análisis estadístico

En este apartado se presentan los tipos de análisis estadístico que se consideran susceptibles de ser utilizados para analizar la evolución de los índices de seguridad bajo intervención considerados en cada diseño de investigación y por tanto realizar una evaluación de la eficacia de la metodología de intervención comportamental que se ha implementado en todos ellos.

Tradicionalmente, de forma paralela a la aplicación inicial de los análisis visuales, también se planteó la utilización de pruebas estadísticas clásicas basadas en las distribuciones t o F o el análisis de regresión. Concretamente, las pruebas paramétricas t de *Student-Fisher* y la F de *Snedecor*, fueron las pruebas estadísticas utilizadas para comparar las medidas de las fases de línea base e intervención en los diseños de replicación intra-sujeto (Gentile, Roden, & Klein, 1972; Shine & Bower, 1971). Sin embargo, la utilización de este tipo de pruebas viene provocando una serie de controversias.

Por un lado, están quienes consideran que las pruebas paramétricas son inadecuadas porque exigen el cumplimiento del supuesto de independencia de los componentes del error, condición que los datos recogidos según la estructura de los diseños de

replicación intra-sujeto y los diseños de línea base múltiple en tanto que los incluyen, frecuentemente no pueden cumplir (p.e., Glass, Willson, & Gottman, 1975; Greenwood & Matyas, 1990; Hartmann, 1974; Hartmann et al., 1980; Phillips, 1983; Thoresen & Elashoof, 1974). En este sentido, Arnau (2001) explica que el supuesto de independencia de los residuales suele ser vulnerado en estos diseños porque no es posible la asignación aleatoria de los sujetos a las distintas condiciones del tratamiento. De este modo, el registro de medidas repetidas de una misma unidad experimental suele producir una correlación entre el componente de error de una observación con los componentes de error de otras observaciones. Cuando esto ocurre, se establece que existe autocorrelación o que los datos muestran una estructura de dependencia serial.

La autocorrelación hace referencia a la correlación existente entre puntos de datos separados por diferentes intervalos temporales y permite saber si la puntuación obtenida en un determinado periodo temporal puede ser predicha a partir de la puntuación obtenida en el periodo anterior (Kazdin, 1976). La autocorrelación o dependencia serial de los datos implica que las respuestas emitidas por un sujeto en un determinado momento están estrechamente relacionadas con las emitidas en un tiempo pasado de la serie de datos, es decir, no son puntuaciones independientes (Vallejo, 1986).

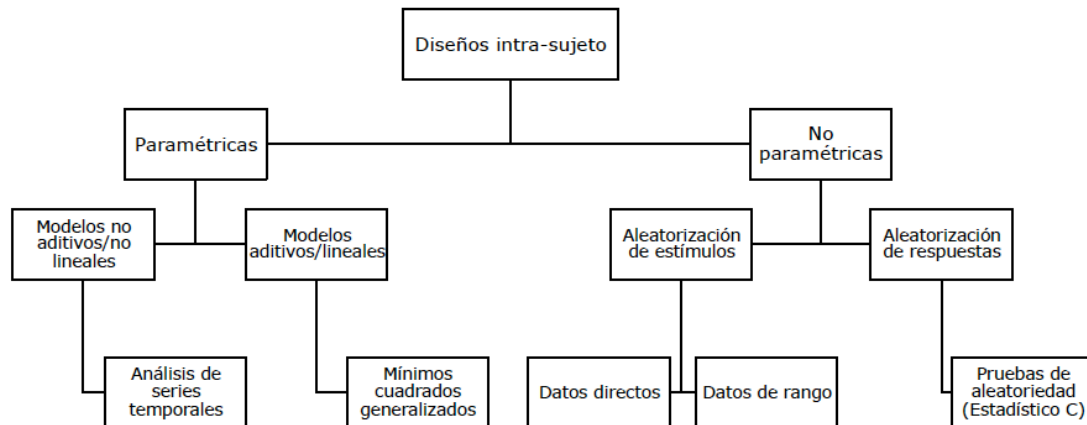
La inadecuación de las pruebas paramétricas para analizar datos autocorrelacionados o con una estructura de dependencia serial es debido a que dichas pruebas exigen que los grados de libertad sean fuentes independientes de información, ya que por el contrario, la estimación de los grados de libertad no es adecuada y los valores de las pruebas estadísticas resultan sesgados. Igualmente, ante la presencia de dependencia serial, en estas pruebas se sesgan las estimaciones de la varianza de error, en el

sentido de existencia de una subvaloración de la probabilidad de cometer un error Tipo I cuando la autocorrelación es positiva, de modo que la prueba tiende a ser bastante liberal y una subvaloración cuando es negativa, de modo que la prueba tiende a ser demasiado conservadora (Scheffé, 1959).

Por otro lado, existen autores que defienden la utilización de los procedimientos clásicos, argumentando que las autocorrelaciones entre medidas son cero o no difieren significativamente de cero (Center, Skiba, & Casey, 1986; Huitema, 1986). Estos argumentos surgieron en los resultados de la investigación de Huitema (1985) quien, a partir de un reanálisis de los datos del trabajo de Jones, Weinrott, y Vaught (1978), así como de los publicados en el *Journal of Applied Behavior Analysis* (JABA), concluye que la presencia de autocorrelación en los residuales de datos conductuales es baja y que, por lo tanto, es adecuado utilizar los métodos estadísticos tradicionales. Esta conclusión suscitó un conjunto de críticas que continúan estando vigentes (Busk & Marascuilo, 1988; Greenwood & Matyas, 1990; Matyas & Greenwood, 1991; Sharpley & Alavosius, 1988). Uno de los argumentos esenciales de estas críticas se basó en que el número de observaciones de los estudios era muy pequeño y que, por lo tanto, los estimadores de la autocorrelación eran insensibles.

A fin de resolver este problema de la dependencia serial han surgido propuestas de análisis estadístico alternativas que pueden aplicarse a datos conductuales cuya naturaleza implica una recogida de datos acerca de una misma unidad experimental a lo largo de momentos temporales sucesivos. En este sentido, Arnau (2001) presenta una interesante clasificación de estos procedimientos estadísticos (Figura 4).

Figura 4. Clasificación de los análisis de datos conductuales (Arnau, 2001)



En esta clasificación Arnau (2001) indica dos grandes categorías de tipos de análisis susceptibles de ser utilizados en diseños conductuales: las pruebas estadísticas paramétricas y las pruebas estadísticas no paramétricas.

Dentro de las pruebas paramétricas, este autor distingue entre los procedimientos no aditivos o no lineales y los procedimientos aditivos o lineales.

En primer lugar, dentro de las pruebas paramétricas basadas en los procedimientos no aditivos destacan los modelos de análisis de series temporales. Estos modelos permiten eliminar, a nivel estadístico, el efecto de la dependencia serial inherente a los datos (Barlow & Hersen, 1973; Glass, Willson, & Gottman, 1975; Gottman, 1973, 1981; Gottman & Glass, 1978; Gottman, McFall, & Bamett, 1969; Hartmann et al., 1980; Jones, Weinrott, & Vaught, 1978). Este tipo de modelos fue propuesto, inicialmente, por Box y Jenkins (1970) y Box y Tiao (1965), se adaptó al ámbito social por Glass, Wilson, y Gottman (1975) y, posteriormente, se sistematizó en los trabajos de Gottman (1981) y McCleary y Hay (1980). Este procedimiento estadístico consiste en la identificación de un modelo

auto-regresivo integrado de medias móviles, conocido como modelo ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). De esta forma, se modela la dependencia serial de los datos teniendo en cuenta la evolución de la respuesta en el tiempo, es decir, se transforman las puntuaciones directas en puntuaciones serialmente independientes.

Concretamente, este tipo de análisis se aplica tras diagnosticar algún tipo de dependencia serial entre los datos, generalmente, mediante la función de autocorrelación (FAC) y la función de autocorrelación parcial (FACP). La obtención de valores significativos en cualquiera de esas dos funciones indica que existe algún tipo de dependencia serial en la serie de datos, mientras que si no se obtienen valores de autocorrelación significativos, la serie puede ser considerada como generada por un proceso de ruido blanco.

Posteriormente, ante la existencia de autocorrelación, el principal objetivo es identificar un modelo que defina el tipo de estructura de dependencia latente entre los residuales de la serie observada y modelizar la serie a partir de dicha estructura. La modelización de la serie se aplica a fin de transformar los datos en un proceso de ruido blanco o en una secuencia de datos independientes. Así, dicho modelo constituye una especie de filtro que elimina la autocorrelación y la no estacionariedad de la serie. Una vez modelizada la serie, se pasaría a una segunda fase en la que se examina si la intervención ha sido efectiva. Dicho análisis se lleva a cabo añadiendo al modelo identificado un determinado modelo de impacto. De esta forma, se puede estimar no sólo la magnitud del impacto del tratamiento, sino también su naturaleza, es decir, si la intervención produce un cambio de carácter abrupto o gradual en la serie de datos y si dicho cambio perdura a lo largo del tiempo.

Estos modelos resultan muy útiles para analizar los datos cuando existe dependencia serial, sin embargo exigen algunas

condiciones que limitan su uso en el ámbito aplicado. El inconveniente principal que se plantea es la gran cantidad de observaciones requeridas para una correcta identificación del modelo al que se ajustan los datos, es decir, para una correcta identificación de la estructura de dependencia latente entre los residuales. Algunos autores consideran que es necesario disponer de entre 35-40 observaciones (McCleary & Hay, 1980) mientras otros sitúan este número en 50 observaciones por fase (Glass, Willson, & Gottman, 1975), o incluso 100 observaciones (Box & Jenkins, 1970).

Tal y como se ha indicado, el requerimiento de este gran número de observaciones es un gran inconveniente ya que en los diseños conductuales es poco habitual disponer de una cantidad tan elevada de registros. El número de observaciones en una obra de construcción está seriamente condicionado por la duración de la misma, la duración de cada fase constructiva y otras condiciones de carácter práctico.

En segundo lugar, dentro de las pruebas paramétricas basadas en los procedimientos aditivos, Arnau (2001) también considera los procedimientos de análisis basados en el modelo lineal general que se denominan modelos de mínimos cuadrados generalizados (MCG). Estos modelos son mucho más simples que los modelos ARIMA y por tanto, facilitan la identificación del modelo al que se ajustan los datos. Así, puede afirmarse que estos modelos surgen ante la necesidad de una respuesta alternativa sencilla para abordar el problema de análisis en las situaciones en las que se generan datos autocorrelacionados y en las que a su vez, se dispone de series temporales de un solo caso cortas o inferiores a 50 observaciones.

En general, estos procedimientos transforman los datos para reducir la autocorrelación y requieren que las autocorrelaciones entre los residuales, después de la transformación, sean cero.

Posteriormente, cuando los residuales obtenidos a partir de esta transformación no están autocorrelacionados, se puede operar con los procedimientos estadísticos tradicionales como el análisis de regresión o el análisis de la varianza.

El objetivo principal de los procedimientos de mínimos cuadrados generalizados es descubrir las posibles causas generadoras de la autocorrelación entre los errores residuales y utilizar dicha información para corregir dicha autocorrelación. Una primera causa de autocorrelación es un posible componente de tendencia, de modo que cuando este componente de tendencia, independientemente del efecto de la intervención, es omitido del modelo, puede esperarse que los datos presenten autocorrelación. Una segunda causa de autocorrelación es el posible efecto de las observaciones o datos pasados sobre los actuales, es decir la autorregresión. Dadas estas posibles causas Gorsuch (1983) presenta tres procedimientos para el análisis de datos autocorrelacionados.

El primer procedimiento se denomina modelación de la tendencia. En este modelo se presupone que la causa de autocorrelación de los residuales es que en el modelo se ha omitido uno de los componentes que más directamente produce dicho fenómeno, es decir, los componentes de tendencia o efectos que varían sistemáticamente a través del tiempo. Por tanto se presupone que la variable dependiente se halla bajo el influjo de la intervención y también bajo la influencia de una serie de componentes de tendencia. Dado que la omisión de componentes de tendencia es la que genera la autocorrelación entre los residuales, este método trata de solucionar dicho problema introduciendo componentes de tendencia en el modelo.

Un segundo procedimiento de análisis es la modelación de la autorregresión, que consiste en transformar las variables del modelo partiendo de la estimación de la autocorrelación. En este caso, se asume que tras la corrección directa de los datos, las autocorrelaciones entre los residuales son nulas. Dentro de esta estrategia destacan los métodos propuestos por Simonton (1977), Gorsuch (1983) y Gottman (1981).

El último método se denomina modelación por diferenciación. Es un modelo alternativo de corrección o ajuste que consiste en transformar las variables mediante diferenciación. De esta forma, el análisis se lleva a cabo con variables diferenciadas. Por ello, se deben efectuar sucesivas diferenciaciones tanto de la variable dependiente como de la variable independiente, en su caso. La cantidad de ocasiones en las que se diferencian las variables depende de la cantidad de componentes de tendencia que se pretendan eliminar.

Por otro lado, y abordando la segunda categoría considerada por Arnau (2001), se encuentran las pruebas estadísticas no paramétricas, donde el autor incluye un conjunto de métodos estadísticos basados en los principios de la aleatorización que también permiten realizar inferencias acerca de la efectividad de los tratamientos. Concretamente, considera las pruebas basadas en la aleatorización de estímulos (Kazdin, 1976; Levin, Marascuilo, & Hubert, 1978) y las pruebas basadas en la aleatorización de respuestas (Tyron, 1982).

Las pruebas no paramétricas basadas en la aleatorización de estímulos no asumen el muestreo aleatorio de los sujetos experimentales, sino que se basan en la aplicación de un proceso aleatorio que afecta a la asignación de los tratamientos a lo largo de los distintos periodos de observación, de acuerdo con un programa

previamente establecido. La efectividad de este tipo de pruebas aumenta conforme aumenta el número de fases del diseño de investigación o de sujetos experimentales (Edgington, 1992). Sin embargo hay una serie de situaciones donde el empleo de las pruebas para la aleatoriedad es muy limitado, por no decir imposible (Arnau, 1986). Se trata de aquellas situaciones en que: a) no aparecen cambios muy rápidos o bien no existe ningún cambio en la respuesta al pasar de la condición A a la B; b) los efectos de la variable de tratamiento son irreversibles y su retirada no permite esperar que las respuestas de los individuos regresen a los niveles anteriores, y c) la inversión de la conducta no es aconsejable por razones éticas. Además, las pruebas estadísticas para la aleatoriedad se adaptan con mucha dificultad a los diseños simples intra-sujeto, con una sola unidad y una sola intervención (Arnau, 1986, 1993). Este tipo de pruebas, por todas estas razones no son aplicables a los procesos de intervención en prevención.

Por otro lado, las pruebas basadas en la aleatorización de respuestas presuponen que la muestra está formada por observaciones independientes obtenidas de una población común y su objetivo consiste en comprobar si una secuencia ordenada de datos sigue un proceso aleatorio o presenta algún tipo de tendencia (Young, 1941). Así, estas pruebas permiten probar la variación sistemática de una secuencia de medidas ordenadas, es decir, la presencia de tendencias y cambios de tendencia de una fase a la siguiente. Tryon (1982) fue quien impulsó este enfoque para evaluar cuantitativamente la presencia de cambios debidos a intervenciones en datos de series temporales mediante la prueba de la aleatoriedad a través del estadístico C de Young (1941). La cuestión lógica abordada por dicho estadístico es si en la serie temporal de datos existe o no una variación sistemática que se aparta de la variación aleatoria (Tryon, 1982) El estadístico C (Fórmula 4) permite probar

la aleatoriedad de un conjunto de medidas ordenadas secuencialmente.

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - x_{i+1})^2}{2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

El error estándar (e.e.) del estadístico C depende del número de observaciones de la serie temporal y se calcula mediante fórmula 5.

$$e.e. = \sqrt{\frac{n-2}{(n-1)(n+1)}} \quad (5)$$

El valor de significación de C se obtiene mediante su transformación al estadístico Z (Fórmula 6) que a partir de 25 observaciones tiende a aproximarse a la distribución normal.

$$Z = \frac{C}{e.e.} \quad (6)$$

Una vez obtenido el valor de Z, éste se compara con el valor crítico correspondiente del estadístico C. Young (1941) calculó los valores críticos del estadístico C a un nivel de significación del 5% y del 1% (Tabla 18). Con $\alpha=0.05$, el valor crítico gira en torno a 1.65 para cualquier tamaño de muestra, desde $n=8$ hasta $n=\infty$, y con $\alpha=0.01$, es necesario consultar la tabla 18. La regla de decisión es

rechazar la hipótesis nula cuando se obtenga un valor de Z superior al valor crítico para el valor de significación considerado. En este caso, el valor de Z se considerará significativo y se concluirá que existe una tendencia.

Tabla 18. Valores críticos del estadístico C con diferentes tamaños de muestra (n) y niveles de significación de 0.01 y 0.05 (Young, 1941)

N	1%	5%
8	2.1664	1.6486
9	2.1826	1.6492
10	2.1958	1.6494
11	2.2068	1.6495
12	2.2161	1.6495
13	2.2241	1.6495
14	2.2310	1.6494
15	2.2369	1.6493
16	2.2423	1.6492
17	2.2470	1.6492
18	2.2513	1.6491
19	2.2550	1.6489
20	2.2585	1.6488
21	2.2616	1.6488
22	2.2647	1.6486
23	2.2676	1.6485
24	2.2700	1.6484
25	2.2717	1.6484
Normal (n=∞)	2.3262	1.6447

Con el objetivo de analizar este tipo de datos, Tryon (1982) propuso una serie de estrategias para los diseños A-B, que fueron resumidas por Blumberg (1984), tal y como se indica a continuación:

- A. PASO 1: se aplica el estadístico C a los datos de la fase de línea base para evaluar la existencia o no de una tendencia.

- B. PASO 2: si en el paso 1 se obtiene que no existe una tendencia en la línea base, es decir, si ésta es estable, se calcula el estadístico C para evaluar si hay una tendencia en los datos al considerar de forma conjunta los datos de la fase de línea base y de la de intervención. Si en este caso, el estadístico C resulta estadísticamente significativo, puede concluirse que la intervención es efectiva.
- C. PASO 3: cuando, en el paso 1, la línea base presenta una tendencia estadísticamente significativa, el estadístico C se utilizará para evaluar si esta tendencia se prolonga en la fase de intervención, o por el contrario se produce un cambio. En esta estrategia, la hipótesis nula es que en la fase de intervención se observa la misma tendencia que en la fase de línea base y la hipótesis alternativa que la tendencia cambia. Si se acepta la hipótesis alternativa, se concluye que la intervención es efectiva. Para poder realizar este paso 3, Tryon (1982) sugiere el uso de una aplicación basada en la comparación de series descrita por Hayes (1981). Esta aplicación consiste en ajustar una recta de regresión a los datos de la línea base. Posteriormente, se lleva a cabo una comparación de series, sustrayendo los valores obtenidos de la línea ajustada a la fase de línea base de los de la fase de intervención. Finalmente, los datos de diferencia se prueban con el estadístico C, de modo que si el resultado es significativo, se infiere que existe un cambio de tendencia y que por tanto hay un efecto de la intervención.

6.2.3.2. Proceso de análisis estadístico

En este apartado se indica el proceso de análisis de datos (Figura 5) que se desarrollará en cada uno de los diseños de replicación intra-sujeto AB incluidos en cada uno de los diseños de línea base múltiple con el objetivo de evaluar la eficacia del programa de intervención comportamental implementado en el estudio.

En primer lugar, se realizará un análisis descriptivo de los datos en el que se obtendrán los principales estadísticos descriptivos de cada una de las fases del diseño de investigación.

En segundo lugar se realizará un análisis estadístico y gráfico para evaluar la existencia de autocorrelación o dependencia serial entre los datos referidos a la variable dependiente. Para ello, se realizará el examen del correlograma de las medidas obtenidas. Dicho correlograma es la representación gráfica de las correlaciones de un valor determinado en el tiempo t con los valores de los tiempos $t-1$, $t-2$, $t-3$, $t-n$. Así, por ejemplo, el grado en que un valor del tiempo t se relaciona con el del tiempo $t-1$ se denomina autocorrelación de retardo uno, la cual, es la más frecuente dentro del ámbito de las ciencias comportamentales (Arnau, 2001). De este modo, cada una de las autocorrelaciones del correlograma se someterá a una prueba de significación estadística cuya hipótesis nula considera que la autocorrelación no es estadísticamente diferente de cero. Igualmente, la autocorrelación o dependencia serial será evaluada mediante métodos gráficos a través de la representación de la función de autocorrelación (FAC) y la función de autocorrelación parcial (FACP). Los resultados de estas evaluaciones serán considerados para la toma de decisión acerca de qué pruebas estadísticas implementar posteriormente.

De este modo, si no existe autocorrelación o dependencia serial, es decir, si se mantiene la hipótesis nula de que las autocorrelaciones no son estadísticamente diferentes de cero, se interpretará que no existe autocorrelación o dependencia serial entre los datos y por lo tanto se optará por la realización de las pruebas t de Student-Fisher y la F de Snedecor para comparar las medias del índice de seguridad considerado como variable dependiente a lo largo de las fases de línea base e intervención consideradas en cada uno de los diseños de replicación intra-sujeto AB implementados en este estudio.

Igualmente, en el caso de que no exista autocorrelación o dependencia serial, se realizará un análisis de regresión minimocuadrática para analizar el impacto que produce la intervención realizada mediante el análisis del patrón de cambio que presenta la variable dependiente entre las fases del diseño de investigación.

En el caso de que exista autocorrelación o dependencia serial de los datos y considerando la clasificación propuesta por Arnau (2001), a continuación se presentan las principales razones que han llevado a excluir algunos tipos de análisis y optar por el estadístico C de Young como estrategia de análisis.

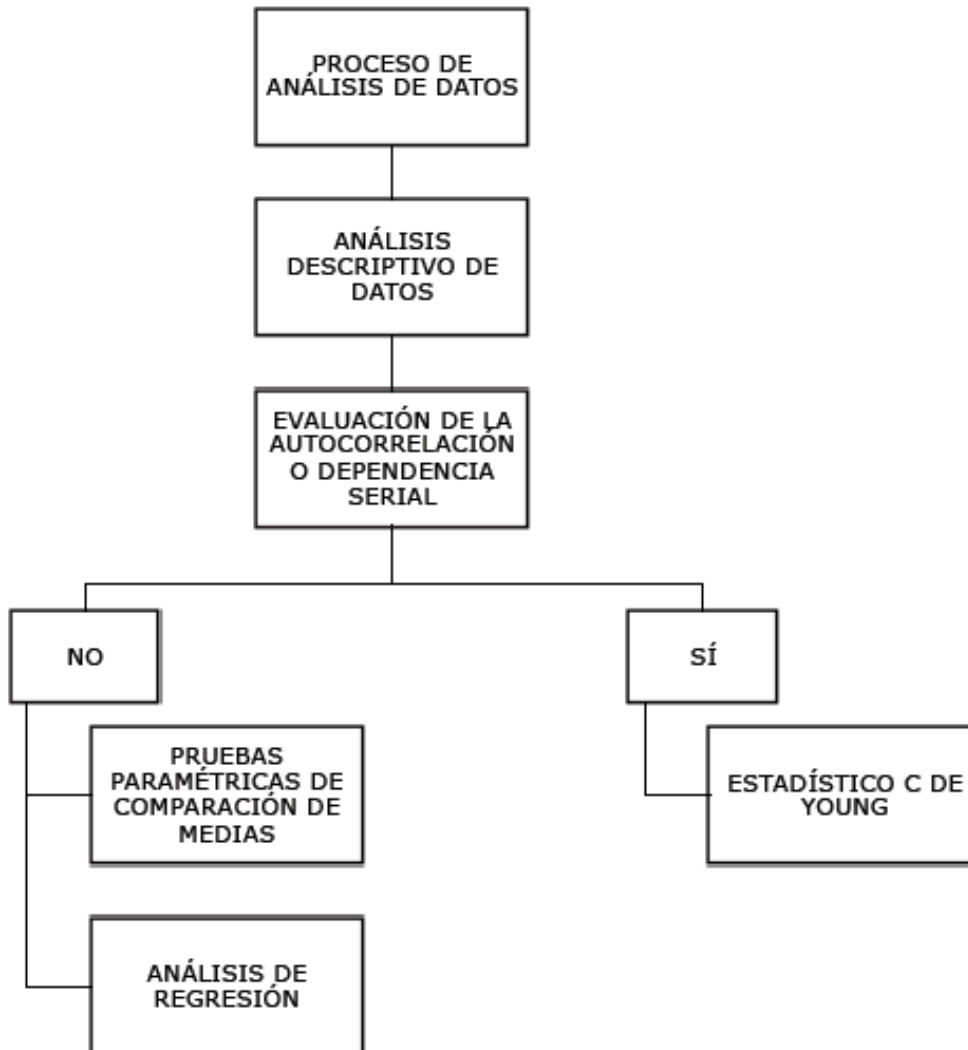
En primer lugar, en referencia al análisis de series temporales, se produce la condición de que en ninguno de los diseños de investigación implementados en este estudio se ha alcanzado un número superior a las 35-40 observaciones que es el mínimo exigido por algunos autores (McCleary & Hay, 1980) para poder identificar con eficacia el modelo que defina el tipo de estructura de dependencia latente entre los residuales. Dado que este número mínimo de observaciones no se ha conseguido en ninguno de los diseños de investigación implementados, se considera que ésta no

podría ser una estrategia de análisis viable ya que no permitiría identificar el modelo de estructura de dependencia latente entre los residuales.

Por otro lado, en cuanto a las pruebas basadas en la aleatorización de estímulos, cabe destacar que en los diseños de investigación implementados en este estudio solamente se ha considerado una unidad experimental que atraviesa por dos fases de investigación (fase de línea base y fase de intervención). Esta condición ha provocado que la aleatorización de estímulos no haya sido posible en ninguno de los diseños de investigación y que por tanto, este tipo de pruebas no se consideren adecuadas para garantizar la validez de las inferencias relativas a la efectividad de la metodología de intervención implementada en este estudio. En los procesos de intervención en prevención se cumplen o pueden cumplirse simultáneamente las tres condiciones señaladas por Barlow y Hersen (1984) que impiden el uso de esta aproximación: (a) los cambios de fase pueden no ser rápidos; (b) los efectos son irreversibles; y (c) la inversión de la intervención es inaceptable por razones éticas.

En consecuencia, se ha optado por la realización de análisis estadísticos alternativos referidos a las pruebas estadísticas no paramétricas basadas en los principios de la aleatorización de respuestas. Concretamente, se evaluará la presencia de tendencias y cambios de tendencia a través del estadístico C de Young. La evaluación mediante este estadístico se realizará en el índice de seguridad considerado como variable dependiente en las fases de línea base e intervención de cada uno de los diseños de replicación intra-sujeto AB implementados.

Figura 5. Proceso de análisis estadístico de datos desarrollado en el estudio



PARTE III. RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos en los cuatro estudios implementados en esta investigación: Estudio I (obra 1, fase estructura), Estudio II (obra 1, fase albañilería), Estudio III (obra 2, fase estructura) y Estudio IV (obra 2, fase albañilería) que conjuntamente forman un diseño de línea base múltiple.

ESTUDIO I: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA

1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES

Con el objetivo de realizar una evaluación de la fiabilidad inter-observadores (o fiabilidad inter-jueces), la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa constructora aplicaron en 12 ocasiones el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* en esta obra. Esta aplicación se realizó de un modo independiente entre ambas personas y durante el mismo momento temporal.

Al analizar la fiabilidad inter-observadores debe considerarse que una obra de construcción es un contexto altamente dinámico, de modo que basta un pequeño espacio de tiempo entre observadores para que las condiciones y comportamientos puedan resultar diferentes.

En la tabla 19 se presentan los principales estadísticos descriptivos referidos al número de observaciones realizadas y al Índice de Seguridad General (ISG) obtenido como resultado de la aplicación del protocolo de observación en cada una de las 12 ocasiones.

La desviación típica del ISG obtenida en las 12 ocasiones en las que fue aplicado el protocolo de observación por los dos observadores oscila entre 0,79 y 19,8. Por otro lado, la media del error del ISG muestra una cierta mejora a lo largo de las 12 ocasiones de aplicación del protocolo tal y como puede observarse a partir de la observación 3, a excepción de las observaciones 7 y 8 en las que se obtienen una media del error del ISG más alta de lo esperado. Así, en siete ocasiones se ha conseguido una media del error inferior al 10%.

Tabla 19. Estadísticos descriptivos del número de observaciones y del ISG obtenidos en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura con presencia de dos observadores

Observación	Media del número de observaciones	Desviación típica del número de observaciones	Media del ISG (%)	Desviación típica del ISG	Media del error del ISG (%)
1	196	17	36,7	5,39	14,7
2	201	6	38,5	7,62	19,8
3	218	16	39,1	4,16	10,6
4	259	21	36,4	2,93	8,07
5	280,5	0,5	42,6	0,86	2,01
6	226	28	66,7	2,91	4,37
7	302	6	73,9	7,52	10,2
8	274	9	80,4	13,9	17,3
9	231	4	79,2	2,97	3,75
10	326	52	68	3,25	4,78
11	489	52	88	1,1	1,2
12	416	48	92,96	0,73	0,79

2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

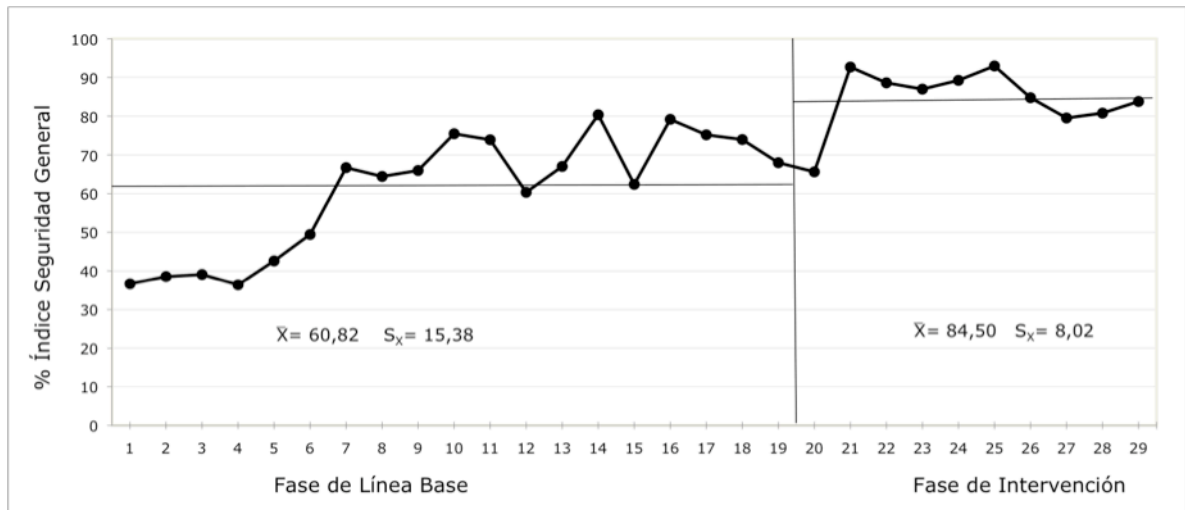
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO

2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención

A continuación, se muestra la evolución del ISG (Índice de Seguridad General) sobre el que se ha implementado el proceso de intervención comportamental en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura.

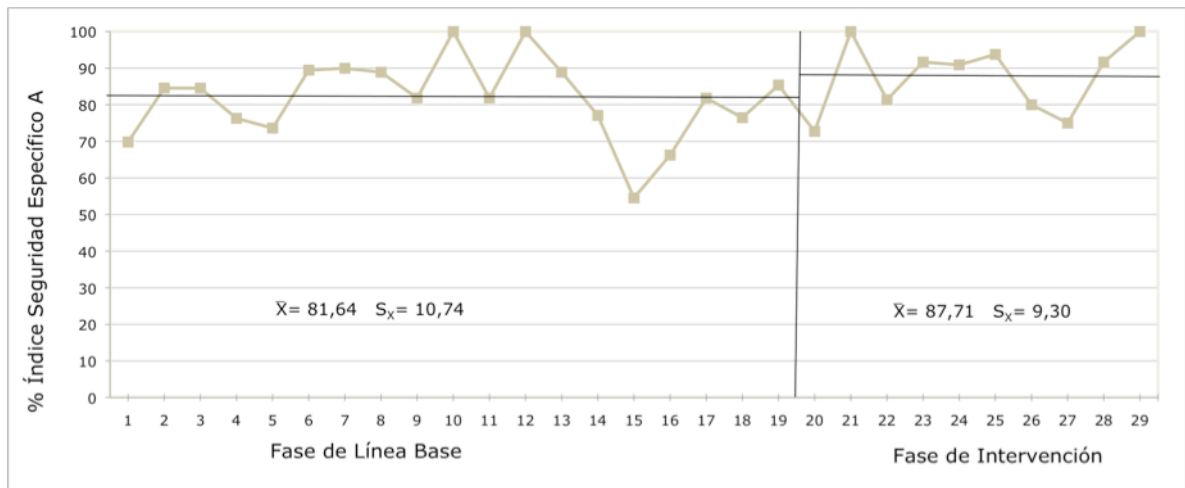
El análisis visual de la gráfica 23 permite observar que la línea base presenta una tendencia ascendente desde la observación 1 hasta la observación 7, a partir de la cual alcanza una relativa estabilidad que se mantiene hasta la observación previa a la fase de intervención (Observación 19). Conforme a los resultados esperados, a partir de la observación 20 se produce un cambio interfases que se mantiene durante las observaciones de la fase de intervención. Concretamente, en la línea base, el ISG osciló entre 36,46% y 80,38% con una media de 60,82% y una desviación típica de 15,38. En la fase de intervención, el ISG osciló entre 65,63% y 92,96% con una media de 84,5% y una desviación típica de 8,02. Por tanto, en esta fase de intervención se obtiene una media del ISG mayor que en la fase de línea base y una menor variabilidad, resultados que fortalecen la confianza de que el proceso de intervención comportamental ejerce una mejora sobre el ISG.

Gráfica 23. Evolución del ISG (Índice de Seguridad General) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura

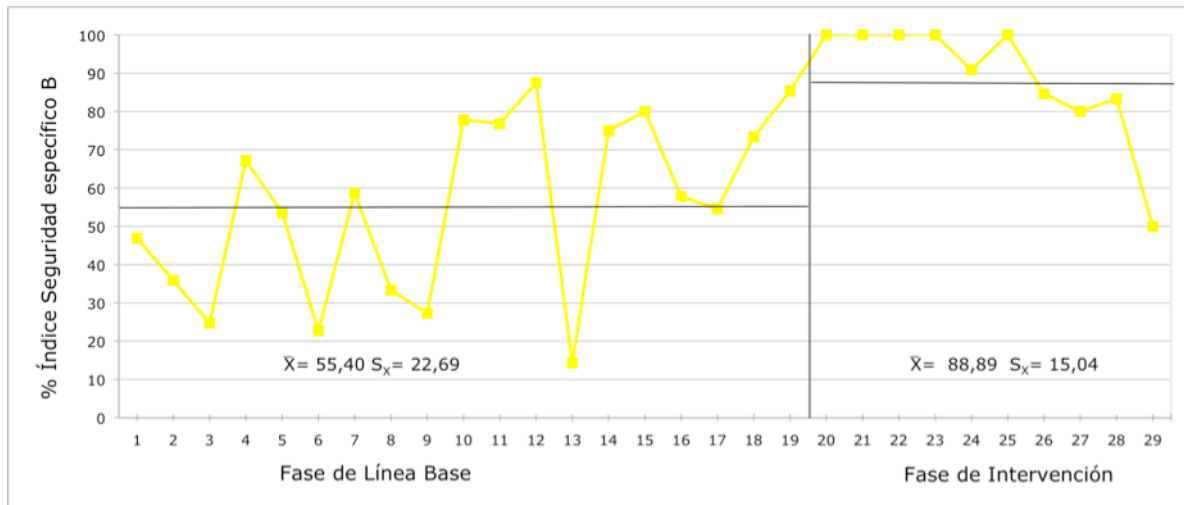


Dado que el ISG abarca los datos incluidos en todas las categorías del protocolo de observación, a continuación se presentan las gráficas de evolución de los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) referidos a cada una de las categorías.

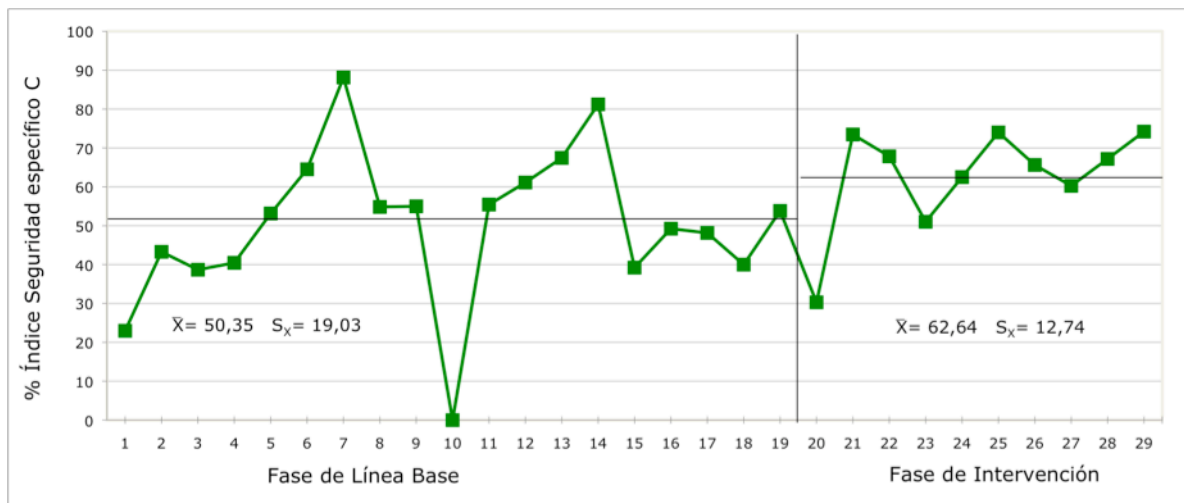
Gráfica 24. Evolución del ISE_A (Comportamiento del Trabajador) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



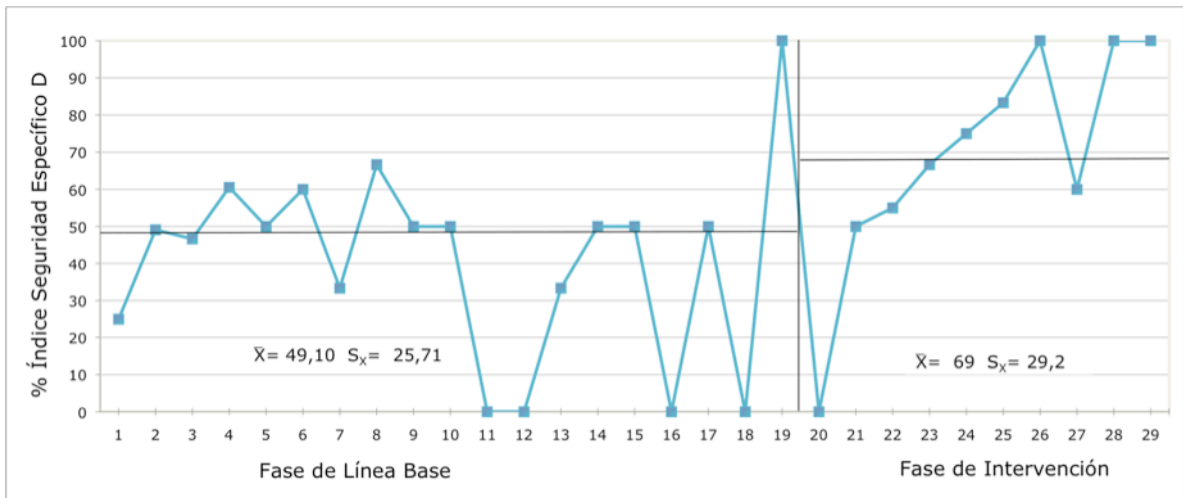
Gráfica 25. Evolución del ISE_B (Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



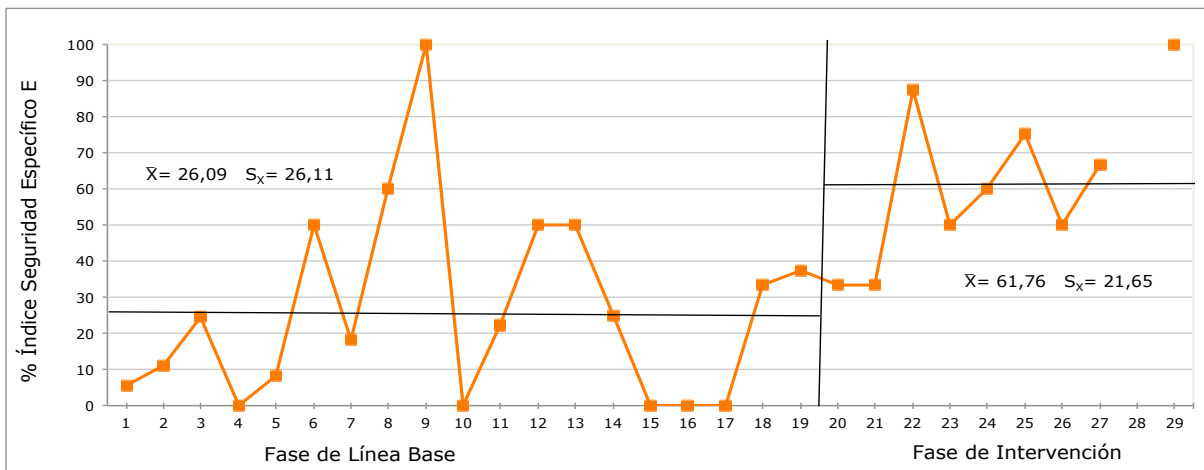
Gráfica 26. Evolución del ISE_C (Orden y Limpieza) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



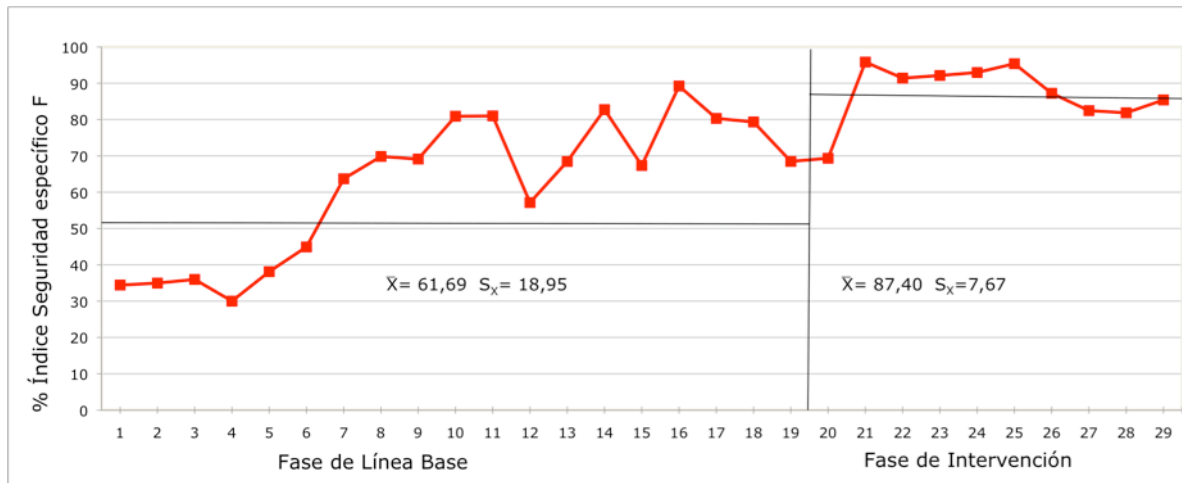
Gráfica 27. Evolución del ISE_D (Equipos de Trabajo) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



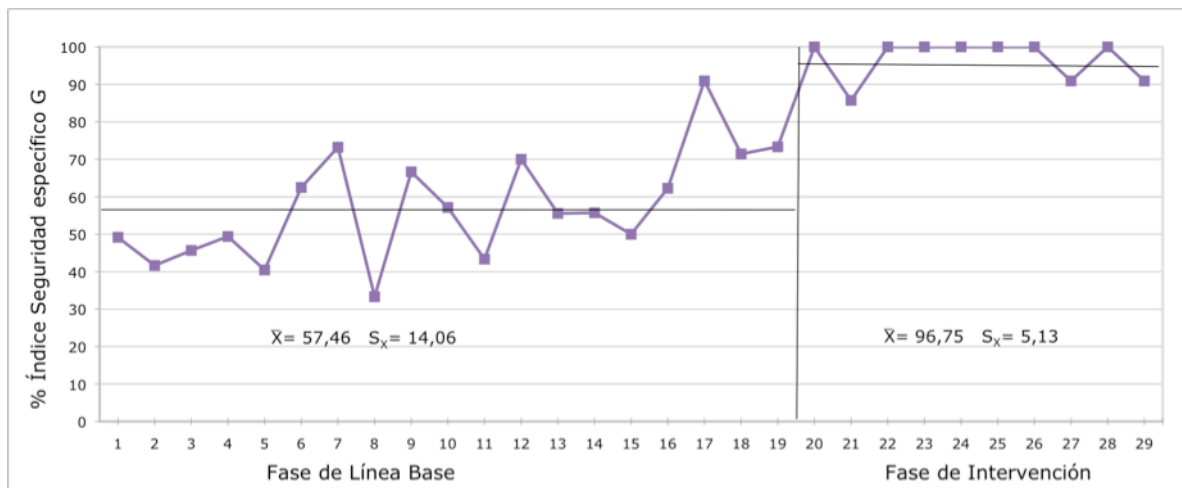
Gráfica 28. Evolución del ISE_E (Medios Auxiliares) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



Gráfica 29. Evolución del ISE_F (Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



Gráfica 30. Evolución del ISE_G (Electricidad e Iluminación) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



El análisis gráfico de la evolución de los Índices de Seguridad Específicos permite observar que conforme a lo esperado, todos y cada uno de ellos presentan un aumento en la media de su porcentaje obtenido durante la fase de intervención con respecto a la línea base.

Igualmente, los resultados obtenidos durante la fase de intervención tienden a ser más estables que en la fase de línea base.

Este hecho se observa en la disminución de la desviación típica en todos los índices durante la fase de intervención, con excepción del índice de seguridad específico referido a la categoría D (Equipos de Trabajo), que muestra un ligero aumento de la dispersión.

Por tanto, del análisis gráfico puede sostenerse que los resultados obtenidos en el estudio implementado en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura, se adecuan en gran medida a los resultados esperados y fortalecen la confianza del efecto positivo que ejerce el proceso de intervención comportamental sobre el ISG.

2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Este apartado consta de tres tipos de análisis estadísticos. Concretamente, en el primer lugar se presenta el análisis descriptivo de los datos referidos al ISG y de los ISEs.

En segundo lugar se presentan el análisis estadístico que evalúa la presencia de dependencia serial o autocorrelación en la totalidad de la serie de datos, es decir, en el conjunto de datos formado por cada uno de los ISG obtenidos en las 29 observaciones que conforman la fase de línea base y la fase de intervención. Concretamente, la línea base está formada por 19 observaciones y la fase de intervención por 10 observaciones.

Los resultados de este análisis permiten la elección del tercer tipo de análisis que se realizará con el objetivo de evaluar la eficacia de la metodología de intervención implementada en este estudio para mejorar dicho índice de seguridad. Concretamente, si no existe dependencia serial o autocorrelación en la totalidad de la serie de datos se evaluará la existencia de diferencias estadísticamente

significativas entre la media del ISG de la fase de línea base y la media de la fase de intervención mediante las pruebas t de Student-Fisher. Igualmente en este caso se ensayará una estrategia de evaluación de la intervención mediante la regresión minimocuadrática. Por el contrario, si existe dependencia serial o autocorrelación en los datos, se utilizará el estadístico C de Young para probar la existencia de cambios de tendencia entre la fase de línea base y la fase de intervención.

2.2.1. Análisis estadístico descriptivo

En referencia a los resultados del análisis descriptivo, en la tabla 20 se presenta un resumen de los principales estadísticos descriptivos del ISG y de los ISEs que engloba.

Tabla 20. Media, desviación típica y porcentaje de ganancia producida en el Índice de Seguridad General y cada uno de los Índices de Seguridad Específicos de la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura

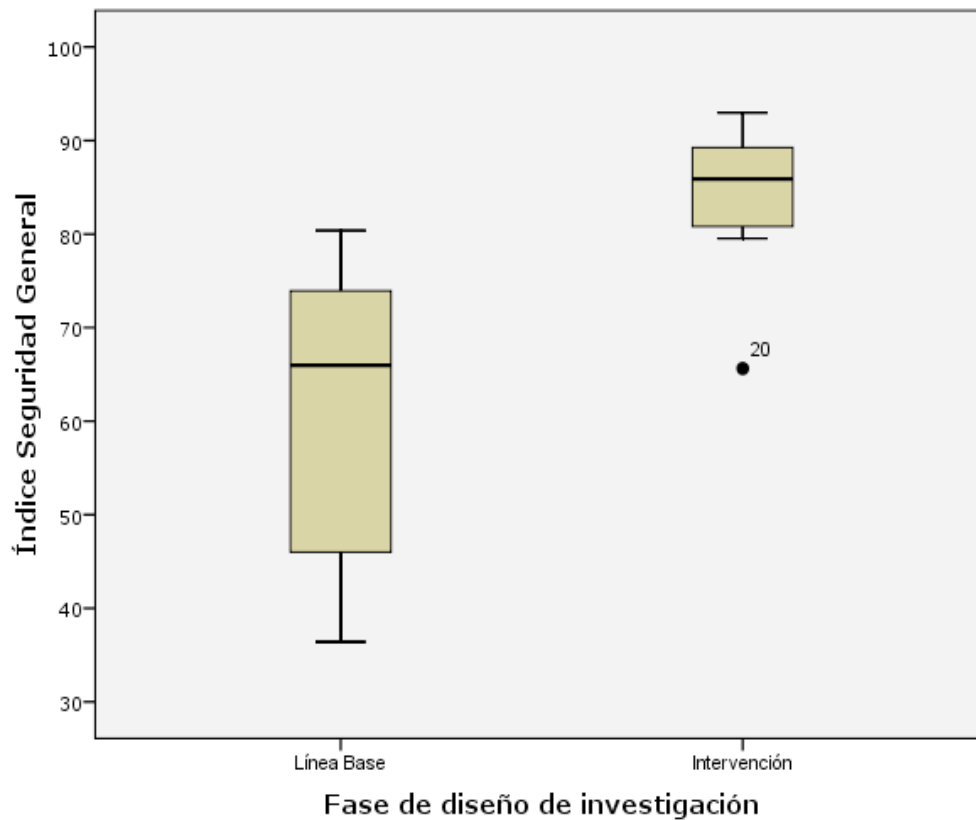
		Fase Línea Base	Fase Intervención	% Ganancia
ISG (Índice de Seguridad General)	\bar{X}	60,82	84,50	23,68
	S_x	15,38	8,02	7,36
ISE _A (Comportamiento del Trabajador)	\bar{X}	81,64	87,71	6,07
	S_x	10,74	9,30	1,44
ISE _B (Equipos de Protección Individual)	\bar{X}	55,40	88,89	33,49
	S_x	22,69	15,04	7,65
ISE _C (Orden y Limpieza)	\bar{X}	50,35	62,64	12,29
	S_x	19,03	12,74	6,29

Tabla 20. (Continuación)

ISE _D (Equipos de Trabajo)	\bar{X}	49,10	69	19,9
	S_x	25,71	29,2	- 3,49
ISE _E (Medios Auxiliares)	\bar{X}	26,09	61,76	35,67
	S_x	26,11	21,65	4,44
ISE _F (Sistemas de Evitación y Limitación de caídas)	\bar{X}	61,69	87,40	25,71
	S_x	18,95	7,67	11,28
ISE _G (Electricidad e Iluminación)	\bar{X}	57,46	96,75	39,29
	S_x	14,06	5,13	8,93

Para valorar adicionalmente y de forma descriptiva los datos, en la gráfica 31 se presentan los diagramas del ISG de caja agrupados según la variable fase de investigación. Este tipo de gráfica permite un análisis de la tendencia central, dispersión y la simetría de los datos. En cada uno de los diagramas se representa una caja rectangular formada por los percentiles 25, 50 (Mediana) y 75 y que incluye al 50% de los casos (rango intercuartílico).

Gráfica 31. Diagramas de caja referidos al ISG en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura



En primer lugar y conforme a lo esperado, se obtiene que la mediana de la fase de línea base es claramente inferior a la de la fase de intervención. Esto es, el valor del ISG que divide la distribución de los datos en dos partes iguales, dejando un 50% de los valores tanto por encima como por debajo es mayor claramente en la fase de intervención.

Por otro lado, se obtiene que el rango intercuartílico es mayor en el caso de los datos de la fase de línea base. Esto es, los datos en la fase de línea base están más dispersos que en la fase de intervención. Este resultado es congruente con los resultados indicados anteriormente sobre la desviación típica de cada fase.

Los valores mínimo y máximo sin llegar a ser atípicos son los valores correspondientes a los extremos de los dos segmentos que

parten de la caja: uno hacia arriba y otro hacia abajo. En los datos de la fase de intervención, el diagrama de caja indica la existencia de un caso atípico que está representado mediante un círculo. Concretamente, se trata de la observación número 20, la cual es la primera observación realizada con posterioridad a la introducción de la intervención y cuyo ISG todavía es notoriamente inferior al resto de observaciones.

Finalmente cabe destacar que este tipo de diagramas también permite la representación de la simetría. Concretamente, se obtiene que la distribución de los datos en la fase de intervención, si bien se observa una pequeña asimetría negativa, es más simétrica que la de los datos de la fase de línea base. En la fase de línea base sí se advierte un marcado grado de asimetría negativa que indica que los valores de los ISG superiores a la media están más concentrados mientras que los valores inferiores a la media están más dispersos.

Desde un punto de vista preventivo, la presencia de datos de observación que dan lugar a ISG bajos es particularmente relevante porque en ocasiones basta una exposición notable a riesgos para facilitar la presencia de accidentes laborales. Por tanto, esa dispersión en la cola inferior de la distribución que se reduce tras la intervención es un elemento relevante a favor de la eficacia preventiva de la intervención.

A continuación, en la tabla 21 se presenta un resumen de los principales estadísticos descriptivos referidos al ISG durante la fase de línea base e intervención. Los resultados muestran que la media del ISG durante la fase de línea base ($\bar{X}=60,82\%$) aumenta durante la fase de intervención ($\bar{X}=84,50\%$) y la desviación típica obtenida durante la fase de línea base ($S_x=15,38$), es menor durante la intervención ($S_x=8,02$).

Tabla 21. Estadísticos descriptivos referidos al ISG en la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura

Descriptivos				
	N	Media	Desviación típica	Error típico
Línea Base	19	60,8270	15,38637	3,52988
Intervención	10	84,5023	8,02112	2,53650
Total	29	68,9909	17,43635	3,23785

2.2.2. Análisis de la dependencia serial

En referencia a la diagnosis de la existencia de dependencia serial en la serie total de los datos formada por 29 observaciones, en la tabla 22 se presentan las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales calculadas para 16 retardos.

Los resultados muestran que todas las autocorrelaciones son diferentes de cero de forma estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99% dado que el estadístico Q de Box-Ljung permanece significativo en todos y cada uno de los niveles de diferenciación o retardos.

Tabla 22. Autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales del ISG de la obra de construcción 1 durante los trabajos de estructura

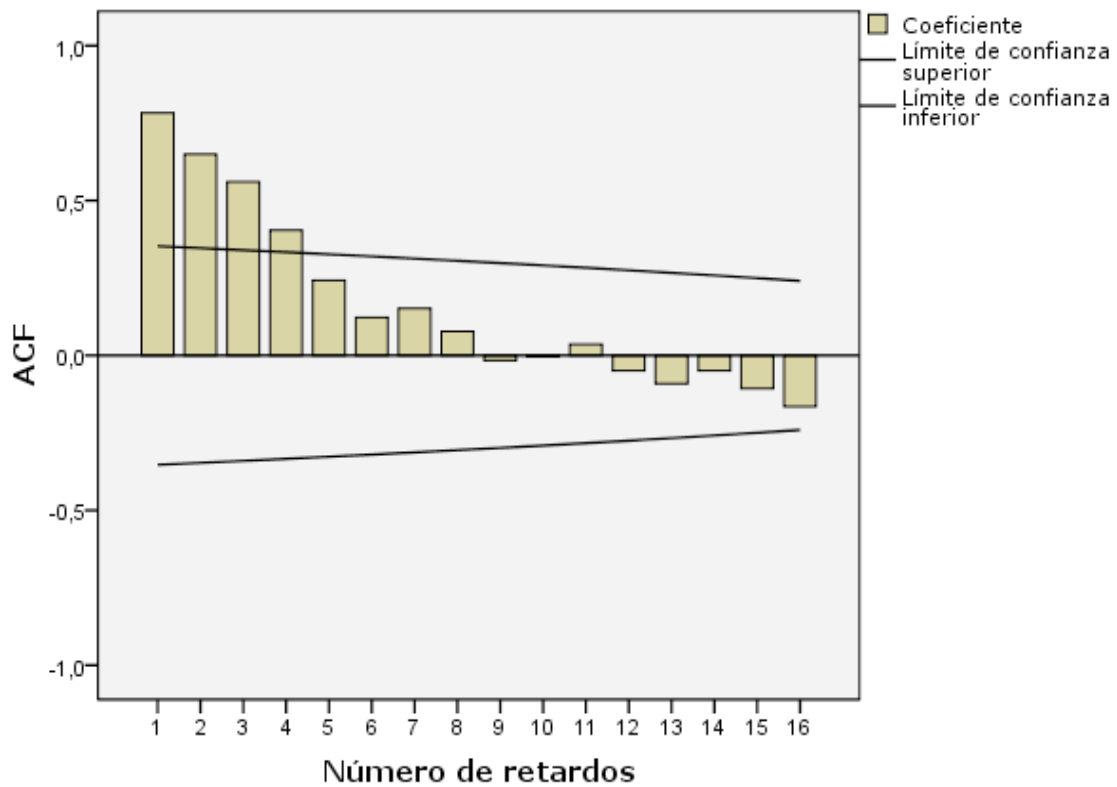
	Autocorrelaciones					Autocorrelaciones parciales	
			Estadístico de Box-Ljung				
Retardo	Auto-correlación	Típ. Error ^a	Valor	gl	Sig. ^b	Auto-correlación parcial	Típ. Error
1	,783	,176	19,660	1	,000	,783	,186
2	,650	,173	33,711	2	,000	,096	,186
3	,561	,170	44,580	3	,000	,068	,186
4	,404	,167	50,456	4	,000	-,191	,186
5	,242	,163	52,656	5	,000	-,163	,186
6	,123	,160	53,247	6	,000	-,059	,186
7	,152	,156	54,188	7	,000	,343	,186
8	,078	,153	54,448	8	,000	-,123	,186
9	-,016	,149	54,459	9	,000	-,176	,186
10	-,004	,145	54,460	10	,000	,017	,186
11	,036	,141	54,524	11	,000	,193	,186
12	-,049	,138	54,651	12	,000	-,213	,186
13	-,091	,133	55,115	13	,000	-,004	,186
14	-,049	,129	55,262	14	,000	,018	,186
15	-,107	,125	55,995	15	,000	-,163	,186
16	-,165	,120	57,874	16	,000	,025	,186

a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco)

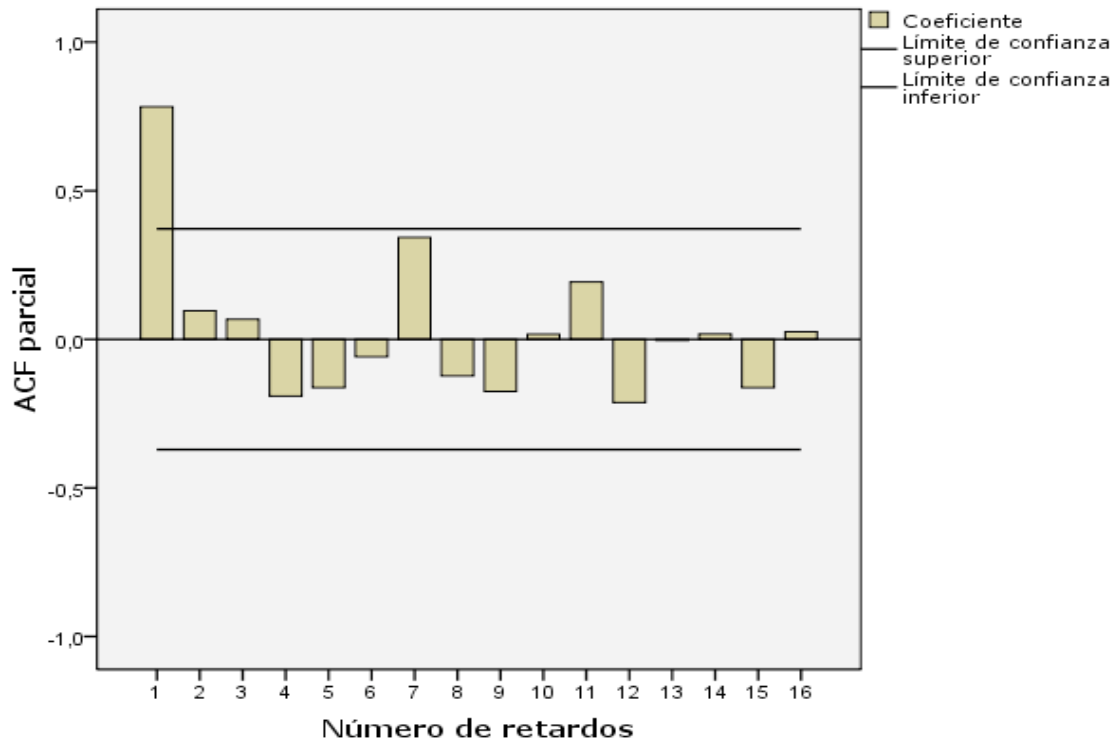
b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica

En las gráficas 32 y 33 se presentan la función de autocorrelación (AFC) y la función de autocorrelación parcial (PACF), respectivamente. En ellas también se corrobora como las autocorrelaciones de orden 1, 2 ,3 y 4 y la autocorrelación parcial de orden 1 son las más elevadas.

Gráfica 32. Función de Autocorrelación (ACF)



Gráfica 33. Función de Autocorrelación Parcial (ACF parcial)



Estos análisis permiten asumir una presencia de dependencia serial significativa en la serie de datos y por tanto, sugieren que en el siguiente tipo de análisis no puede ensayarse una estrategia de evaluación de la metodología de intervención mediante las pruebas paramétricas clásicas de comparación de medias o el análisis de regresión. Así, esta evaluación se realizará a través del estadístico C de Young (1941) que permite probar la presencia de tendencias y cambios de tendencia entre la fase de línea base y la fase de intervención.

2.2.3. Análisis del estadístico C de Young

Considerando la estrategia de análisis propuesta por Blumberg (1984), en primer lugar se procede a aplicar el estadístico C para probar si hay o no tendencia dentro de la fase de línea base (Paso 1).

En la tabla 23 se presentan los resultados de este análisis en los que se obtiene un valor de Z superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5%. Por tanto se obtiene un valor significativo ($Z=3,759$, $p<0,05$) que lleva a rechazar la hipótesis nula y a concluir que existe una tendencia estadísticamente significativa en la línea base.

Tabla 23. Cálculo de estadístico C en la Línea Base

	Fase de Línea Base
Nº Observaciones	19
Estadístico C	0,817
Error estándar	0,217
Z	3,759

Dada la existencia de una tendencia en la fase de línea base, se implementa el paso 3 de forma que el estadístico C se utiliza para probar si esta tendencia se prolonga o bien se produce un cambio durante la fase de intervención que previamente habrá sido ajustada a una recta de regresión. En el caso de que se acepte la hipótesis alternativa, se concluye que el programa de intervención es significativo.

Por lo tanto, en esta estrategia de análisis, la hipótesis nula es que en la fase de tratamiento se observa la misma tendencia (iniciada en la fase de línea base) y la hipótesis alternativa que la tendencia cambia.

En este caso, en la tabla 24 se presentan los resultados de estos análisis en los que se obtiene que la comparación de series utilizando la técnica de la regresión es significativa ($Z= 1,983$, $p<0,05$).

Tabla 24. Cálculo de estadístico C en la comparación de series

			Comparación de series
	Fase de Línea Base	Fase de Intervención	Técnica de regresión
Nº Observaciones	19	10	10
Estadístico C	0,817	0.244	0,551
Error estándar	0,217	0.284	0,284
Z	3,759	0,860	1,938

El valor de Z resultante de la comparación de series mediante la técnica de regresión es superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5%. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que en la fase de intervención se observa la misma tendencia iniciada en la fase de línea base y se acepta la hipótesis alternativa de que la tendencia cambia, con lo que puede afirmarse que la intervención es efectiva. Estos resultados confirman que se produce un cambio de tendencia significativo entre la fase de línea

base y la fase de intervención y que puede asociarse a la eficacia del programa de intervención comportamental implementado en el estudio.

ESTUDIO II: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 1 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA

El estudio II comienza una vez que ha concluido la fase de estructura en la obra de construcción 1. En este momento, ya se encuentran levantados los cimientos, la estructura de columnas de hormigón y el forjado de las plantas y la obra inicia una fase constructiva diferente que se centra en los trabajos de albañilería. Esto supone un cambio del escenario de trabajo tanto en cuanto al número de empresas subcontratadas y el personal operativo en la obra como de los riesgos existentes.

1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES

Durante la realización del estudio en la fase de trabajos de albañilería, la fiabilidad inter-observadores (o fiabilidad inter-jueces), fue evaluada en 8 ocasiones en las que la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales A de la empresa aplicaron el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* independientemente y durante el mismo momento temporal.

En la tabla 25 se presentan los principales estadísticos descriptivos referidos al número de observaciones realizadas. Igualmente, se presentan los principales estadísticos descriptivos del Índice de Seguridad Específico referido a las categorías A (Comportamiento del Trabajador) y B (Equipos de Protección Individual) (ISE_{AB}) obtenido como resultado de la aplicación del protocolo de observación en cada una de las 8 ocasiones.

La desviación típica del ISE_{AB} obtenida en las 8 ocasiones en las que fue aplicado el protocolo de observación por los dos observadores oscila entre 1,55 y 9,13. Asimismo, la media del error del ISE_{AB} es inferior a 13 en todas las ocasiones en las que el protocolo de observación fue aplicado por los dos observadores.

Tabla 25. Estadísticos descriptivos del número de observaciones y del ISE_{AB} obtenidos en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería con presencia de dos observadores

Observación	Media del número de observaciones	Desviación típica del número de observaciones	Media del ISE_{AB} (%)	Desviación típica del ISE_{AB}	Media del error del ISE_{AB} (%)
1	25,5	1,5	80,56	2,78	3,45
2	31,5	3,5	82,86	2,86	3,45
3	32	4	73,02	9,13	12,50
4	27	5	62,22	5,97	9,59
5	28	3	70,71	6,71	9,49
6	18	2	41,88	1,88	4,48
7	35,5	0,5	90,12	1,55	1,72
8	29,5	2,5	81,08	3,30	4,07

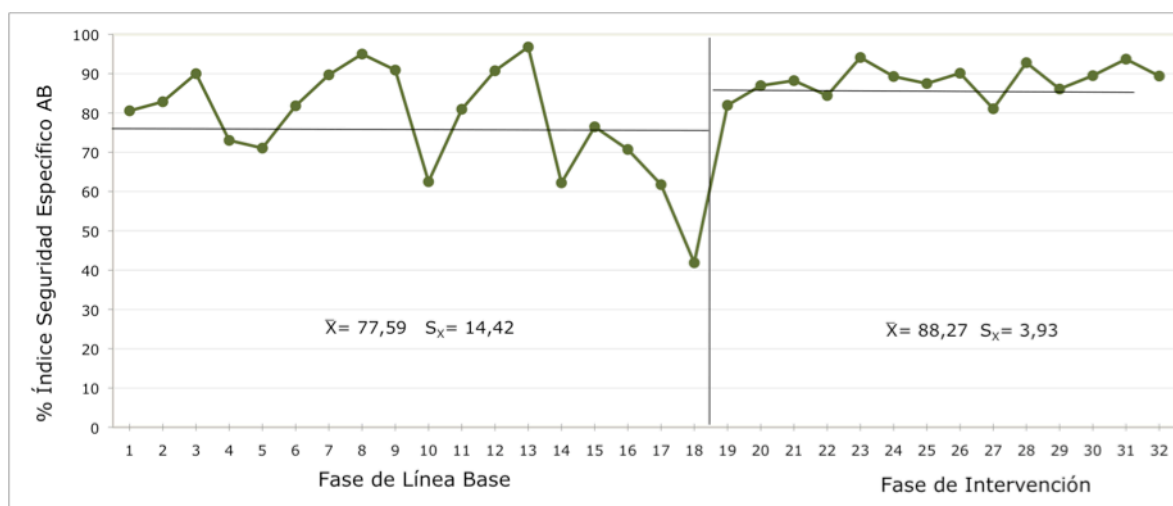
2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

2.1. ANÁLISIS GRÁFICO

2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención

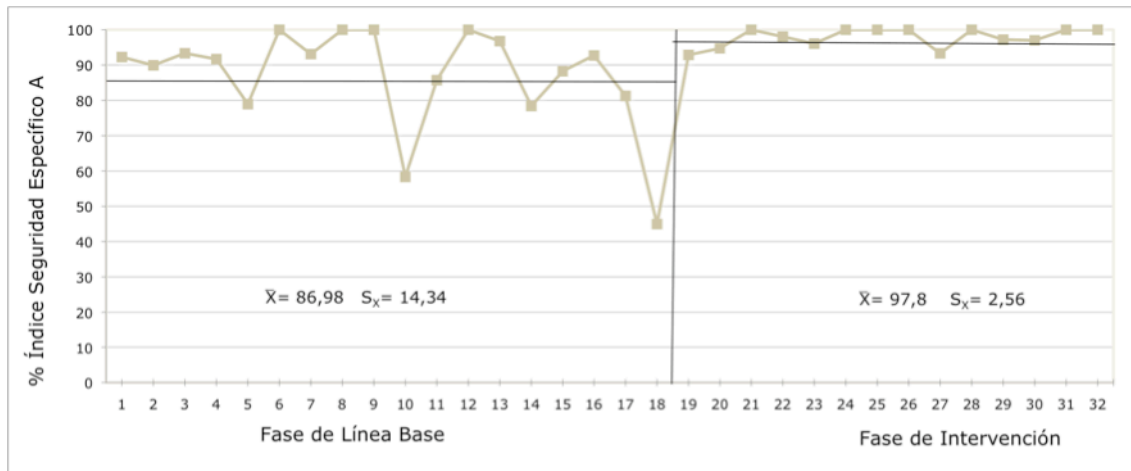
La gráfica 34 muestra la evolución del Índice de Seguridad Específico referido a las categorías A (Comportamiento del Trabajador) y B (Equipos de Protección Individual) (ISE_{AB}) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería. En la línea base, el ISE_{AB} osciló entre 41,88% y 95% con una media de 77,59%, mientras que en la fase de intervención este índice osciló entre 81,08% y 94,12% con una media de 88,27%. Conforme a lo esperado este índice muestra una mejora de 10,68. Por otro lado, y también conforme a lo previsto, la variabilidad de los datos es menor durante la fase de intervención ($S_x=14,42$) que durante la fase de línea base ($S_x=3,93$). Estos resultados pueden ser indicadores de la posible eficacia de la metodología de intervención comportamental implementada.

Gráfica 34. Evolución del ISE_{AB} (Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



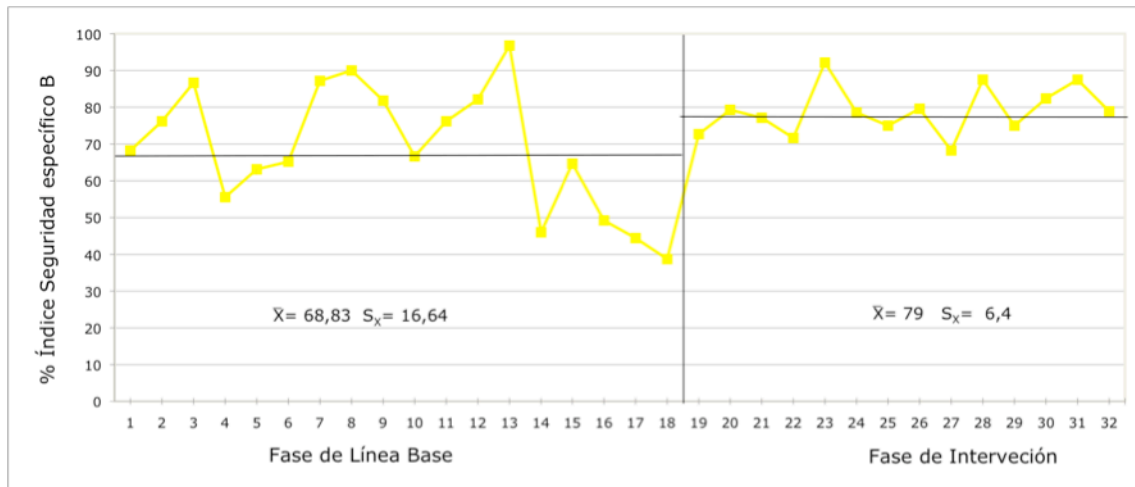
Dado que el ISE_{AB} incluye los datos de las categorías del protocolo de observación A y B, a continuación, se presentan las gráficas de evolución de los Índices de Seguridad Específicos (ISEs) referidos a cada una de ellas por separado (Gráficas 35 y 36).

Gráfica 35. Evolución del ISE_A (Comportamiento del Trabajador) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



El análisis del ISE_A (Comportamiento del Trabajador) permite observar que la media de este índice aumentó 10,82 durante la fase de intervención con respecto a la fase de línea base. Además, también se observa un importante descenso de la variabilidad durante la fase de intervención que disminuye 11,78 puntos porcentuales con respecto a la fase de línea base.

Gráfica 36. Evolución del ISE_B (Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



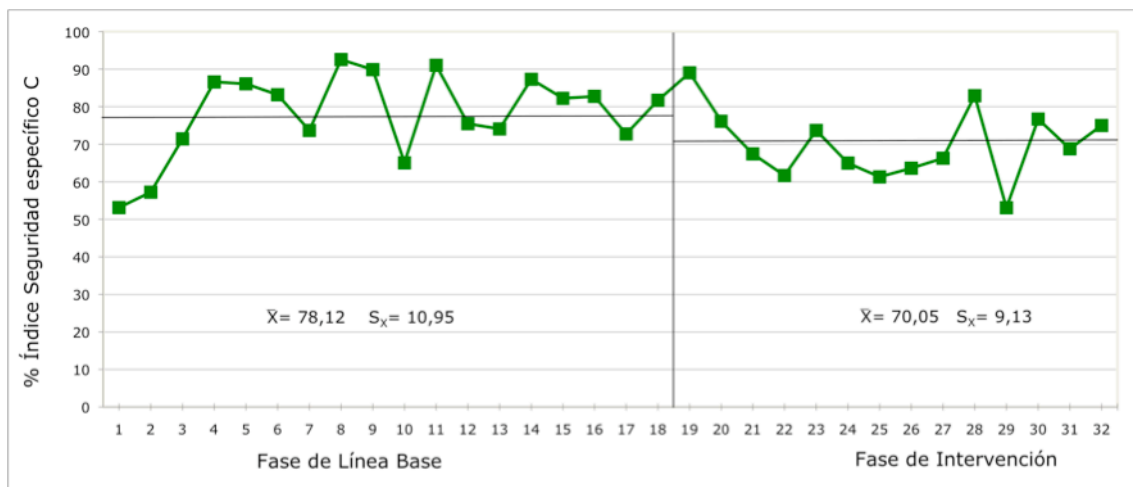
Por su parte, el ISE_B (Equipos de Protección Individual) también aumenta su media y disminuye su variabilidad durante la fase de intervención con respecto a la de línea base. Concretamente, este índice muestra un aumento de su media de un 10,17 y una disminución de la variabilidad de los datos de 10,24.

2.1.2. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo control

A continuación, se presenta la gráfica del Índice de Seguridad Específico referido a la categoría de Orden y Limpieza (ISE_C) (Gráfica 37), que se ha considerado como índice de seguridad de control en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería. Esto es, un índice obtenido a partir de los datos de observación sobre una categoría sobre la que no se ha realizado intervención y que por sus características puede ser razonablemente comparable con las categorías sobre las que sí se ha realizado la intervención. Así, se ha considerado al ISE_C como índice de seguridad de control porque es la categoría del protocolo que tiene un mayor componente

comportamental y que por tanto, dada las características que comparten respecto a esta naturaleza, lo hacen más comparable con los ISE_A y al ISE_B. Además, debido a la naturaleza de la fase de obra y el número de personal implicado, se dispone de suficiente número de observaciones.

Gráfica 37. Evolución del ISE_C (Orden y Limpieza) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



Como puede observarse, la media del ISE_C disminuye un 8,07% durante la fase de intervención respecto a la línea base, mostrando un empeoramiento en lugar de mejora. Por otro lado, aunque la variabilidad disminuye, solamente lo hace en un 1,82. Teniendo en cuenta que no se realizó ninguna intervención sobre los aspectos de seguridad incluidos en la categoría de Orden y Limpieza, los resultados obtenidos en este índice sí contribuyen a avalar la validez interna de la investigación, al aumentar nuestra confianza en que los efectos obtenidos en la categoría A y B bajo intervención se deben al tratamiento implementado.

2.1.3. Análisis gráfico de los índices de seguridad bajo registro

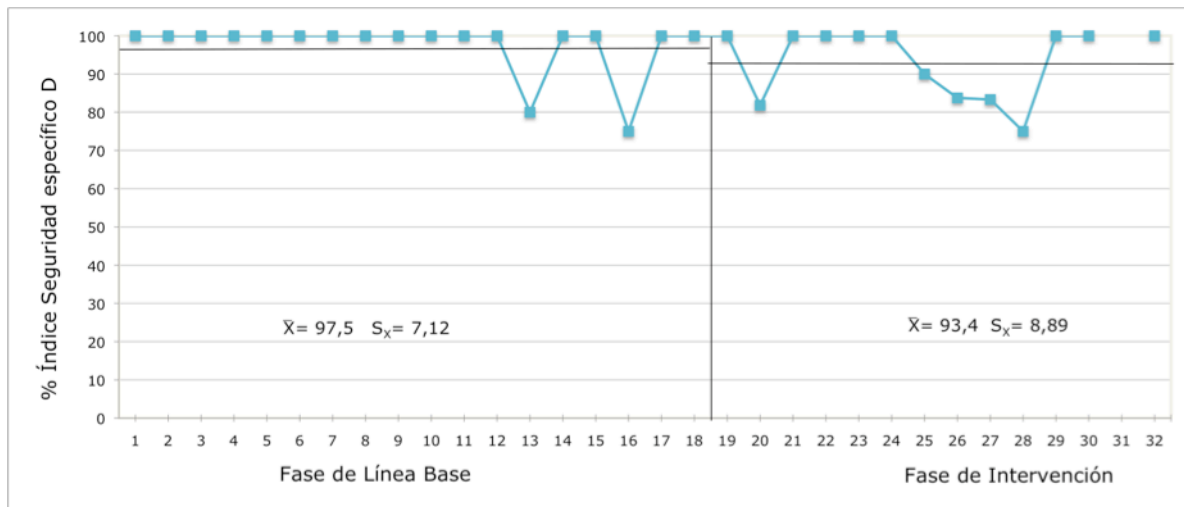
A continuación se presenta el análisis gráfico de los Índices de Seguridad Específicos considerados como índices bajo registro en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería. Concretamente, en las gráficas 38, 39, 40 y 41 se presenta la evolución de los índices referidos a las categorías de Equipos de Trabajo (ISE_D), Medios Auxiliares (ISE_E), Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas (ISE_F) y Electricidad e Iluminación (ISE_G) respectivamente.

Dichos Índices de Seguridad Específicos han sido considerados como índices bajo registro y no como índices bajo control debido a que las características de los datos obtenidos y su naturaleza de carácter menos comportamental compromete que puedan ser un punto de comparación razonable con el índice de seguridad bajo intervención.

En la gráfica 38 referida a la categoría de Equipos de Trabajo destaca que la media del índice de seguridad disminuye un 4,1% mientras que la desviación típica aumenta un 1,7.

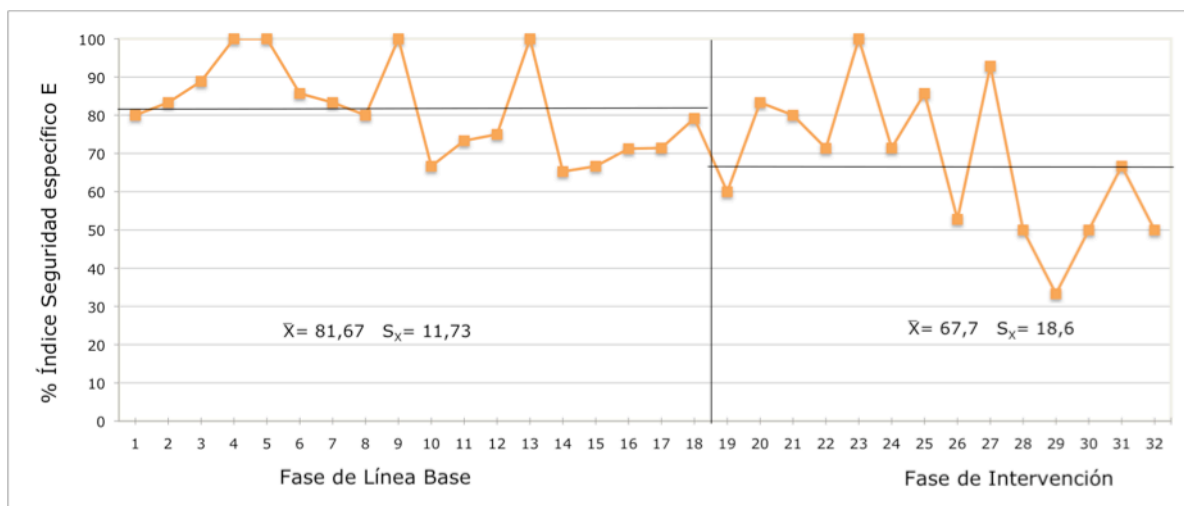
El índice caracterizado por pocas observaciones en cada registro permanece en el 100% de seguridad durante las primeras 12 observaciones, circunstancia que desaconseja su uso como referente de control.

Gráfica 38. Evolución del ISE_D (Equipos de Trabajo) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



En la gráfica 39 referida a la categoría de Medios Auxiliares destaca que la media del índice de seguridad disminuye un 13,97% mientras que su desviación típica aumenta un 6,87.

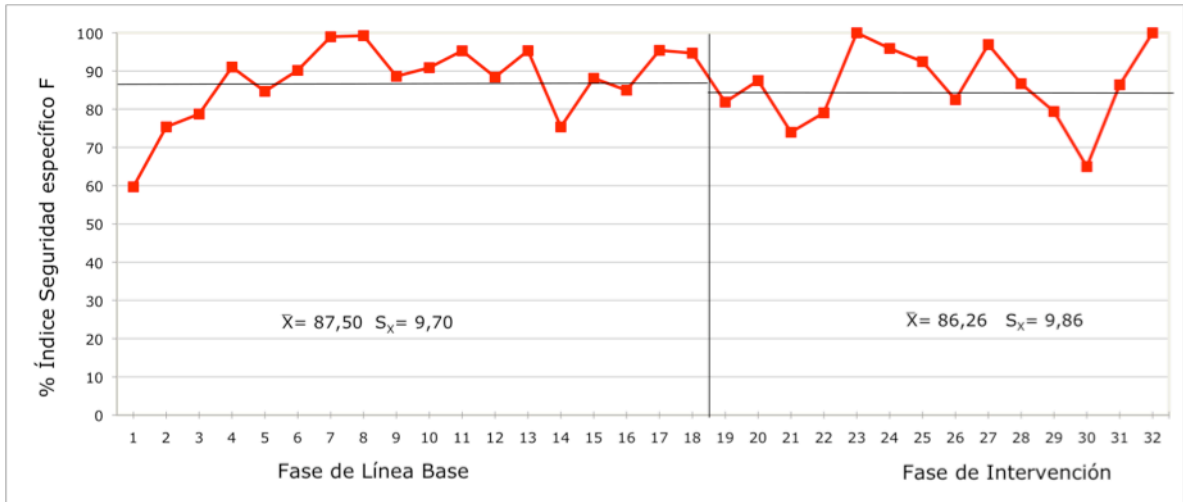
Gráfica 39. Evolución del ISE_E (Medios Auxiliares) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



En la gráfica 40 referida a la categoría de Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas, la media del índice de seguridad

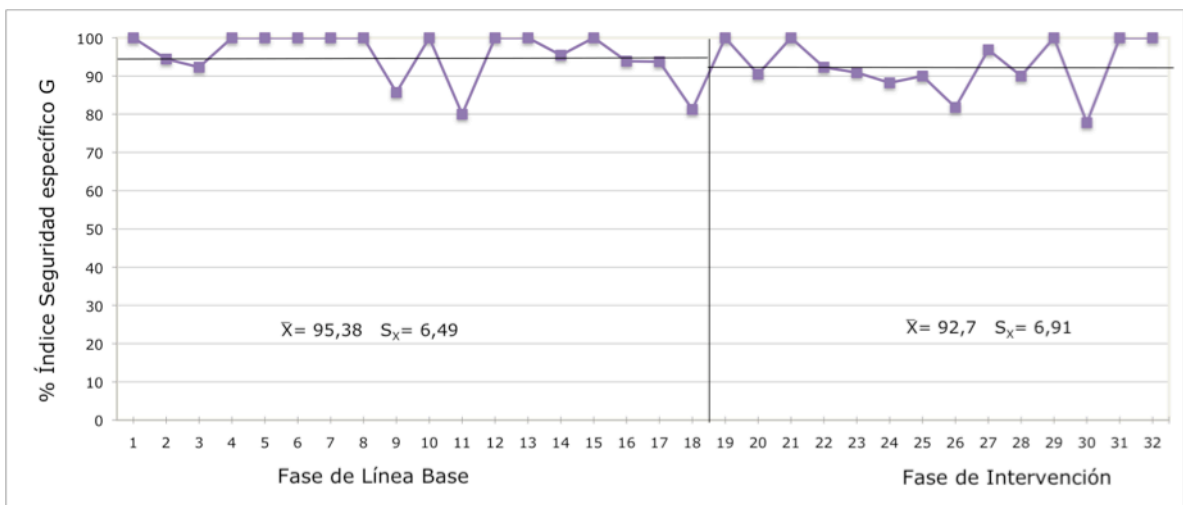
disminuye un 1,24% mientras que la desviación típica aumenta un 0,6

Gráfica 40. Evolución del ISE_F (Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



En la gráfica 41 referida a la categoría de Electricidad e Iluminación la media del índice de seguridad disminuye un 2,68% y la desviación típica aumenta un 0,42.

Gráfica 41. Evolución del ISE_G (Electricidad e Iluminación) en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



A pesar de que no se han considerado como índices de control, la evolución de estos índices bajo registro muestra unos resultados conforme a lo esperado, dado que no se ha realizado ningún tipo de intervención sobre los ítems considerados en todos ellos. Esto es, ningún ISE bajo registro alcanza una media en la fase de intervención que sea superior a la de la fase de línea base. Por otro lado, dichos índices tampoco muestran otro de los efectos esperados como consecuencia de la intervención y que se refiere a la disminución de la variabilidad de los datos.

2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En este apartado se presenta el análisis estadístico del índice de seguridad bajo intervención del segundo estudio de la investigación realizado en la obra de construcción 1 durante la fase de albañilería.

En el primer lugar se presenta un análisis descriptivo de los datos. En segundo lugar se evalúa la presencia de dependencia serial o autocorrelación en la totalidad de la serie de datos, es decir, en el conjunto de datos formado por cada uno de los ISE_{AB} obtenidos en las 32 observaciones que conforman la fase de línea base y la fase de intervención. Los resultados de este análisis sugerirán la elección del tipo de análisis posterior que permitirá evaluar la metodología de intervención implementada en este estudio, es decir, que evaluará la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la media del ISE_{AB} de la fase de línea base y la de la fase de intervención.

2.2.1. Análisis estadístico descriptivo

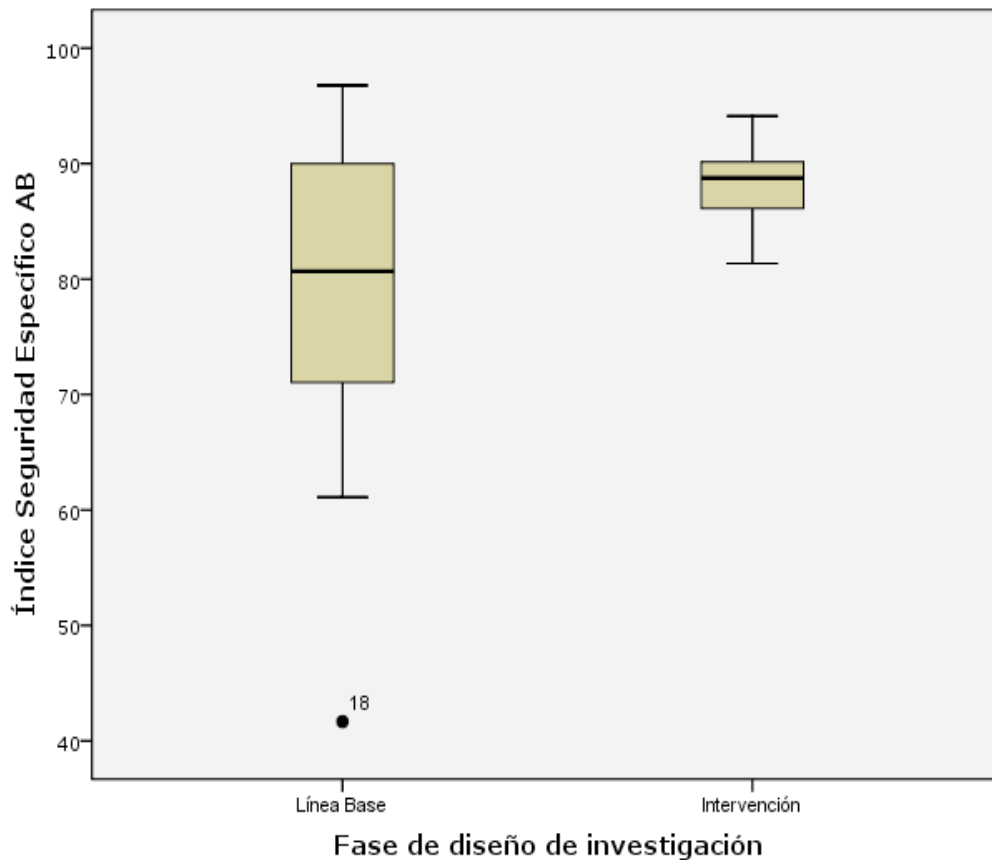
En referencia al análisis descriptivo de los datos, en la tabla 26 se presenta un resumen de los principales estadísticos descriptivos referidos al ISE_{AB} durante la fase de línea base e intervención.

Tabla 26. Estadísticos descriptivos referidos al ISE_{AB} en la obra de construcción 1 durante la fase de los trabajos de albañilería

Descriptivos				
	N	Media	Desviación típica	Error típico
Línea Base	18	77,5945	14,42755	3,40061
Intervención	14	88,2773	3,93232	1,05096
Total	32	82,2683	12,23210	2,16235

Por otro lado, en la gráfica 42 se presentan los diagramas de caja agrupados según la variable fase de investigación. Este tipo de gráfica permite un análisis de la tendencia central, dispersión y la simetría de los datos.

Gráfica 42. Diagrama de caja referido al ISE_{AB} en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería



Con respecto al análisis de la tendencia central de los datos, se obtiene que, conforme a lo esperado, la mediana de la fase de línea base es inferior a la de la fase de intervención. Esto es, el valor del ISE_{AB} que divide la distribución de los datos en dos partes iguales en cada una de la fases, dejando un 50% de los valores tanto por encima como por debajo, es mayor en la fase de intervención.

En cuanto a la dispersión, el tamaño de la caja permite observar que el rango intercuartílico es considerablemente mayor en el caso de los datos de la fase de línea base. Esto es, los datos en la fase de línea base están mucho más dispersos que los de la fase de intervención.

Por otro lado, en los datos de la fase de línea base, el diagrama de caja indica la existencia de un caso atípico que está representado mediante un círculo y que corresponde a la observación número 18, cuyo ISE_{AB} es anormalmente inferior al resto de observaciones.

Finalmente, en referencia a la simetría, se observa que la distribución de los datos en la fase de línea base es prácticamente simétrica. En la fase de intervención puede advertirse un cierto grado de asimetría negativa que indica que durante esta fase, los valores de los ISE_{AB} superiores a la media están más concentrados mientras que los valores inferiores a la media están algo más dispersos.

2.2.2. Análisis de la dependencia serial

En referencia al análisis de la dependencia serial, en la tabla 27 se presentan las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales. Los resultados muestran que ninguna de las autocorrelaciones es diferente de cero de forma estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99% dado que el estadístico Q de Box-Ljung permanece no significativo en todos y cada uno de los niveles de diferenciación o retardos.

Tabla 27. Autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales del ISE_{AB} de la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería

Retardo	Autocorrelaciones					Autocorrelaciones parciales	
	Autocorrelación	Típ. Error ^a	Estadístico de Box-Ljung			Autocorrelación parcial	Típ. Error
			Valor	gl	Sig. ^b		
1	,346	,169	4,196	1	,041	,346	,177
2	,049	,166	4,284	2	,117	-,080	,177
3	-,002	,163	4,284	3	,232	,008	,177
4	,215	,160	6,081	4	,193	,248	,177
5	-,131	,158	6,772	5	,238	-,356	,177
6	-,100	,155	7,192	6	,303	,117	,177
7	-,090	,152	7,544	7	,374	-,081	,177
8	-,010	,149	7,549	8	,479	-,075	,177
9	-,155	,145	8,687	9	,467	,000	,177
10	-,158	,142	9,917	10	,448	-,188	,177
11	-,128	,139	10,766	11	,463	,022	,177
12	-,033	,136	10,826	12	,544	-,021	,177
13	-,007	,132	10,829	13	,625	,030	,177
14	-,107	,129	11,521	14	,645	-,148	,177
15	-,105	,125	12,225	15	,662	-,040	,177
16	-,038	,121	12,323	16	,721	-,015	,177

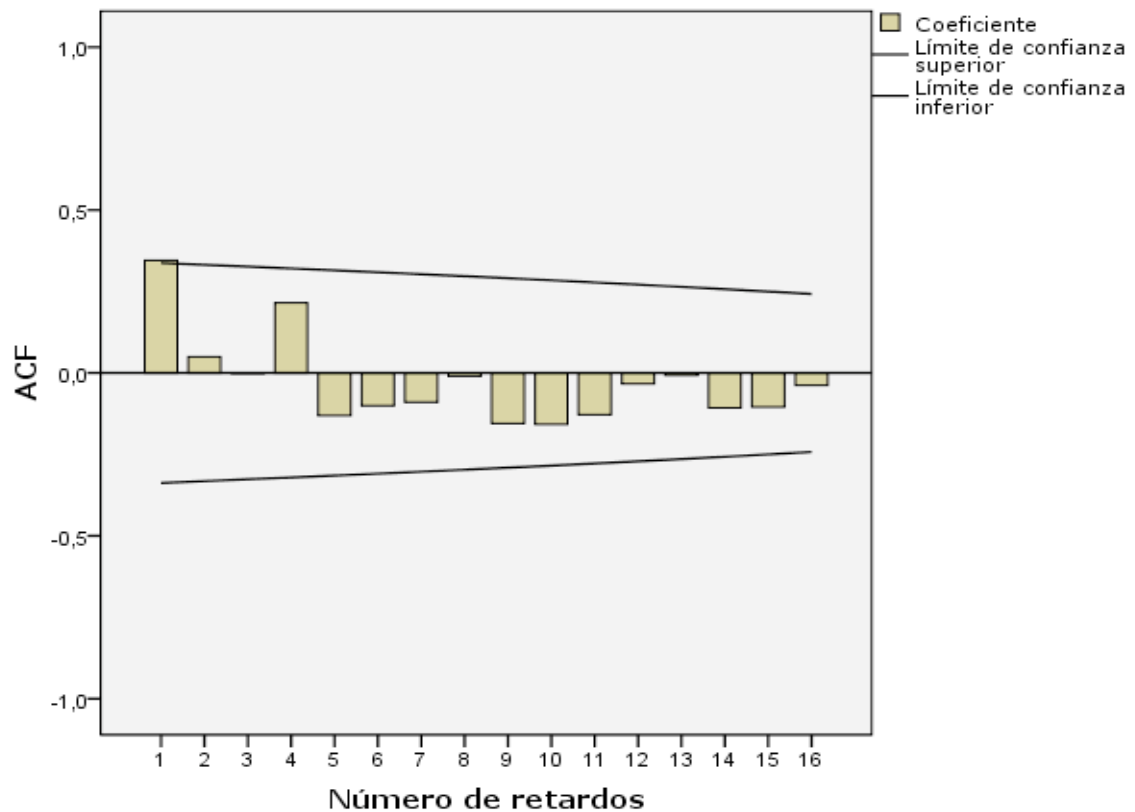
a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco)

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica

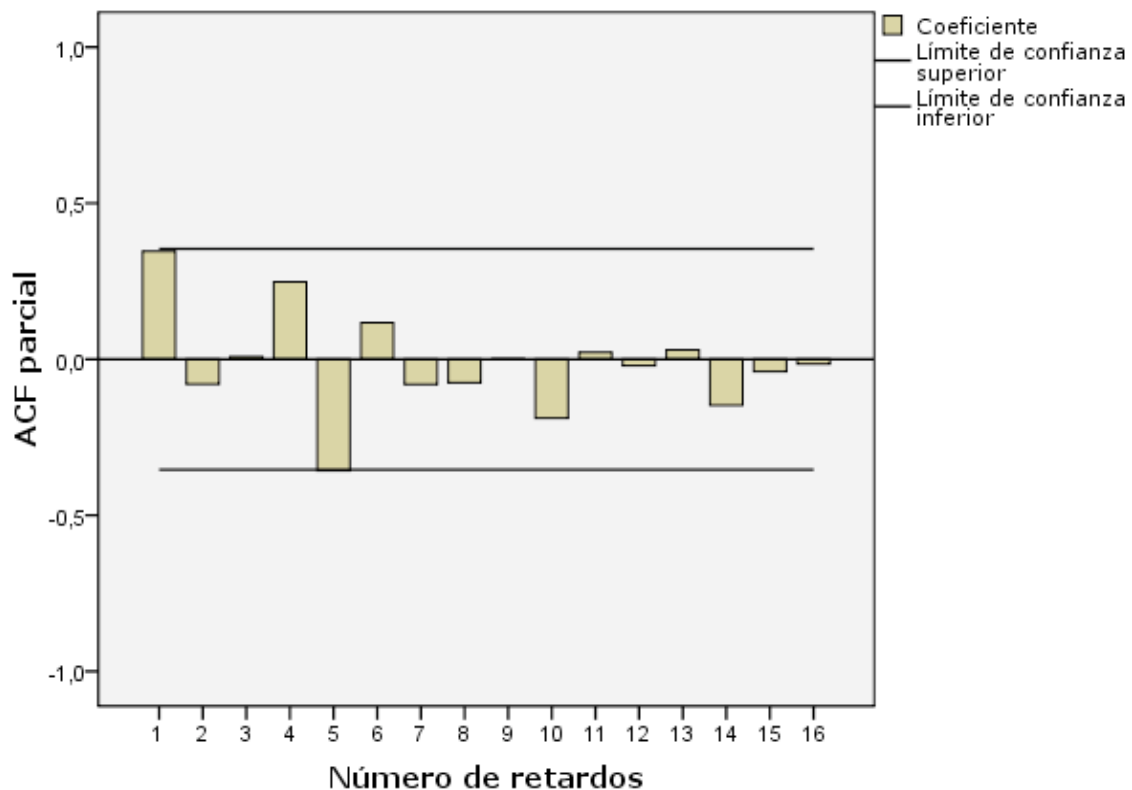
En las gráficas 43 y 44 se presentan la función de autocorrelación (AFC) y la función de autocorrelación parcial (PACF), respectivamente. En ellas se observa como ninguno de los coeficientes de autocorrelación y autocorrelación parcial son

significativos ya que no sobrepasan los límites de confianza superior ni inferior. La autocorrelación de orden 1 y la autocorrelación parcial de orden 1 y 5 son las más elevadas, aunque no resultan estadísticamente significativas al nivel de confianza del 99%.

Gráfica 43. Función de Autocorrelación (ACF)



Gráfica 44. Función de Autocorrelación Parcial (ACF parcial)



Considerando un nivel de confianza del 99%, los resultados de estos análisis sí permiten asumir la ausencia de autocorrelación o dependencia serial significativa en la serie de datos, dado que ninguna de las autocorrelaciones resulta significativa. Por tanto, estos resultados sugieren que en el siguiente tipo de análisis puede ensayarse una estrategia de evaluación de la metodología de intervención mediante las pruebas clásicas de comparación de medias tales como la prueba t para muestras independientes y la regresión minimocuadrática (Ostrom, 1978).

Sin embargo, considerando un nivel de confianza del 95%, los resultados de los análisis no permiten asumir la ausencia de autocorrelación o dependencia serial, dado que la autocorrelación de orden 1 es significativa ($p=0,041$). Por tanto, considerando este nivel de confianza, los resultados sugieren que en el siguiente tipo de

análisis puede ensayarse una estrategia de evaluación de la metodología de intervención mediante la realización de una prueba estadística no paramétrica basada en los principios de la aleatorización de respuestas. Concretamente a través del estadístico C de Young (1941) que permite probar la presencia de tendencias y cambios de tendencia entre la fase de línea base y la fase de intervención.

Dada la diferencia de resultados en la existencia de autocorrelación en la serie de datos producida al tener en cuenta el nivel de confianza del 99% y del 95%, se considera que para evaluar la metodología de intervención es razonable y necesario proceder a la realización de las estrategias de análisis sugeridas por ambos resultados.

2.2.3. Análisis asumiendo la ausencia de autocorrelación

En este apartado se implementará la estrategia de análisis sugerida por los resultados derivados de considerar un nivel de confianza del 99%, los cuales permiten asumir la ausencia de autocorrelación. En este caso, se presentarán los resultados de la evaluación de la metodología de intervención mediante pruebas de comparación de medias y la regresión minimocuadrática.

2.2.3.1. Pruebas de comparación de medias

La primera estrategia de análisis de datos es la comparación de las medias obtenidas en el ISE_{AB} durante la fase de línea base e intervención mediante el procedimiento de un prueba t para

muestras independientes. Dado que esta prueba exige el cumplimiento de los supuestos de normalidad en cada una de las distribuciones observadas y homocedasticidad (homogeneidad o igualdad de las varianzas en las distribuciones observadas), a continuación se presentan los resultados de las pruebas estadísticas que permiten la comprobación de dichos supuestos.

La comprobación de supuesto de normalidad se realiza mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov que compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada, en este caso, la normal, de modo que contrasta la hipótesis nula de que los datos observados siguen una distribución normal. También se ha calculado la prueba de Shapiro-Wilk que es una alternativa más potente cuando el número de observaciones no supera el número de 50, tal y como es en este caso. Los resultados obtenidos (Tabla 28) muestran que tanto el estadístico de prueba Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors como el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk presentan un nivel de significación mayor a 0,05 por lo que no puede rechazarse la hipótesis de normalidad de las distribuciones observadas.

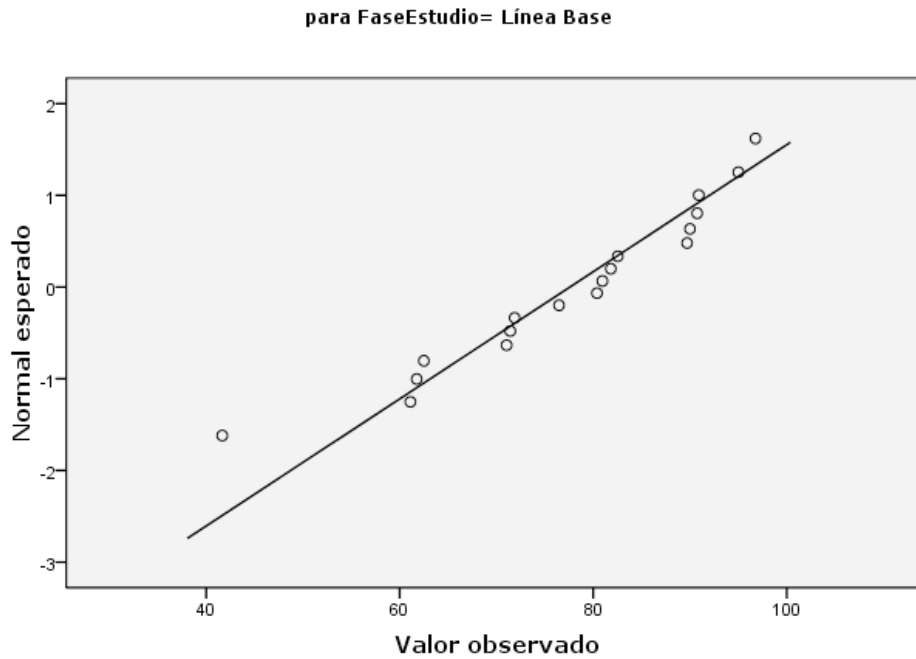
Tabla 28. Pruebas de normalidad referidas al ISE_{AB} en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería

Pruebas de normalidad							
Fase de diseño de investigación		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IS_{AB}	Línea Base	,133	18	,200	,933	18	,223
	Intervención	,104	14	,200	,956	14	,657

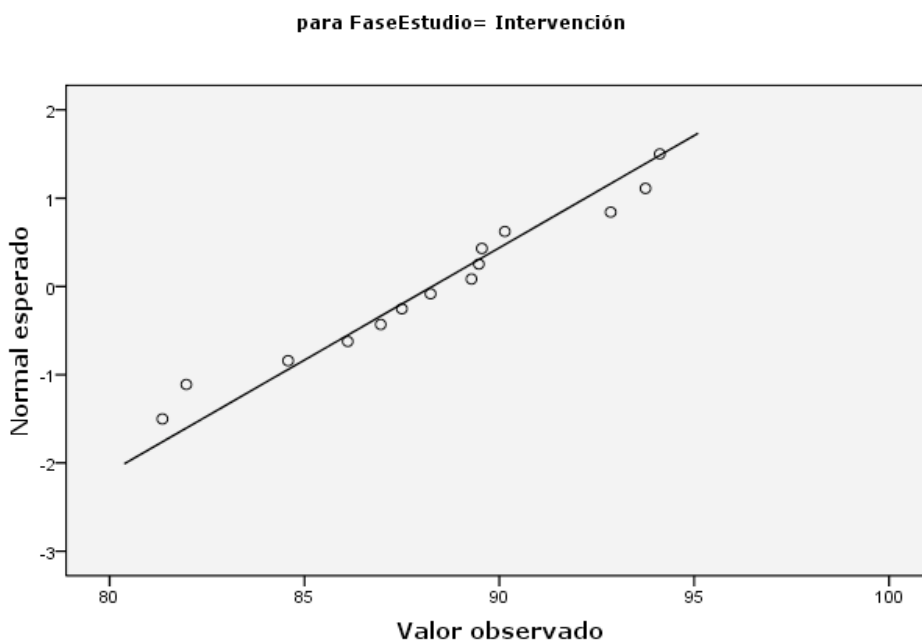
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Los gráficos Q-Q normal ratifican los resultados anteriores, ya que los valores observados tanto en la fase de línea base (Gráfica 45) como de intervención (Gráfica 46) se sitúan aproximadamente sobre la recta esperada bajo el supuesto de normalidad.

Gráfica 45. Gráfica Q-Q normal del ISE_{AB} durante la fase de línea base



Gráfica 46. Gráfico Q-Q normal del ISE_{AB} durante la fase de intervención



La comprobación del supuesto de homocedasticidad se realiza mediante el cálculo del estadístico de Levene que permite comprobar la hipótesis nula que considera la igualdad de varianzas entre las distribuciones observadas, es decir, entre los datos de la fase de línea base e intervención. En este caso el resultado ofrecido en la tabla 29 no permite afirmar que se cumple este supuesto ya que el estadístico de Levene es estadísticamente significativo y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que considera la igualdad de varianzas entre las distribuciones.

Tabla 29. Estadístico de Levene referido al ISE_{AB} en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
13,241	1	30	,001

La presencia de diferencias significativas entre las varianzas de la fase de línea base y la fase de intervención de modo que en la segunda se produce una reducción de la variabilidad es un efecto positivo y deseado del tratamiento.

Ante esta diferencia entre las varianzas, el estadístico seleccionado para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la media del ISE_{AB} de la fase de línea base e intervención será la prueba t en la que no se han asumido varianzas iguales (Tabla 30).

Tabla 30. Prueba t de comparación de igualdad de medias no asumiendo varianzas iguales referido al ISE_{AB} en la obra de construcción 1 durante los trabajos de albañilería

Prueba de muestras independientes							
	Prueba T para la igualdad medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia medias	Error típ. diferencia	95% Intervalo confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
IS _{AB}	-3,001	20,162	,007	-10,68281	3,55930	-18,10356	-3,26206

Los resultados de esta prueba muestran una $t = -3,001$ y una $p = 0,007$ que es menor al nivel de significación considerado $\alpha = 0,05$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula que la no existencia de diferencia entre la media del ISE_{AB} de la fase de línea base e intervención y se considera que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas medias.

2.2.3.2. Análisis de un modelo de regresión

En último lugar, se presentan los resultados referidos al análisis de regresión lineal simple mediante el que se evalúa el efecto o influencia de la fase de investigación (variable independiente o predictora: línea base vs. intervención) sobre la media del ISE_{AB} (variable dependiente o predicha).

En el contexto del análisis de regresión también se permite la evaluación de la autocorrelación o dependencia serial de residuos mediante el estadístico de Durbin-Watson. En este caso, según los resultados obtenidos que se muestran en la tabla 32, se acepta la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación o dependencia serial

con un nivel de confianza del 99% ($d_s < d < 4 - d_s$; $d_s = 1,283$; $d = 1,408$; $N = 32$; $K = 1$; $\alpha = 0,01$). Este resultado es congruente con la evaluación de la autocorrelación o dependencia serial realizada anteriormente y sugiere que es razonable admitir los resultados del análisis de regresión. Igualmente, una vez aplicado este modelo de regresión, se ha calculado la autocorrelación de los residuales para un retardo igual a 1 (Tabla 31), obteniéndose un valor en dicha autocorrelación no significativo, lo cual apoya el hecho de que se puede evaluar el efecto de la intervención mediante los resultados del análisis de este modelo de regresión.

Tabla 31. Autocorrelación y autocorrelaciones parciales de los residuos no tipificados generados por la aplicación del modelo de regresión

	Autocorrelaciones					Autocorrelaciones parciales	
			Estadístico de Box-Ljung				
Retardo	Autocorrelación	Típ. Error ^a	Valor	gl	Sig. ^b	Autocorrelación parcial	Típ. Error
1	,295	,169	3,045	1	,081	,295	,177

A continuación, las siguientes tablas informan de los estadísticos de bondad de ajuste del modelo de regresión (Tabla 32), de la significación de la ecuación de regresión en su conjunto (Tabla 33) y del valor de cada coeficiente junto a su significación estadística (Tabla 34).

Entre los principales resultados, destaca el resultado de R cuadrado o coeficiente de determinación ofrecido en la tabla 32 que muestra que el modelo de regresión estimado explica el 19,4% de la varianza obtenida en el ISE_{AB} . Así, el 19,4% de la variabilidad obtenida en el índice de seguridad referido al comportamiento del

trabajador y el uso de equipos de protección individual viene explicado por la influencia de que en la obra de construcción estuviera presente una fase de línea base o de intervención.

Tabla 32. Estadísticos de bondad de ajuste del modelo de regresión

Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,440	,194	,167	11,16489	1,408

En la tabla 33 se presenta la prueba ANOVA que contrasta la hipótesis nula acerca de la significación de la ecuación de regresión, en concreto contrasta la $H_0: R^2=0$. En este caso se obtiene el resultado de una razón F asociada al modelo de regresión estadísticamente significativa, de modo que puede afirmarse que la ecuación de regresión es significativa.

Tabla 33. Prueba ANOVA acerca de la significación de la ecuación de regresión

ANOVA					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	898,714	1	898,714	7,210	,012a
Residual	3739,642	30	124,655		
Total	4638,356	31			

Finalmente, en la tabla 34 se presentan los valores de los coeficientes de la ecuación de regresión no estandarizados y estandarizados, así como sus respectivas pruebas de significación.

El coeficiente no estandarizado correspondiente a la constante ($a=77,59$) resulta estadísticamente significativo. Este coeficiente se refiere a que la media del ISE_{AB} antes de la fase de intervención es de 77,59%.

Por su parte, el coeficiente de regresión no estandarizado asociado a la fase del diseño de investigación también ha resultado claramente significativo. Este resultado indica que el cambio medio que corresponde a la variable dependiente (ISE_{AB}) como consecuencia del cambio de fase de diseño de la investigación es de 10,68%.

En cuanto al coeficiente de regresión estandarizado, dado que se trata de un análisis de regresión simple, éste se refiere a la única variable independiente existente (fase del diseño de investigación) y coincide exactamente con el coeficiente de correlación de Pearson.

Tabla 34. Significación de los coeficientes de regresión

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados		
	B	Error típ.	Beta	t	Sig.
(Constante)	77,595	2,632		29,486	,000
Fase diseño de investigación	10,683	3,979	,440	2,685	,012

En síntesis los resultados obtenidos en estos análisis muestran que la intervención sobre el ISE_{AB} en este segundo estudio, presenta efectos significativos en el sentido de la hipótesis, es decir, se ha obtenido un incremento significativo de la media del índice de seguridad y una reducción significativa de su varianza.

2.2.4. Análisis asumiendo la presencia de autocorrelación

En este segundo apartado, se implementará la estrategia de análisis sugerida por los resultados derivados de considerar un nivel de confianza del 95%, los cuales no permiten asumir la ausencia de autocorrelación o dependencia serial entre los datos. En este caso, se presentarán los resultados de la evaluación de la metodología de intervención mediante la realización de una prueba estadística no paramétrica basada en los principios de la aleatorización de respuestas.

2.2.4.1. Análisis del estadístico C de Young

Según la estrategia de análisis propuesta por Blumberg (1984), en primer lugar se procederá a calcular el estadístico C para comprobar la existencia de una tendencia dentro de la fase de línea base (Paso 1).

En la tabla 35 se presentan los resultados del análisis realizado para calcular el estadístico C con los datos pertenecientes a la fase de línea base. En dichos resultados se obtiene un valor de Z superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5%. Por tanto se obtiene un valor significativo ($Z=2,074$, $p<0,05$) que lleva a rechazar la hipótesis nula y a concluir que existe una tendencia estadísticamente significativa en la línea base.

Tabla 35. Cálculo de estadístico C en la Línea Base

	Fase de Línea Base
Nº Observaciones	18
Estadístico C	0,461
Error estándar	0,222
Z	2,074

Dada la existencia de una tendencia en la fase de línea base, a continuación, se implementa el paso 3 de forma que el estadístico C se calcula para probar si esta tendencia se prolonga o, por el contrario, se produce un cambio durante la fase de intervención. Cabe destacar que previamente, los datos de la fase de intervención habrán sido ajustados a una recta de regresión.

En esta estrategia de análisis, la hipótesis nula es que en la fase de tratamiento se observa la misma tendencia iniciada en la fase de línea base. En el caso de que se acepte la hipótesis alternativa, se concluirá que el programa de intervención es significativo.

En la tabla 36 se presentan los resultados de estos análisis en los que se obtiene que la comparación de series utilizando la técnica de la regresión es significativa ($Z= 2,68, p<0,05$).

Tabla 36. Cálculo de estadístico C en la comparación de series

			Comparación de series
	Fase de Línea Base	Fase de Intervención	Técnica de regresión
Nº Observaciones	18	14	14
Estadístico C	0,461	-0.170	0,666
Error estándar	0,222	0.248	0,2848
Z	2,074	-0,687	2,68

El valor de Z resultante de la comparación de series mediante la técnica de regresión es superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5% ($Z=2,68$, $p<0,05$). Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que en la fase de tratamiento se observa la misma tendencia iniciada en la fase de línea base y se acepta la hipótesis alternativa de que la tendencia cambia, con lo que puede considerarse que esto es un indicador de que la intervención es efectiva. Estos resultados confirman que se produce un cambio de tendencia significativo entre la fase de línea base y la fase de intervención y que puede asociarse a la eficacia del programa de intervención comportamental implementado en el estudio.

ESTUDIO III: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA

1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES

Durante la realización del estudio en la fase de trabajos de estructura de la obra de construcción 2, la fiabilidad inter-observadores fue evaluada en 10 ocasiones en las que la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa aplicaron el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* durante el mismo momento temporal y de un modo independiente.

En la tabla 37 se presentan los principales estadísticos descriptivos referidos al número de observaciones realizadas y al ISE_{AB} obtenido como resultado de la aplicación del protocolo de observación en cada una de las 10 ocasiones.

La desviación típica del ISE_{AB} obtenida en las 10 ocasiones en las que fue aplicado el protocolo de observación por los dos observadores oscila entre 0 y 3,29. Los resultados de la evaluación de la fiabilidad inter-observadores indican que la media del error de del ISE_{AB} es igual o menor a 5,26 en todas las ocasiones en las que el protocolo de observación fue aplicado por los dos observadores.

Tabla 37. Estadísticos descriptivos del número de observaciones y del ISE_{AB} obtenidos en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura con presencia de dos observadores

Observación	Media del número de observaciones	Desviación típica del número de observaciones	Media del ISE_{AB} (%)	Desviación típica del ISE_{AB}	Media del error del ISE_{AB} (%)
1	19	1	95	5	5,26
2	40	0	95	0	0
3	33	1	80,33	0,92	1,14
4	26	0	96,15	0	0
5	32	5	76,23	2,15	2,82
6	31	1	67,71	1,04	1,54
7	34	2	74,83	2,95	3,94
8	30	4	74,77	1,70	2,27
9	26,5	1,5	75,29	3,29	4,36
10	21	1	90,45	0,45	0,50

2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

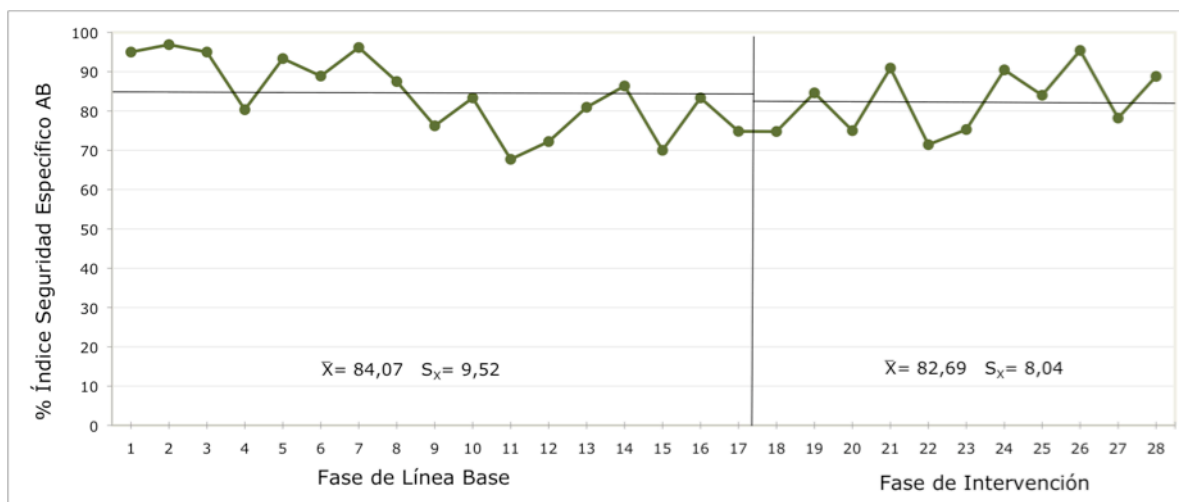
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO

2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención

La gráfica 47 muestra la evolución del Índice de Seguridad Específico referido a las categorías A (Comportamiento del Trabajador) y B (Equipos de Protección Individual) (ISE_{AB}) en la obra

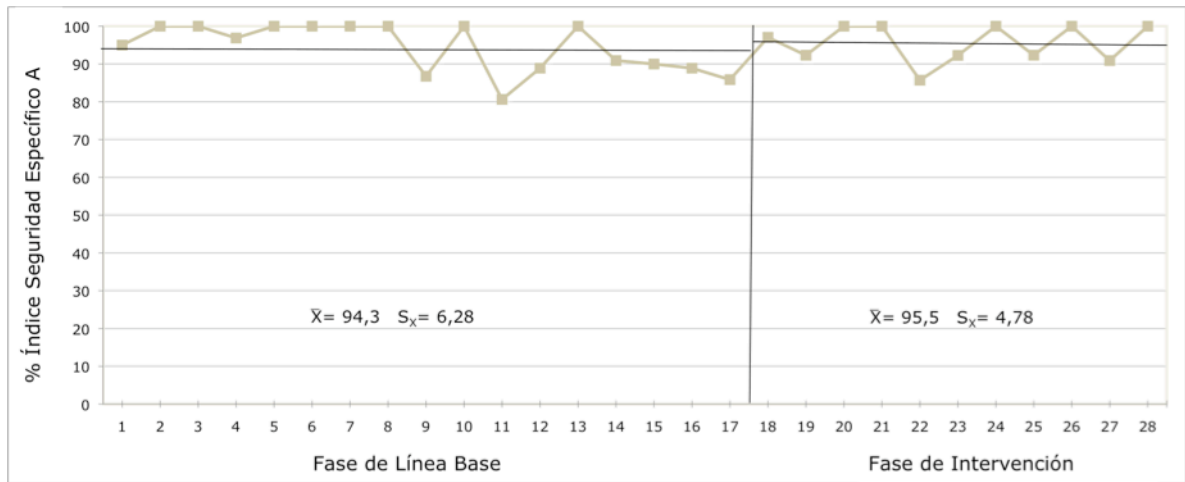
de construcción 2 durante la fase de trabajos de estructura. Un análisis de la misma, permite observar que durante la fase de línea base, este índice de seguridad se situó en niveles bastante altos y que de forma contraria a lo esperado, disminuyó ligeramente durante la fase de intervención. Concretamente, el ISE_{AB} osciló entre 67,71% y 96,88% con una media de 84,07% y una desviación típica de 9,52. En la fase de intervención, este índice osciló entre 71,43% y 90,45% con una media de 82,69% y una desviación típica de 8,04. Como puede observarse, si bien se ha obtenido una reducción de la variabilidad de los datos durante la fase de intervención de 1,48, no se ha conseguido aumentar el porcentaje del el ISE_{AB} que contrariamente a lo esperado, disminuye un 1,38. Estos resultados indican, que en este caso, la metodología comportamental implementada no ha ejercido una influencia relevante que permitiera mejorar el índice de seguridad bajo intervención.

Gráfica 47. Evolución del ISE_{AB} (Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura

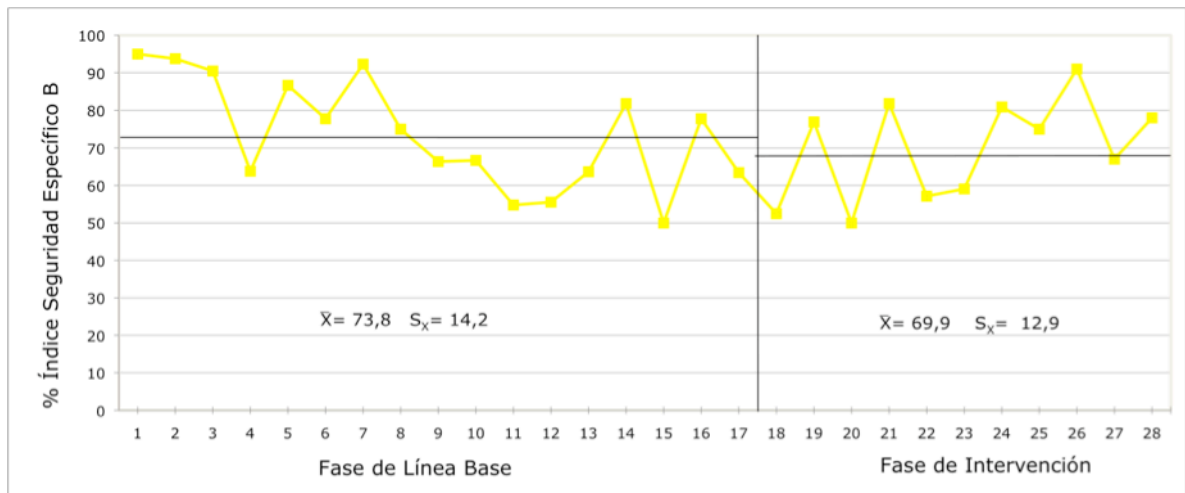


Con el objetivo de obtener más información acerca de los datos obtenidos en el ISE_{AB}, en las gráficas 48 y 49 se presentan los resultados obtenidos por separado para cada una de las dos categorías consideradas en el mismo.

Gráfica 48. Evolución del ISE_A (Comportamiento del Trabajador) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



Gráfica 49. Evolución del ISE_B (Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



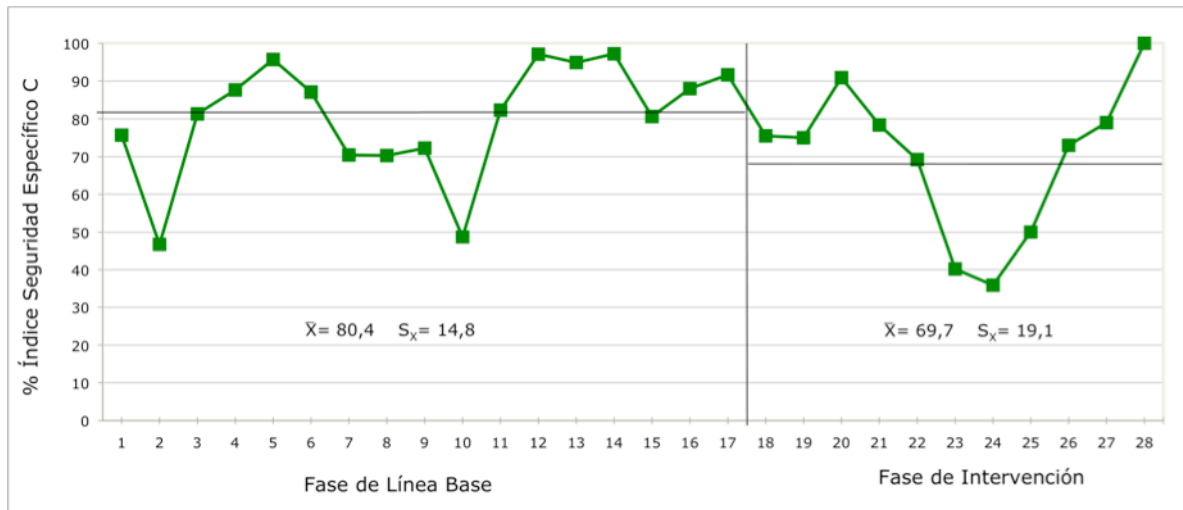
Como puede observarse, el ISE_A muestra un patrón de resultados conforme a lo esperado. La media de este índice de seguridad obtiene una mejora de un 1,2 en la fase de intervención

con respecto a la fase de línea base. Igualmente su variabilidad es menor, tal y como indica un descenso en la desviación típica. Sin embargo el ISE_B es el índice que muestra un patrón contrario a lo deseable. Si bien, muestra una menor variabilidad durante la fase de intervención, su media no consigue aumentar durante ésta. Concretamente, desciende 3,9 con respecto a la línea base.

2.1.2. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo control

A continuación, se presenta la gráfica del Índice de Seguridad Específico referido a la categoría de Orden y Limpieza (ISE_C) (Gráfica 50), que se ha considerado como índice de seguridad bajo control en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura. Este índice se ha obtenido a partir de los datos de observación los aspectos incluidos en la categoría de Orden y Limpieza sobre los que no se ha realizado ninguna intervención para mejorar sus condiciones de seguridad. El hecho de que el ISE_C haya sido considerado una categoría de control viene dado porque ésta es la categoría del protocolo que tiene un mayor componente comportamental y que por tanto, es más comparable con el índice de seguridad bajo intervención (ISE_{AB}). Dado que en este caso no se ha realizado ninguna intervención sobre el ISE_C , conforme a lo esperado, no se obtiene un aumento en la media del índice de seguridad ni un descenso de la variabilidad durante la fase de intervención. En este caso, se obtiene un descenso en la media del índice de seguridad, de un 10,7% y un aumento de la variabilidad de 4,3. Sin embargo, cabe destacar que en el sentido de lo esperado, ambos resultados son mayores que los obtenidos para el ISE_{AB} bajo intervención, en el cual, la media solamente disminuyó un 1,38% y la variabilidad consiguió disminuir un 1,48.

Gráfica 50. Evolución del ISE_C (Orden y Limpieza) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



2.1.3. Análisis gráfico de los índices de seguridad bajo registro

A continuación se presenta el análisis gráfico de los Índices de Seguridad Específicos considerados como índices bajo registro. Concretamente, en las gráficas 51, 52, 53 y 54, se presenta la evolución de los índices referidos a las categorías de Equipos de Trabajo (ISE_D), Medios Auxiliares (ISE_E), Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas (ISE_F) y Electricidad e Iluminación (ISE_G) respectivamente.

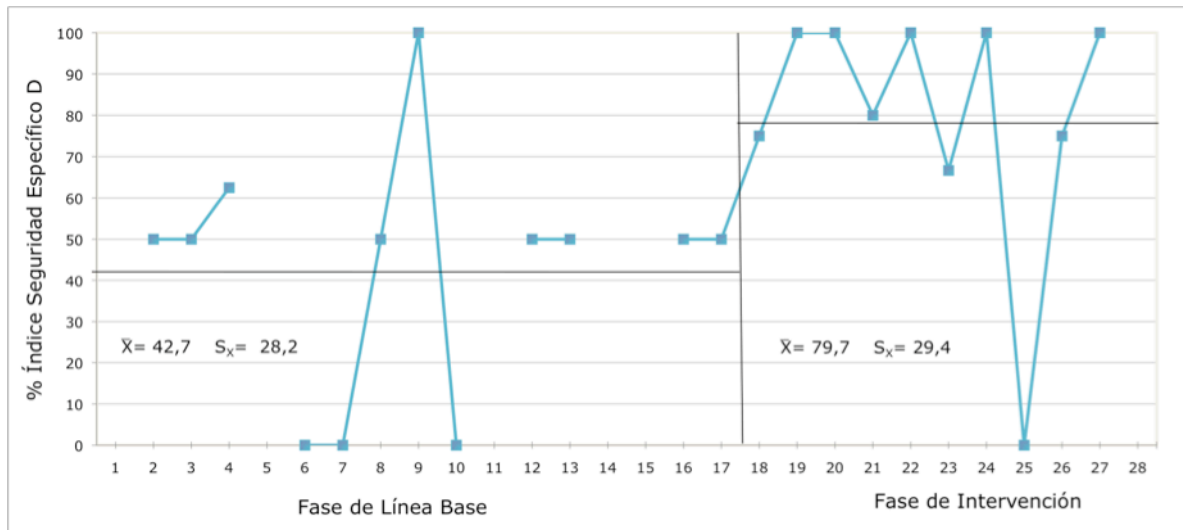
La evolución de estos índices de seguridad es heterogénea. Dado que no se ha realizado ninguna intervención sobre los ítems considerados en las categorías de dichos índices, cabría esperar que ni su media mostrara un aumento ni su variabilidad mostrara una disminución considerable.

En este caso, la media del índice de seguridad referido a la categoría de Equipos de Trabajo (Gráfica 51) aumenta un 37%

durante la fase de intervención, mientras que su variabilidad también aumenta en un 1,2.

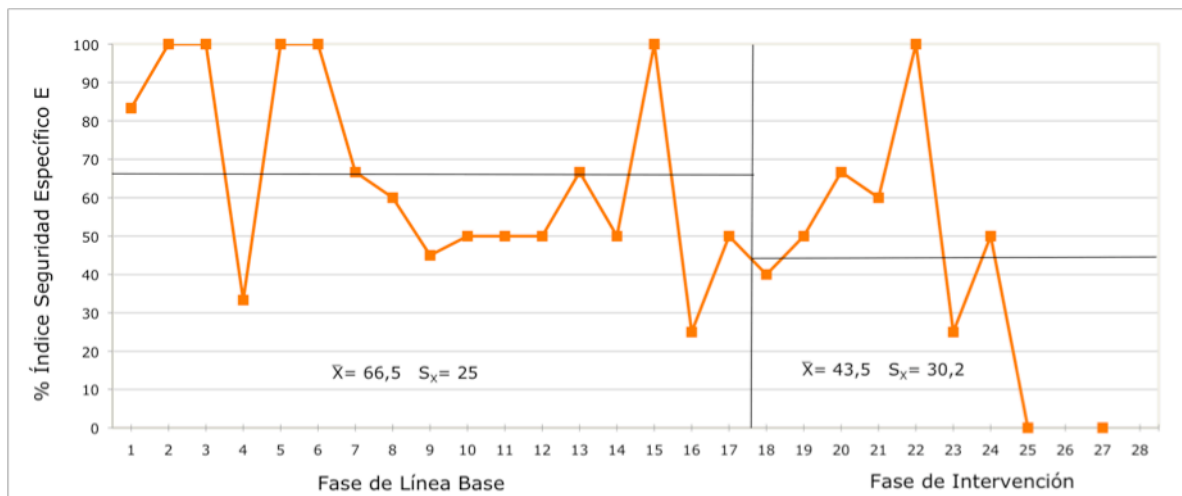
Durante este estudio III realizado en la fase de los trabajos de estructura de la obra de construcción 2, en esta categoría se observan las condiciones de seguridad de los ítems referidos a equipos de trabajo que engloban a la mesa circular de corte de madera y de corte de material cerámico, el taladro, el vibrador y la radial. La evolución propia de la obra de construcción en esta fase de los trabajos de estructura ha supuesto que el número de equipos de trabajo necesarios fuera inexistente o muy pequeño, lo cual produjo que durante las visitas de observación, el número de ítems a observar y por tanto evaluados en esta categoría fuera inexistente o muy reducida en muchas ocasiones. Este hecho produce el perfil de discontinuidades y la variabilidad extrema que se observa en la gráfica 51. Así, la discontinuidad en el perfil de datos debido a la inexistencia de ítems evaluados se advierte en las visitas de observación 1, 5, 11, 14, 15 y 28 durante las cuales no se observó ningún equipo de trabajo. Por otro lado, una revisión de los datos de observación permite advertir que en las visitas de observación 9, 19, 20, 22, 24 y 27, solamente se observaron 4, 1, 1, 2, 1 y 2 equipos de trabajo respectivamente, los cuales fueron evaluados como seguros. Finalmente, en las observaciones 6, 7, 10 y 25 solamente se observó 1 equipo de trabajo, el cual fue evaluado como inseguro.

Gráfica 51. Evolución del ISE_D (Equipos de Trabajo) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



Por otro lado el índice de seguridad referido a la categoría de Medios Auxiliares disminuye un 23% y su variabilidad aumenta en un 5,2. En la gráfica 52 se observa una gran variabilidad de los datos tanto en la fase de línea base como de intervención. Al igual que en la categoría de Equipos de Trabajo, esta variabilidad es debida, principalmente, al bajo número de ítems existentes en la obra en esta categoría (andamios y escaleras) durante la fase constructiva de los trabajos de estructura y que por tanto, pueden ser observados y evaluados. Una revisión de los datos de observación permite advertir que en las observaciones 2, 3 y 15 solamente se observó 1 ítem referido a medios auxiliares, el cual fue evaluado como seguro. En las visitas de observación 5, 6 y 22, solamente se observaron 2 ítems, los cuales fueron evaluados como seguros. Por otro lado, en las observaciones 25 y 27 solamente hay 2 ítems y 1 ítem, respectivamente, los cuales fueron evaluados como inseguros. Finalmente, cabe destacar que en este caso, no se observa un perfil de los datos discontinuo ya que solamente el número de ítems observados es inexistente en las visitas de observación 26 y 28.

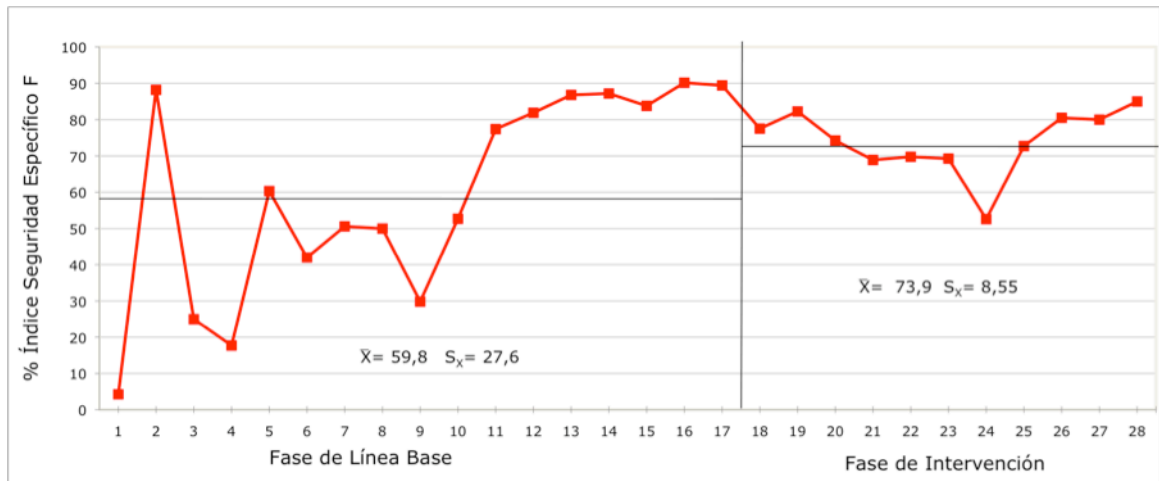
Gráfica 52. Evolución del ISE_E (Medios Auxiliares) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



Un patrón de mejora puede observarse en la categoría referida a Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas (Gráfica 53) donde la media del índice de seguridad aumenta un 14,1% y la variabilidad disminuye en un 19,05 durante la fase de intervención.

En este caso no se observa un perfil de los datos discontinuo dado que no existe ninguna visita de observación donde no hayan existido ítems que debieran evaluarse dentro de esta categoría. Esto es debido a que dentro de esta categoría de Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas, se evalúan los ítems referidos a sistemas de protección de huecos verticales y horizontales, redes y sistemas de línea de vida, los cuales son muy abundantes durante los trabajos de estructura. Por otro lado, la variabilidad disminuye durante la fase de intervención y cabe destacar que este resultado puede deberse a que el número de ítems a observar en esta categoría suele aumentar conforme el proceso constructivo de la obra de evoluciona.

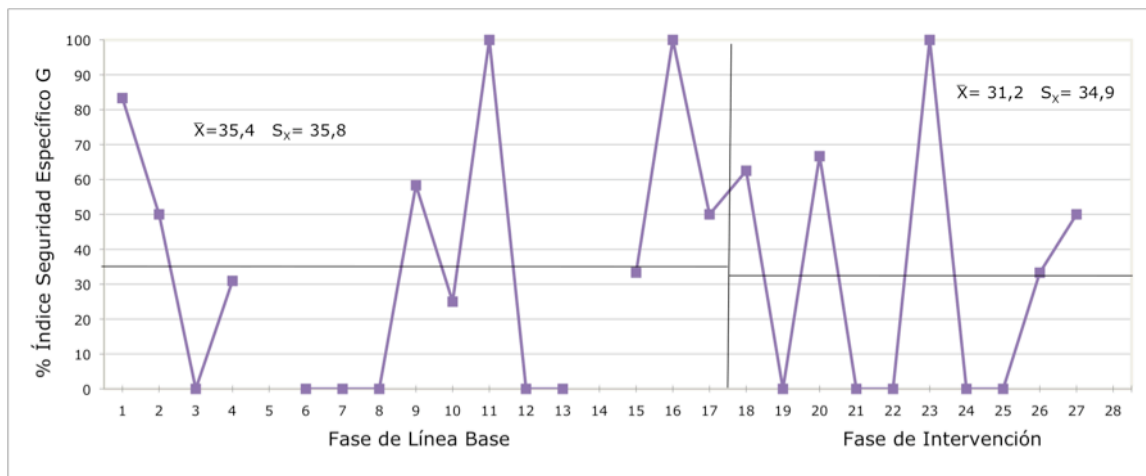
Gráfica 53. Evolución del ISE_F (Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



Finalmente, en cuanto al índice de seguridad referido a la categoría de Electricidad e Iluminación, cabe destacar que éste disminuye un 4,2% y su variabilidad también lo hace un 0,9 durante la fase de intervención. En el perfil de datos la gráfica 54 se observa una alta variabilidad y una cierta discontinuidad.

En este caso, al igual que en las categorías de Equipos de Trabajo y Medios Auxiliares, la evolución de la obra supuso que el número de ítems evaluados en esta categoría fuera muy pequeño o inexistente. Cabe destacar que los ítems debían observarse en esta categoría eran los cuadros eléctricos y las alargaderas eléctricas. Así, por un lado, en las visitas de observación 11 y 23 solamente se observó 1 ítem, mientras que en la visita de observación 16, se observaron 2 ítems, los cuales fueron evaluados como seguros. Por otro lado, en las observaciones 7, 12, 13, 19, 21 y 24 solamente se ha observado 1 ítem que fue evaluado como inseguro. Por su parte, en las visitas de observación 3, 6, 8, 22 y 26 solamente se evaluaron 2 ítems que resultaron inseguros. Finalmente, también cabe destacar que el número de ítems observados en las visitas de observación 5, 14 y 28 es inexistente.

Gráfica 54. Evolución del ISE_G (Electricidad e Iluminación) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la gráfica 47 se ha mostrado la evolución del Índice de Seguridad Específico referido a las categorías A (Comportamiento del Trabajador) y B (Equipos de Protección Individual) tomadas conjuntamente (ISE_{AB}), el cual ha sido objeto de intervención. Tal y como se ha presentado, si bien se ha reducido la variabilidad de los datos durante la fase de intervención, no se ha conseguido aumentar el porcentaje de seguridad que contrariamente a lo esperado, disminuye un 1,38.

Dado que este resultado es contrario a la dirección de lo esperado, se considera que no procede evaluar mediante un análisis estadístico posterior la existencia de efectos significativos en el sentido de la hipótesis.

Sin embargo, de forma complementaria a los resultados presentados en el apartado de análisis gráfico, a continuación se presentan los resultados del análisis descriptivo de los datos. En la tabla 38 se presenta un resumen de los principales estadísticos

descriptivos referidos al ISE_{AB} durante la fase de línea base e intervención.

Tabla 38. Estadísticos descriptivos referidos al ISE_{AB} en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura

Descriptivos				
	N	Media	Desviación típica	Error típico
Línea Base	17	84,07	9,52	2,31
Intervención	11	82,67	8,06	2,44
Total	28	83,28	8,72	1,31

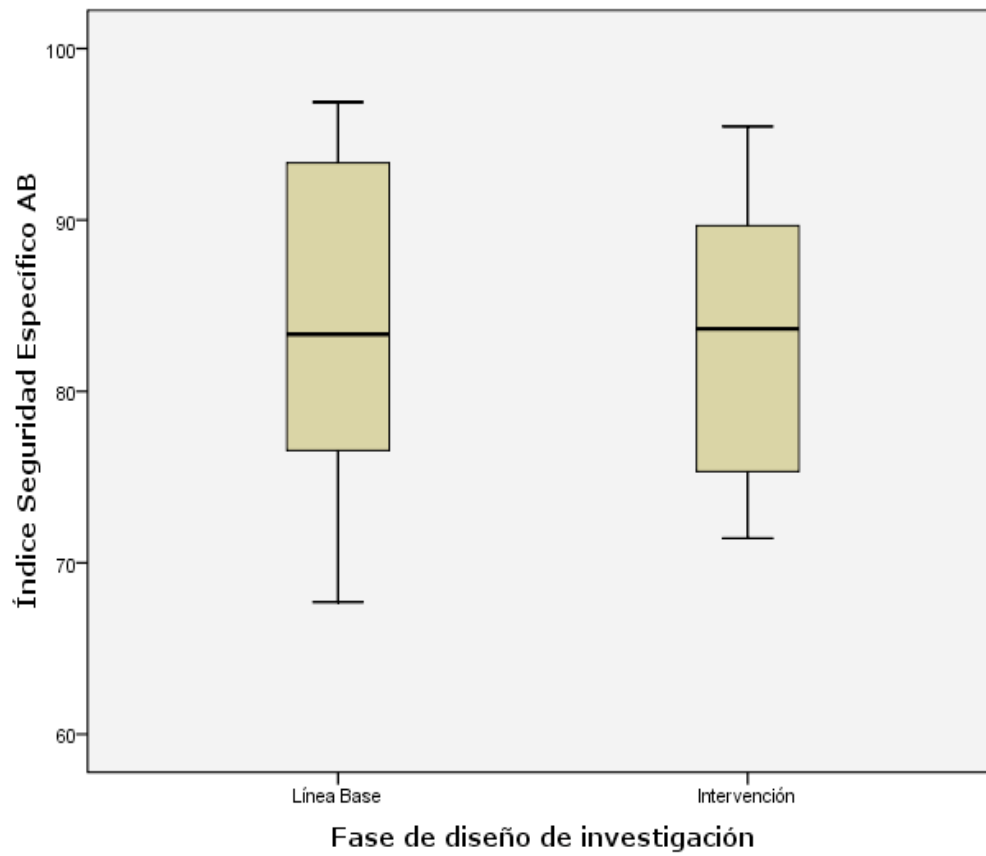
Por otro lado, en la gráfica 55 se presentan los diagramas de caja agrupados según la variable fase de investigación.

Con respecto al análisis de la tendencia central de los datos, puede observarse que la mediana de la fase de línea base no es superior a la de la fase de intervención.

En cuanto a la dispersión, puede observarse que si bien el rango intercuartílico es menor en el caso de los datos de la fase de intervención, la diferencia con respecto a los datos de la línea base es mínima.

Por último, cabe destacar que la distribución de los datos en la fase de línea base muestra una cierta asimetría positiva, mientras que los datos de la fase de intervención muestra una ligera asimetría negativa.

Gráfica 55. Diagrama de caja referido al ISE_{AB} en la obra de construcción 2 durante los trabajos de estructura



ESTUDIO IV: OBRA DE CONSTRUCCIÓN 2 DURANTE LOS TRABAJOS DE ALBAÑILERÍA

1. EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD INTER-OBSERVADORES

Durante la fase de trabajos de albañilería de la obra de construcción 2, la fiabilidad inter-observadores, fue evaluada en 4 ocasiones (2 durante la fase de línea base y 2 durante la fase de intervención) en las que la investigadora de la UIP y el técnico de prevención de riesgos laborales B de la empresa aplicaron *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción* durante el mismo momento temporal y de un modo independiente.

En la tabla 39 se presentan los principales estadísticos descriptivos referidos al número de observaciones realizadas y al ISE_{AB} obtenido como resultado de la aplicación del protocolo de observación en cada una de las 4 ocasiones.

La desviación típica del ISE_{AB} obtenida en las 4 ocasiones en las que fue aplicado el protocolo de observación por las dos personas oscila entre 0 y 1. Los resultados de la evaluación de la fiabilidad inter-observadores indican que la media del error del ISE_{AB} es inferior a 9 en todas las ocasiones en las que el protocolo de observación fue aplicado por los dos observadores.

Tabla 39. Estadísticos descriptivos del número de observaciones y del ISE_{AB} obtenidos en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería con presencia de dos observadores

Obsevación	Media del número de observaciones	Desviación típica del número de observaciones	Media del ISE _{AB} (%)	Desviación típica del ISE _{AB}	Media del error del ISE _{AB} (%)
1	20	0	55	0	0
2	29	1	58,45	4,88	8,35
3	30	0	78,33	1,67	2,13
4	26	0	80,77	0	0

2. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN

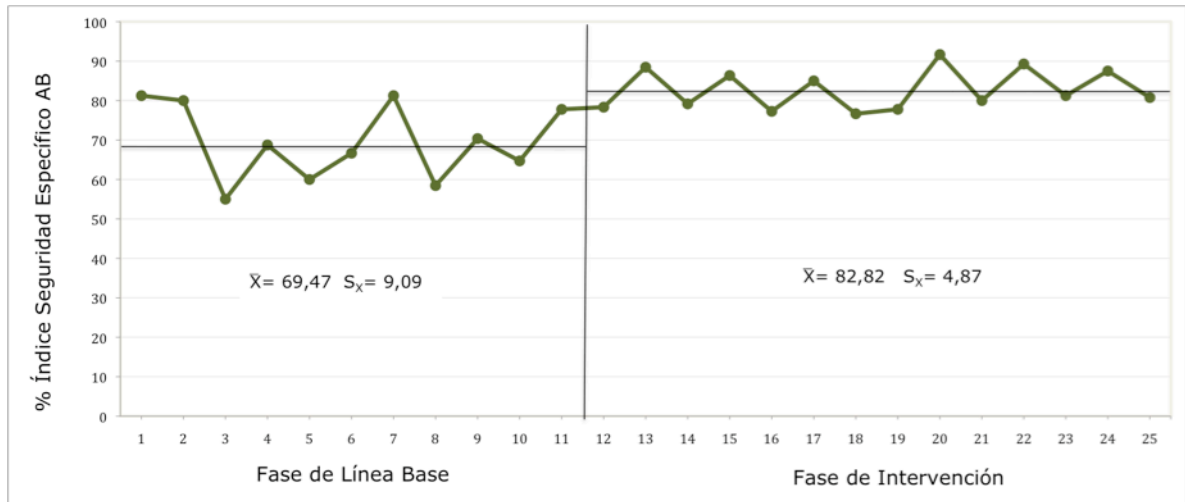
2.1. ANÁLISIS GRÁFICO

2.1.1. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo intervención

La gráfica 56 muestra la evolución del Índice de Seguridad Específico referido a las categorías A (Comportamiento del trabajador) y B (Equipos de Protección Individual) (ISE_{AB}) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería. En la línea base, el ISE_{AB} osciló entre 55% y 81,25% con una media de 69,47%, mientras que en la fase de intervención este índice osciló entre 76,67% y 91,67% con una media de 82,82%. Conforme a lo esperado este índice muestra una mejora de 13,35. Por otro lado, y también conforme a lo esperado, la variabilidad de los datos es

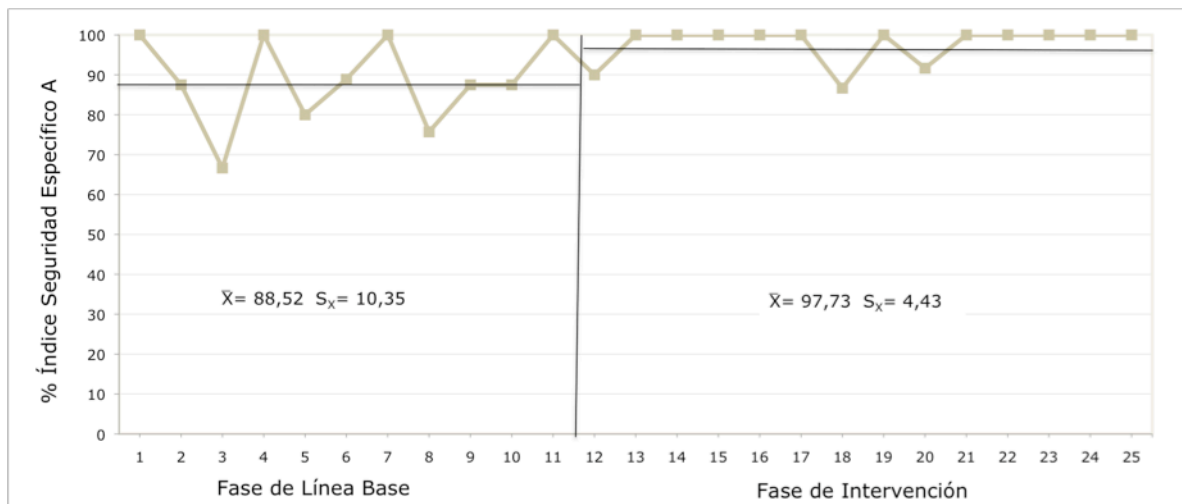
menor durante la fase de intervención ($S_x=4,87$) que durante la fase de línea base ($S_x=9,09$).

Gráfica 56. Evolución del ISE_{AB} (Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería

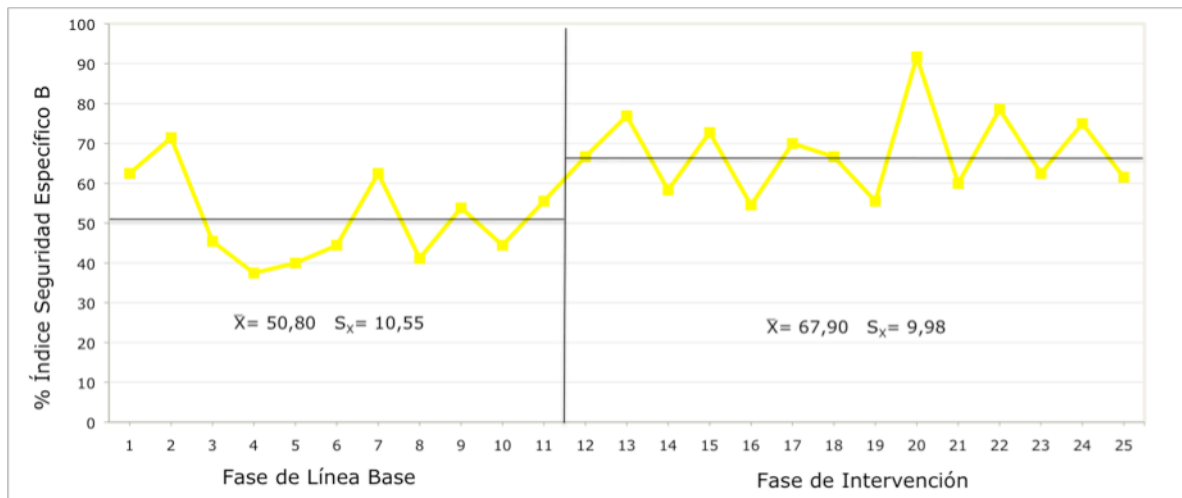


Dado que el ISE_{AB} abarca los datos incluidos en las categorías del protocolo de observación A y B, a continuación se presentan las gráficas de evolución de los Índices de seguridad Específicos (ISEs) referidos a cada una de ellas (Gráficas 57 y 58).

Gráfica 57. Evolución del ISE_A (Comportamiento del Trabajador) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



Gráfica 58. Evolución del ISE_B (Equipos de Protección Individual) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



Como puede observarse tanto el ISE_A como el ISE_B muestran un patrón de resultados deseable, sin embargo existen algunas diferencias entre ellos.

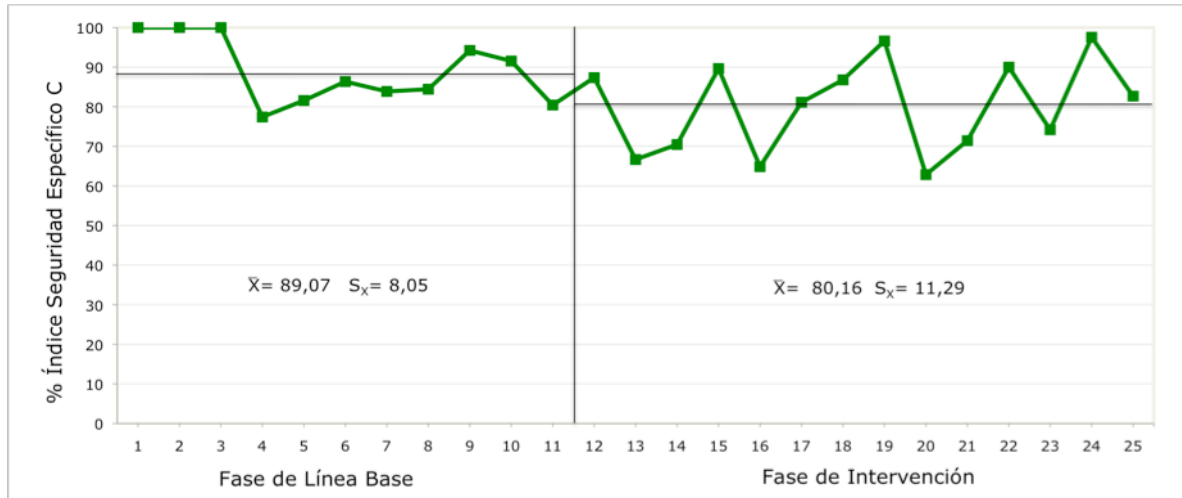
El análisis del ISE_A permite observar que durante la fase de línea base, este índice se situó en un porcentaje medio bastante alto y que aún así, en la fase de intervención se produjo un aumento de

9,21. Además, en este caso también se observa un importante descenso de la variabilidad durante la fase de intervención que disminuye un 5,92 con respecto a la fase de línea base. Por su parte, el ISE_B también aumenta su media y disminuye su variabilidad durante la fase de intervención con respecto a la de línea base. Sin embargo, la media de este porcentaje de seguridad es mucho menor y su variabilidad es mayor a las alcanzadas por el ISE_A .

2.1.2. Análisis gráfico del índice de seguridad bajo control

A continuación se presenta la gráfica del Índice de Seguridad Específico referido a la categoría de Orden y Limpieza (ISE_C) (Gráfica 59) que se ha considerado un índice de seguridad bajo control. Así, en los aspectos incluidos en esta categoría no se ha realizado ninguna intervención con el objetivo de mejorar sus condiciones de seguridad. A su vez, es la categoría del protocolo que por sus características tiene un mayor componente comportamental y que por lo tanto, es más comparable con el índice de seguridad bajo intervención (ISE_{AB}). En este caso, en la dirección de lo esperado, no se obtiene un aumento en la media del índice de seguridad ni un descenso de la variabilidad durante la fase de intervención. Concretamente, se obtiene un descenso en la media del índice de seguridad, de un 8,91% y un aumento de la variabilidad de 3,24, mostrando ambos resultados un empeoramiento en lugar de mejora.

Gráfica 59. Evolución del ISE_C (Orden y Limpieza) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



2.1.3. Análisis gráfico de los índices de seguridad bajo registro

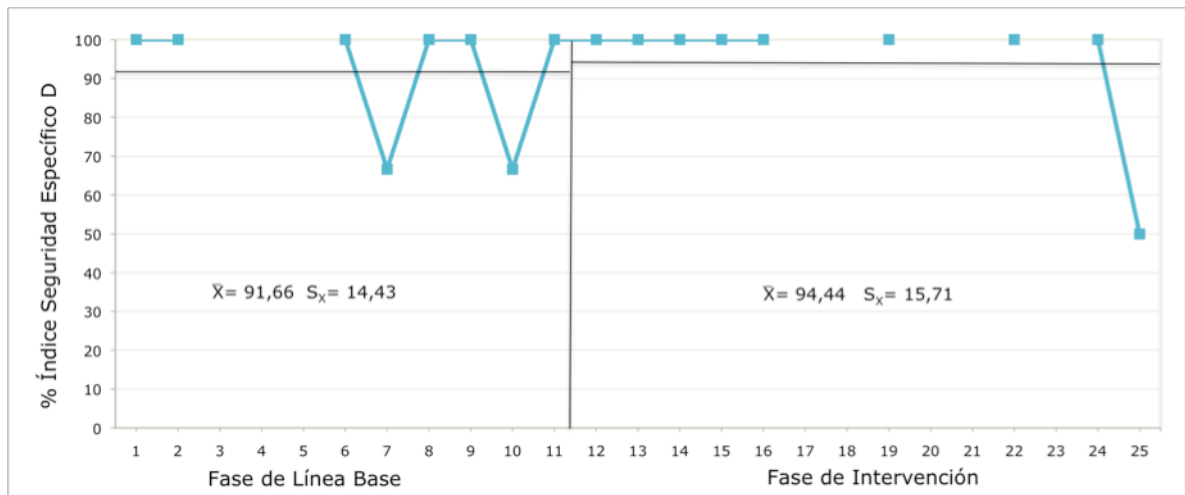
A continuación se presenta el análisis gráfico de los Índices de Seguridad Específicos considerados como índices bajo registro. Concretamente, en las gráficas 60, 61, 62 y 63, se presenta la evolución de los índices referidos a las categorías de Equipos de Trabajo (ISE_D), Medios Auxiliares (ISE_E), Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas (ISE_F) y Electricidad e Iluminación (ISE_G) respectivamente. En este caso cabe destacar que sobre los ítems considerados en las categorías de estos índices de seguridad no se ha realizado ninguna intervención.

En el caso de la evolución del índice de seguridad referido a la categoría de Equipos de Trabajo (Gráfica 60), durante la fase de intervención, la media del índice de seguridad aumenta un 2,78% y la variabilidad de los datos muestra un pequeño aumento.

En este caso, a lo largo de las fases de línea base y de intervención se observa un perfil de datos discontinuo pero donde la

variabilidad no es extrema. Cabe destacar que la evolución de la obra durante los trabajos de albañilería ha supuesto que el número de equipos de trabajo necesarios fuera inexistente o muy pequeño, siendo este hecho el que principalmente produce el perfil de datos obtenido en la Gráfica 60. En primer lugar se observa un perfil de discontinuidad producido por la inexistencia de ítems referidos a equipos de trabajo durante las visitas de observación 3, 4, 5, 17, 18, 20, 21 y 23. Por otro lado, también destaca que, de total de las 25 observaciones que abarcan la fase de línea base e intervención, existen 14 observaciones en las que se ha obtenido un porcentaje del índice de seguridad del 100%. Esto es, existen 14 visitas de observación en las que todos los equipos de trabajo observados fueron evaluados como seguros. En este caso, el número de equipos de trabajo observados y evaluados durante estas 14 visitas es muy pequeño, ya que este número oscila entre 1 y 3 ítems.

Gráfica 60. Evolución del ISE_D (Equipos de Trabajo) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería

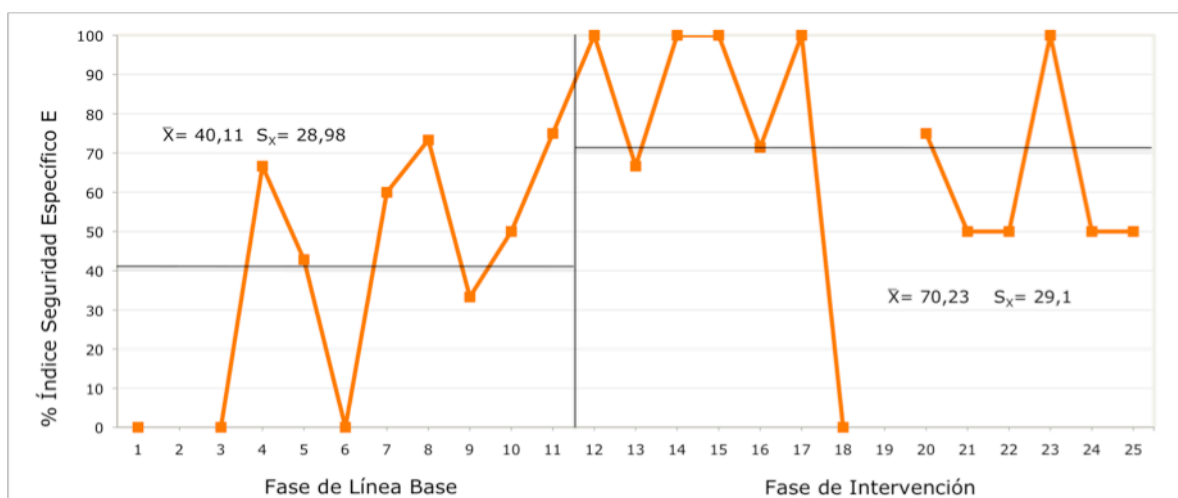


En el caso de la evolución del índice de seguridad referido a la categoría de Medios Auxiliares (Gráfica 61), se observa un aumento

de la media del índice de seguridad de un 30,12% y un aumento de la variabilidad de 0,12.

En este caso, a lo largo de las fases de línea base y de intervención se observa un perfil de datos donde la variabilidad es acusada tanto en la fase de línea base como de intervención, pero donde se produce una escasa discontinuidad. Al igual que en la categoría anterior, en la existencia de dicha variabilidad influyen las características del momento constructivo de la obra donde el número de ítems a observar dentro de esta categoría, es decir, de andamios y escaleras, era muy pequeño o en algunos casos inexistente. Concretamente, una revisión de los datos de observación permite advertir que en las observaciones 12, 14, 15, 17 y 23 solamente se observaron 1, 3, 2, 4 y 2 ítems, respectivamente, los cuales fueron evaluados como seguros. En cada una de las visitas de observación 1, 3, 6 y 18, solamente se observó 1 ítem, el cual fue evaluado como inseguro en todas las ocasiones. Finalmente, cabe destacar que solamente existe discontinuidad en las visitas de observación 2 y 19.

Gráfica 61. Evolución del ISE_E (Medios Auxiliares) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



En cuanto a la categoría de Sistema de Evitación y Limitación de Caídas (Gráfica 62), destaca que durante la fase de intervención, la media del índice de seguridad solamente muestra una ligera disminución (3,16%) mientras que su variabilidad disminuye notoriamente un 10,95.

En general, se observa un perfil de datos con una alta variabilidad, sobre todo en la fase de línea base, donde dicha variabilidad es producida principalmente por los resultados de las dos primeras visitas de observación. Una revisión de los datos permite advertir que la variabilidad obtenida en ambas fases está relacionada con el número de observaciones que se han realizado en cada una de las visitas. Esto es, se advierte que en el intervalo de datos donde existe mayor variabilidad, como es desde la visita de observación 1 a la 3, de la visita 12 a la 13 y de la visita 21 a la 25, coincide con las visitas de observación donde se ha producido un menor número de ítems evaluados. Así, la media de ítems observados por visita de observación, considerando de la visita de observación 1 a la 3, ambas inclusive, fue de 13,3 ítems, considerando desde la visita 12 a la 13, fue de 15,75 y considerando de la 21 a la 25 fue de 7,9.

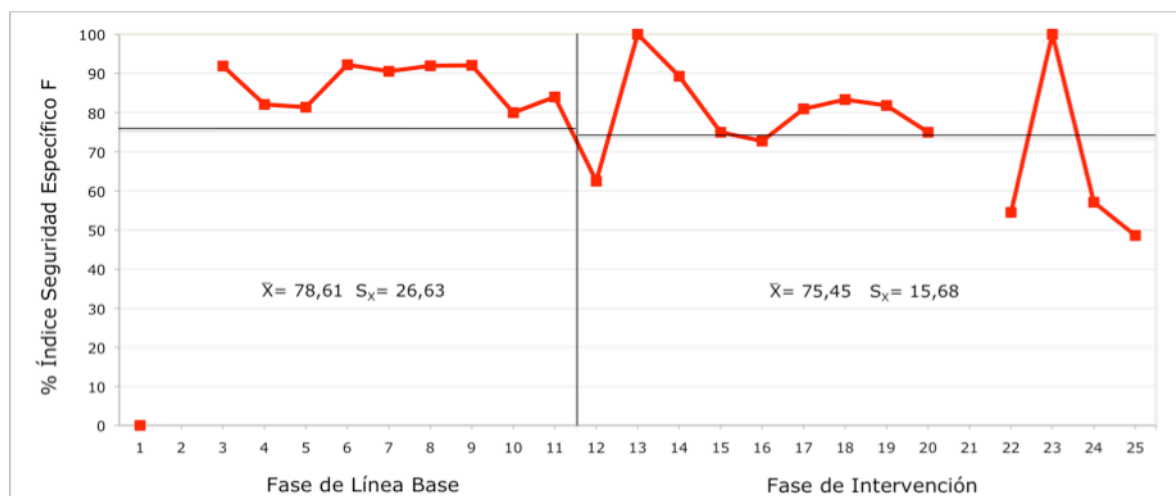
Complementariamente, se advierte que en el intervalo de datos donde existe menor variabilidad, como es desde la visita de observación 4 hasta la 11 y desde la visita 14 hasta la 20, coincide con las visitas de observación donde se han evaluado un mayor número de ítems. Así, la media de ítems observados por visita de observación, considerando de la visita de observación 4 hasta la 11, fue de 70,5 observaciones y considerando desde la visita 14 hasta la 20, fue de 16,42.

Finalmente, cabe destacar que lo largo de la línea base e intervención se produce una considerable continuidad, ya que

solamente no existieron ítems para evaluar en de esta categoría en las visitas de observación 2 y 21.

Esta oscilación en el número de ítems observados durante ciertos intervalos corresponde a la evolución propia de las condiciones de la obra durante la fase de albañilería, donde los sistemas de protección de huecos verticales y horizontales, redes y sistemas de línea de vida pueden hacerse muy necesarios en un principio pero cuyo número tiende a disminuir conforme los trabajos avanzan produciendo el cerramientos de los huecos mediante la propia edificación y donde por tanto, ya no hay tanto riesgo de caídas, lo cual provoca una menor necesidad de redes y/o sistemas de línea de vida. Por otro lado también cabe destacar que el hecho de que al principio de la fase de intervención, de nuevo, se produzca un rango de observaciones, en el que la media del número de ítems observados vuelva a ser menor, obedece a que el propio avance de la obra hace que periódicamente los trabajadores estén comenzando nuevas zona de trabajos en los que los sistemas de evitación y limitación de caídas son imprescindibles.

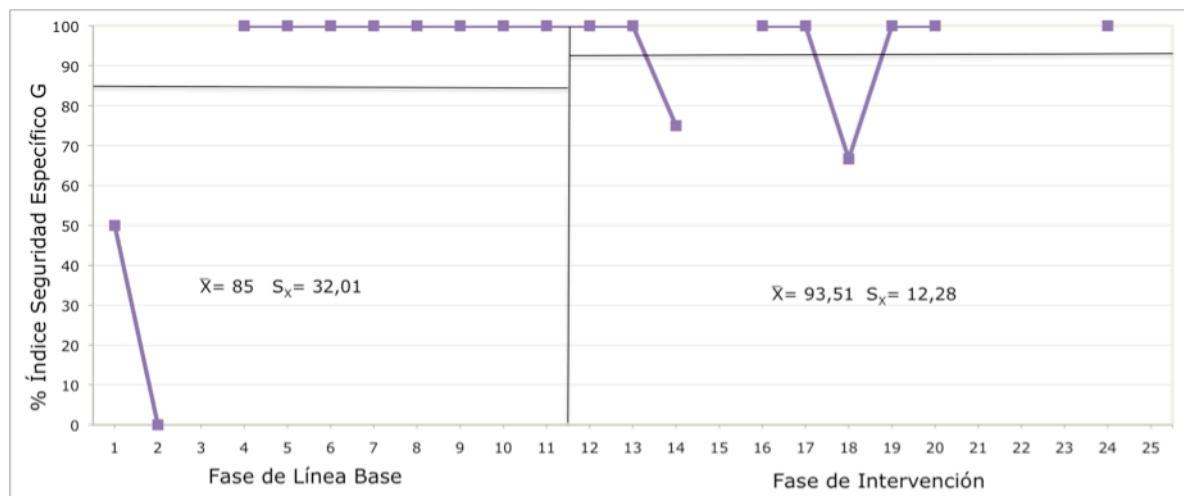
Gráfica 62. Evolución del ISE_F (Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



Por último, en cuanto a la categoría de Electricidad e Iluminación (Gráfica 63), cabe destacar que la media del índice de seguridad aumenta un 8,51% mientras que su variabilidad disminuye un 19,73 durante la fase de intervención.

En general, se observa un perfil de datos con una alta variabilidad, sobre todo en la fase de línea base y con una gran discontinuidad que se produce principalmente en la fase de intervención. En este caso, al igual que en las categorías de Equipos de Trabajo y Medios Auxiliares, la propia evolución de la obra supuso que el número de ítems evaluados en esta categoría (cuadros eléctricos y las alargaderas eléctricas) fuera muy pequeño o inexistente. Por un lado, destaca que desde la visita de observación 4 hasta la 13 inclusive, el número de ítems observados osciló entre 1 y 5, los cuales fueron evaluados como seguros. En cada una de las observaciones 16, 17, 19, 20 y 24 solamente se observó 1 ítem que también fue evaluado como seguro. Por otro lado, en la visita de observación 2 solamente se observaron 4 ítems que fueron evaluados como inseguros. Finalmente, destaca que el número de cuadros eléctricos y alargaderas eléctricas observados en las visitas de observación 3, 15, 21, 22, 23 y 25 es inexistente.

Gráfica 63. Evolución del ISE_G (Electricidad e Iluminación) en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En primer lugar se presentarán los resultados del análisis descriptivo de los datos obtenidos en la fase de línea base e intervención.

En segundo lugar se evalúa la presencia de dependencia serial o autocorrelación en la totalidad de la serie de datos, es decir, en el conjunto de datos formado por cada uno de los ISE_{AB} obtenidos en las 25 observaciones que conforman las fase de línea base y de intervención implementadas en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería. En este caso, la línea base está formada por 11 observaciones y la fase de intervención por 14 observaciones.

Los resultados de este último análisis permiten la elección del tipo de análisis que se realizará posteriormente con el objetivo de evaluar la metodología de intervención implementada. Concretamente, si no existe dependencia serial o autocorrelación en la totalidad de la serie de datos se evaluará la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la media del ISE_{AB} de

la fase de línea base y la de la fase de intervención mediante las pruebas t de *Student-Fisher* y la F de *Snedecor*. Igualmente se realizará un análisis de regresión que permita la evaluación del impacto de la intervención sobre la series de datos a lo largo de las fases de línea base e intervención.

Por el contrario, si existe dependencia serial o autocorrelación en los datos, se utilizará el estadístico C para probar la existencia de cambios de tendencia entre la fase de línea base y la fase de intervención.

2.2.1. Análisis estadístico descriptivo

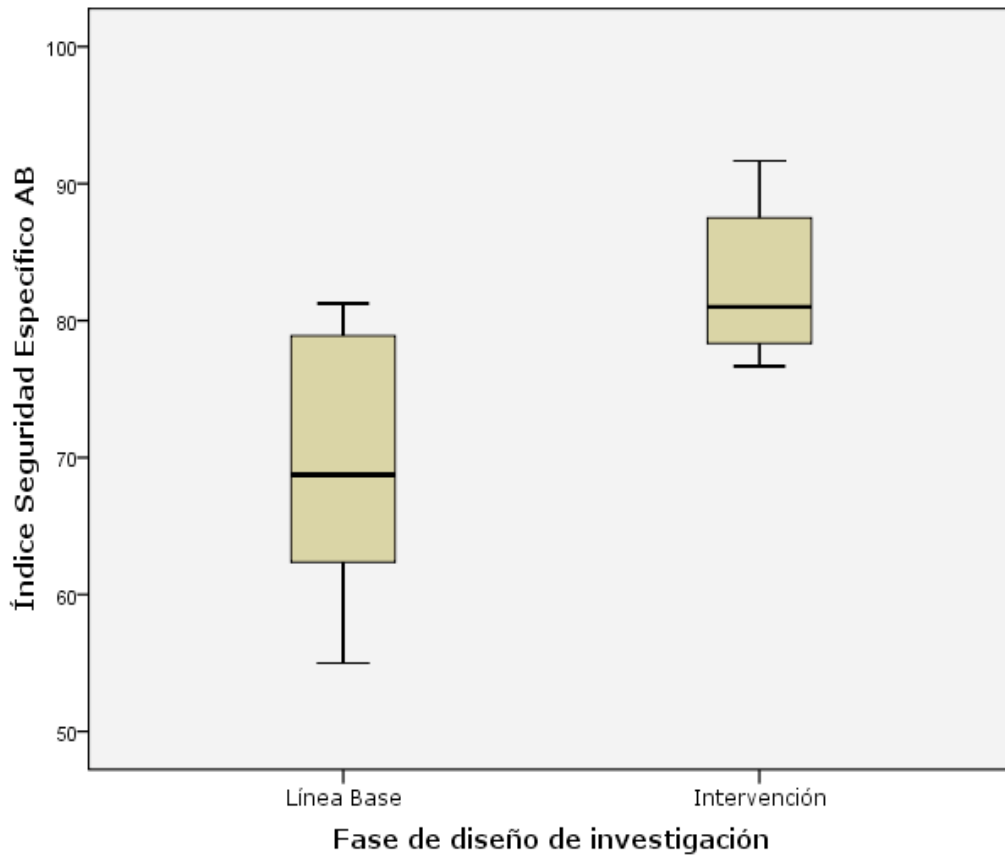
En la tabla 40 se presenta un resumen de los principales estadísticos descriptivos referidos al ISE_{AB} durante la fase de línea base e intervención.

Tabla 40. Estadísticos descriptivos referidos al ISE_{AB} en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería

Descriptivos				
	N	Media	Desviación típica	Error típico
Línea Base	11	69,4748	9,09819	2,87587
Intervención	14	82,8224	4,87320	1,35320
Total	25	76,9495	9,87525	1,97505

En la gráfica 64 se presentan los diagramas de caja agrupados según la variable fase de investigación.

Gráfica 64. Diagrama de caja referido al ISE_{AB} en la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería



Con respecto al análisis de la tendencia central de los datos, la mediana de la fase de línea base es inferior a la de la fase de intervención. Esto es, conforme a lo esperado, el valor del ISE_{AB} que divide la distribución de los datos en dos partes iguales, dejando un 50% de los valores tanto por encima como por debajo, es mayor en la fase de intervención.

En cuanto a la dispersión, se obtiene que el rango intercuartílico es mayor en el caso de los datos de la fase de línea base, resultado que significa que los datos en la fase de línea base están más dispersos que en la fase de intervención.

Finalmente, en referencia al análisis de la simetría de los datos, se observa que su distribución en la fase de línea base es asimétrica

positiva. En la fase de intervención también se advierte un cierto grado de asimetría positiva que indica que durante esta fase, los valores de los ISE_{AB} superiores a la media están más dispersos mientras que los valores inferiores a la media están más concentrados.

2.2.2. Análisis de la dependencia serial

En referencia a la evaluación de la presencia de dependencia serial o autocorrelación, en la tabla 41 se presentan las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales calculadas para 16 retardos.

Los resultados muestran que, con un nivel de confianza del 99%, las autocorrelaciones de orden 2, 3, 4, 5, 6, 14, 15 y 16 son diferentes de cero de forma estadísticamente significativa dado que el estadístico Q de Box-Ljung permanece significativo en dichos niveles de diferenciación o retardos.

Al nivel de confianza del 95%, las autocorrelaciones de orden 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 y 16, es decir, todas a excepción de las de orden 1 y 11, son diferentes de cero de forma estadísticamente significativa dado que el estadístico Q de Box-Ljung es significativo.

Tabla 41. Autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales del ISE_{AB} de la obra de construcción 2 durante los trabajos de albañilería

Retardo	Autocorrelaciones					Autocorrelaciones parciales	
	Autocorrelación	Típ. Error ^a	Estadístico de Box-Ljung			Autocorrelación parcial	Típ. Error
			Valor	gl	Sig. ^b		
1	,345	,189	3,350	1	,067	,345	,200
2	,501	,185	10,731	2	,005	,434	,200
3	,244	,181	12,557	3	,006	-,005	,200
4	,158	,176	13,360	4	,010	-,149	,200
5	,258	,172	15,605	5	,008	,206	,200
6	,101	,168	15,970	6	,014	,011	,200
7	,057	,163	16,092	7	,024	-,209	,200
8	-,073	,159	16,301	8	,038	-,169	,200
9	-,084	,154	16,599	9	,055	,050	,200
10	-,189	,149	18,213	10	,051	-,132	,200
11	-,076	,144	18,491	11	,071	,025	,200
12	-,284	,139	22,673	12	,031	-,180	,200
13	-,065	,133	22,908	13	,043	,164	,200
14	-,285	,128	27,902	14	,015	-,137	,200
15	-,170	,122	29,855	15	,012	-,079	,200
16	-,207	,115	33,081	16	,007	-,046	,200

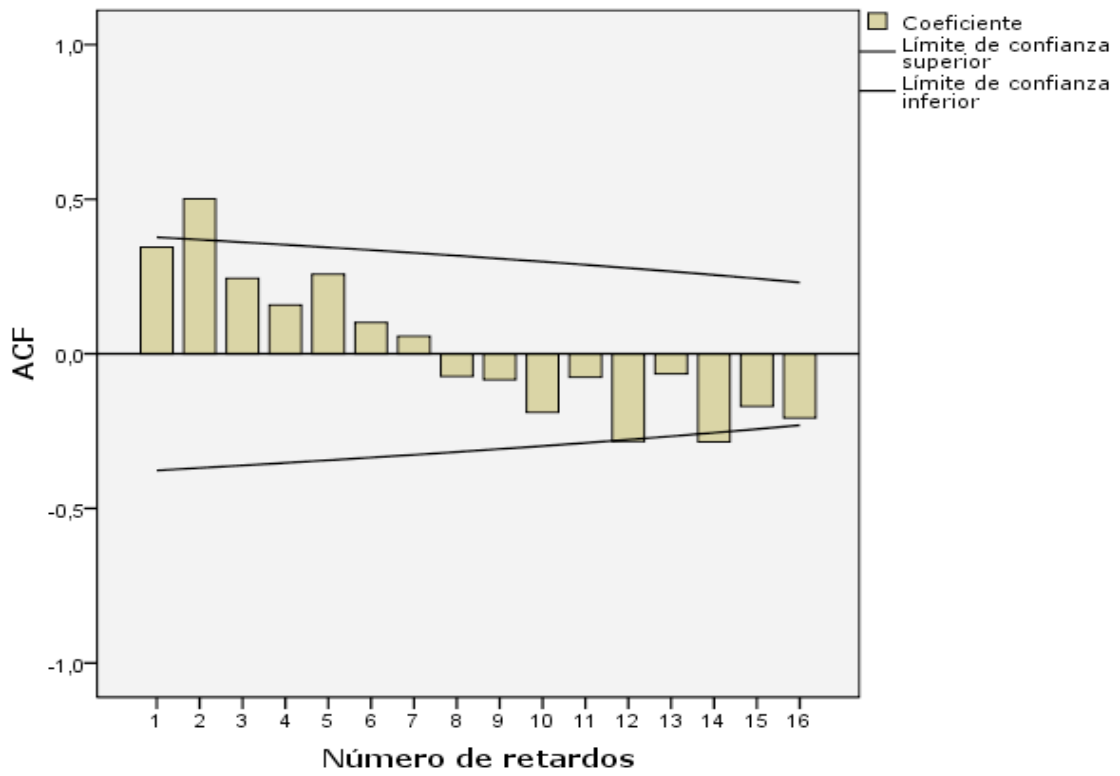
a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.

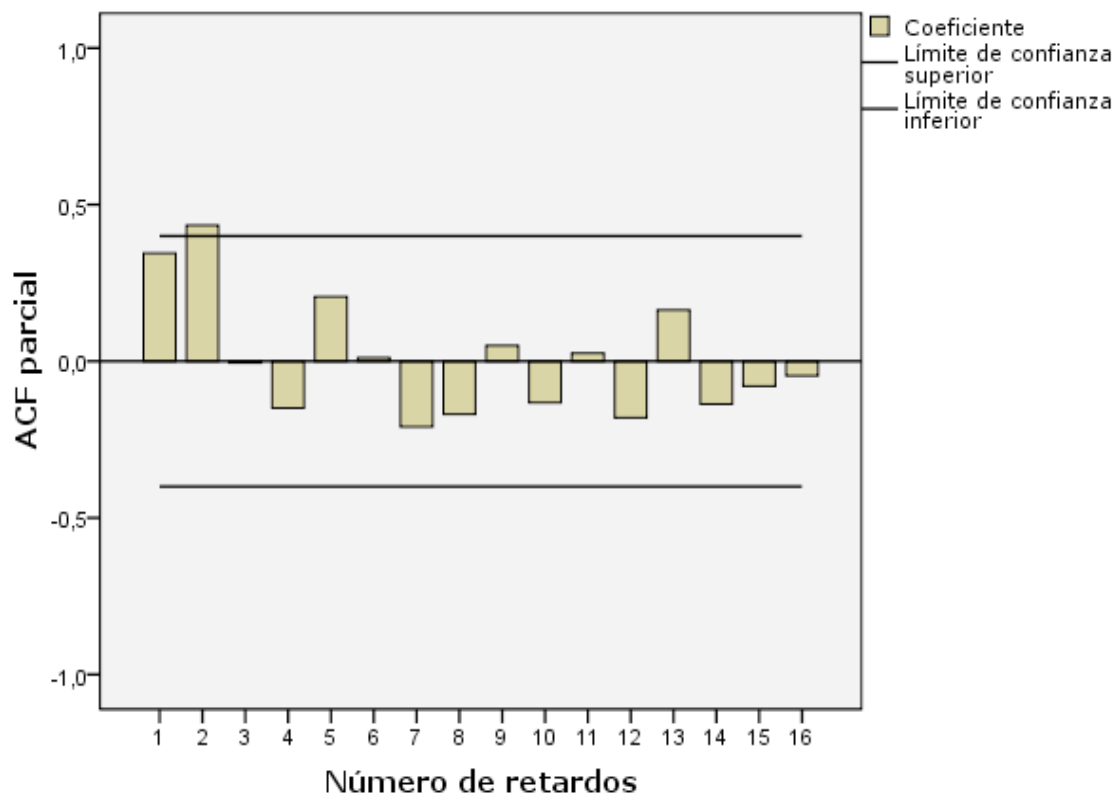
En las gráficas 65 y 66 se presentan la función de autocorrelación (AFC) y la función de autocorrelación parcial (PACF), respectivamente. En ellas también se corrobora como las

autocorrelaciones de orden 2 y 14 y la autocorrelación parcial de orden 2 son las más elevadas.

Gráfica 65. Función de Autocorrelación (ACF)



Gráfica 66. Función de Autocorrelación Parcial (ACF parcial)



Estos análisis permiten asumir la presencia de dependencia serial significativa en la serie de datos y por tanto, sugieren que en el siguiente tipo de análisis no puede ensayarse una estrategia de evaluación de la metodología de intervención mediante las pruebas paramétricas clásicas de comparación de medias.

Por tanto, la evaluación de la efectividad de la metodología de intervención implementada en este estudio se realizará a través del estadístico C de Young (1941) que permite probar la presencia de tendencias y cambios de tendencia entre la fase de línea base y la fase de intervención.

2.2.3. Análisis del estadístico C de Young

Considerando la estrategia de análisis propuesta por Blumberg (1984), en primer lugar se procede a aplicar el estadístico C para probar la existencia de una tendencia en la fase de línea base. En la tabla 42 se presentan los resultados de este análisis en los que se obtiene un valor de Z inferior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5% que es 1,64. Por tanto se obtiene un valor no significativo de Z ($Z=-0,390$, $p<0,05$) que lleva a mantener la hipótesis nula y a concluir que no existe una tendencia estadísticamente significativa en la línea base.

Tabla 42. Cálculo de estadístico C en la Línea Base

	Fase de Línea Base
Nº Observaciones	11
Estadístico C	-0,106
Error estándar	0,237
Z	-0,390

Dada la no existencia de una tendencia en la fase de línea base, la estrategia de análisis continúa de modo que se calcula el estadístico C para probar si hay una tendencia en los datos al considerar conjuntamente la fase de línea base y la de tratamiento. En el caso de que esta prueba C sea estadísticamente significativa, se concluiría que el programa de intervención es efectivo.

En la tabla 43 se presentan los resultados de estos análisis en los que se obtiene que el valor de Z al añadir la fase de intervención

a la de línea base es superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5% que es 1,64 y por tanto resulta estadísticamente significativo ($Z=1,834$, $p<0,05$). En conclusión, el análisis del conjunto de las fases pone en evidencia que el programa de intervención implementado en este estudio produce un aumento del ISE_{AB} .

Tabla 43. Cálculo de estadístico C en la comparación de series

	Fase de Línea Base	Fase de Línea Base + Fase de Intervención
Nº Observaciones	11	25
Estadístico C	-0,106	0,352
Error estándar	0,273	0,191
Z	-0,390	1,834

PARTE IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El sector de la construcción presenta un conjunto de características que lo convierten en una de las actividades donde las tareas laborales implican un mayor grado de peligrosidad y riesgo de accidente para sus trabajadores. Entre estas características, destaca la presencia de riesgos muy heterogéneos en cuanto a su naturaleza e intensidad que además varían constantemente debido a que el contexto es cambiante como consecuencia del propio trabajo de construcción. También destacan características relacionadas con el sistema organizativo de este sector. En este caso, se encuentran las características referidas a la alta temporalidad de los trabajadores, el hecho de que en una misma obra de construcción suelen operar varias empresas simultáneamente, así como la presencia de empresas subcontratadas y trabajadores autónomos donde la comunicación de instrucciones de seguridad presenta mayores dificultades. Estas condiciones implican que el control de las prácticas de trabajo seguras, así como de los procesos de trabajo en general sean altamente desafiantes y exijan un gran esfuerzo.

El análisis de la evolución de la siniestralidad confirma la persistencia de un elevado número de accidentes. Además cabe destacar que esta siniestralidad ocurrida en el sector de la construcción posiciona a España en uno de los países en los que se producen las cifras más elevadas de accidentes de la EU-15.

Los datos sobre la siniestralidad en el sector de la construcción español denotan que las mejoras introducidas en los niveles de seguridad de las obras de construcción a través de la implantación de importantes normativas legales no han logrado unos resultados que puedan considerarse satisfactorios. Igualmente, estos datos apuntan hacia que las prácticas preventivas que se realizan desde las propias empresas de construcción tampoco obtienen una reducción deseable de la accidentabilidad.

De este modo, la persistencia de una alta siniestralidad en el sector de la construcción español comporta que sea uno de los ámbitos donde es necesario implementar nuevas metodologías de intervención en seguridad.

Entre el 80% y el 90% de los accidentes ocurridos en el lugar de trabajo pueden atribuirse al comportamiento inseguro (HSE, 2002). Dado que buena parte de la siniestralidad en el sector de la construcción también está ligada de modo claro al comportamiento humano (Meliá, 2007), las metodologías que tratan de mejorar el comportamiento de seguridad que realizan los trabajadores en las obras constituyen un enfoque de trabajo que es necesario incluir en las mismas (Meliá & Becerril, 2007). Este tipo de metodologías surgen en el ámbito de la psicología de la seguridad laboral, concretamente, desde un enfoque conductual. Desde este enfoque se considera que existe una influencia de las contingencias que recibe el trabajador en el grado de seguridad con el que éste realiza sus tareas, así como también reconocen la relación entre el comportamiento inseguro del trabajador y la ocurrencia de accidentes.

Este enfoque permite explicar como la frecuencia de una conducta insegura aumenta debido a los refuerzos positivos, generalmente inmediatos que ésta recibe (p.e., economía de tiempo y esfuerzo). Mientras, las consecuencias negativas de la conducta insegura suelen ser ocasionales (p.e., accidentes) o de aparición tardía (p.e., enfermedades profesionales). Por otro lado, la menor frecuencia de realización de una conducta segura se explicaría considerando que ésta tiene costes inmediatos para el trabajador (mayor esfuerzo o tiempo para realizar la tarea, más cansancio, más incomodidad, etc.) a la vez que sus consecuencias positivas suelen

manifestarse a largo plazo y/o no se asocian a las mismas (p.e., preservación de la salud).

Estas metodologías se basan en un conocimiento científico sobre el comportamiento humano y su objetivo principal es aumentar la frecuencia de los comportamientos y hábitos seguros de los trabajadores mediante la utilización, principalmente del feedback y refuerzo positivo.

Una comprensión inexperta de este tipo de enfoque puede llevar a percibirlo como un mero mecanismo de administración de refuerzos que impida la configuración de una verdadera conciencia de seguridad por parte de los trabajadores. Se reconoce que estos mecanismos básicos no son los únicos que configuran el comportamiento, sin embargo, se considera que estos mecanismos son enormemente influyentes y operan en la mayoría de los contextos laborales de forma extraordinaria, de modo que cuando no se interviene sobre ellos, operan reforzando los comportamientos inseguros continuamente de manera muy eficaz.

Este tipo de metodología de intervención se ha aplicado en una gran cantidad de trabajos cuyos resultados han mostrado su eficacia para mejorar la seguridad en contextos laborales reales. Concretamente, este tipo de metodología ha mostrado ser altamente eficaz para reducir las conductas inseguras y aumentar las conductas seguras que realizan los trabajadores (p.e., Grindle, Dickinson, & Boettcher, 2000; Islas & Meliá, 1991; Krispin & Hantula, 1996; Petersen, 1989; Sulzer-Azaroff, McCann, & Harris, 2001). Igualmente, este tipo de metodología ha mostrado ser eficaz para disminuir la ocurrencia de accidentes (p.e., Guastello, 1993; Sulzer-Azaroff & Austin, 2000; Tuncel et al., 2006). Además cabe destacar que estos estudios se han desarrollado en un gran número de sectores tales como el alimentario (p.e., Komaki, Barwick, & Scott,

1978), industrial (p.e., Meliá, 1995; Krause, Seymour, & Sloat, 1999), educativo (p.e., Al-Hemoud & Al-Asfoor, 2006), minero (p.e., Fox, Hopkins, & Anger, 1987) y sanitario (p.e., Alavosius & Sulzer-Azaroff, 1986), y entre los que también se encuentra el sector de la construcción en Inglaterra (Duff et al., 1993; Robertson et al., 1999), Oriente Medio (Cooper, 2010a), Finlandia (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999; Laitinen & Ruohomäki, 1996) y China (Lingard & Rowlinson, 1997).

Sin embargo, en nuestro país existen muy pocos estudios en los que se haya implementado una metodología de intervención comportamental para la mejora de la seguridad laboral (e.g., Meliá, 1995; Meliá, Ricarte, & Arnedo, 1999) e inexistentes los estudios que lo han hecho en el sector de la construcción. Por ello, se considera que el sector de la construcción español es uno de los ámbitos donde es necesario desarrollar y contrastar una metodología de intervención comportamental con el propósito de reducir la siniestralidad y mejorar el nivel de seguridad de los trabajadores.

En este contexto surge el objetivo final de esta investigación que es contribuir a disminuir el número de accidentes laborales en el sector de la construcción español mediante una metodología de observación e intervención que permita abordar la incidencia del comportamiento humano en la seguridad laboral.

En relación a este objetivo, es necesario puntualizar que los índices de siniestralidad suelen ser variables que muestran muy poca variabilidad, salvo en las grandes cifras sectoriales, nacionales, etc. Así, los índices de siniestralidad para una empresa o un conjunto reducido de empresas suelen poseer una distribución estadística inadecuada como variable dependiente dado que solamente muestran sensibilidad al nivel de seguridad cuando se dispone de una gran cantidad de datos. Por ello, en este estudio, como ha sido

habitual en otros estudios de intervención localizados, los indicadores referidos a la siniestralidad no han sido considerados como variables dependientes. En su lugar, se ha considerado otro tipo de indicador que se refiere a eventos observables y cuantificables, y que ha demostrado reflejar el nivel de seguridad real y ser sensible para detectar variaciones en los niveles de seguridad. Este tipo de indicador se refiere a diversos índices porcentuales que se obtienen de la observación directa del comportamiento de los trabajadores en la obra y de los efectos observables del mismo en las condiciones físicas de seguridad y salud de la obra. De este modo, la observación sistemática de dichos aspectos constituye una metodología esencial para estimar el nivel de seguridad de la obra.

Para la consecución del objetivo final de esta investigación se establecen dos objetivos específicos. El primero de ellos es *desarrollar un protocolo de observación de las conductas de seguridad de los trabajadores y de las condiciones físicas de seguridad y salud aplicable a las obras de construcción españolas*. El segundo objetivo específico es *desarrollar y contrastar una metodología de intervención comportamental que permita aumentar las conductas seguras de los trabajadores y mejorar las condiciones físicas de seguridad y salud en las obras*.

Dada la heterogeneidad de las características que presentan las obras, tanto a nivel entre-obras como intra-obra, se consideró necesario especificar el tipo de obra y la fase constructiva en las que se desarrollarían ambos objetivos. Por ello, la consecución de estos objetivos se planteó para el tipo de obra dedicada a la construcción nueva de edificios durante sus fases de estructura y albañilería. De este modo, tanto el protocolo de observación como la metodología de intervención comportamental se han implementado en cuatro estudios diferenciados realizados en dos obras de construcción en

sus fases constructivas de estructura y albañilería. El estudio I ha sido realizado en la obra 1 durante la fase de estructura, el estudio II en la obra 1 durante la fase de albañilería, el estudio III en la obra 2 durante la fase de estructura y el estudio IV en la obra 2 durante la fase de albañilería.

En relación al primer objetivo específico, su importancia radica en la necesidad de disponer de un instrumento de observación que permita el cálculo de los diversos índices porcentuales de seguridad que son considerados como variable dependiente durante la implementación de la metodología de intervención comportamental. Este instrumento de observación se denomina *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción*.

Después de revisar la literatura de intervención, la primera tarea en el desarrollo de este instrumento fue el análisis preliminar de la herramienta de observación utilizada por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) en su método de intervención denominado "*TR safety observation method*". Las principales características que permitieron considerar a esta herramienta como el principal punto de referencia en la elaboración del instrumento de evaluación de esta investigación fueron la sencillez de su aplicación y la posibilidad de adaptación al marco legislativo y al contexto de trabajo del sector de la construcción español, así como la evidencia empírica que acompaña a dicha herramienta. Tal como indican Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999), el "*TR safety observation method*" en sí mismo no incluye normas de seguridad y simplemente proporciona una estructura para la toma de los datos de carácter observacional. Así, la puntuación de los ítems observados se realiza de acuerdo a las normas de seguridad consideradas como referencia, hecho que favorece su adaptación a otros países. El método permite resumir el conjunto de

observaciones mediante la obtención de un índice de seguridad basado en la proporción de ítems seguros observados.

Las tareas para el desarrollo del instrumento prosiguieron con el análisis minucioso de la legislación, de las normas de seguridad vigentes y de la consideración de las características de los métodos constructivos y de organización del trabajo presentes en las obras de construcción españolas. La elaboración del instrumento español se realizó a través de un proceso de adaptación, elaboración, revisión y reelaboración.

La fiabilidad del instrumento radica principalmente en una definición clara de las condiciones a observar, así como de los criterios de evaluación que deben considerarse. La evaluación de la fiabilidad se ha realizado mediante la misma técnica estadística utilizada por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999). Siguiendo esta metodología se ha evaluado la fiabilidad inter-observadores del Índice de Seguridad calculando la media del error obtenido por la aplicación del protocolo por dos observadores en el mismo contexto de trabajo, en un mismo momento temporal y de forma independiente.

Cada aplicación del protocolo requiere que un técnico de seguridad previamente entrenado en el uso del mismo, su modo de aplicación, categorías y criterios de registro, evalúe toda la obra, incluido el comportamiento de seguridad de todos los trabajadores que se encuentran en la misma en el periodo de observación, efectuando un recorrido establecido a través de toda la obra y observando y registrando todos los ítems relevantes para la seguridad contemplados en todas las categorías de observación del protocolo. El proceso de análisis de la fiabilidad inter-observadores se ha realizado evaluando la misma obra por dos técnicos diferentes que efectúan el proceso completo en un mismo periodo de

observación de modo independiente y sin comunicación o contacto entre ellos durante el proceso de observación y registro.

La fiabilidad inter-observadores se ha calculado durante los primeros momentos de las fases de línea base de la implementación del programa de seguridad implementado en cada uno de los estudios. Dado el propio dinamismo de las obras de construcción que provoca que el contexto de trabajo sea cambiante surge la necesidad de comprobar el mantenimiento de la fiabilidad del instrumento a lo largo la implementación del programa. Así, con el objetivo de servir como elemento de control, la fiabilidad también se ha calculado al inicio de las fases de intervención de la implementación del programa de seguridad.

La diferencia existente en el tamaño de las dos obras participantes en la investigación y por tanto, en la duración de los estudios realizados en cada una de sus fases constructivas condiciona el número de observaciones duplicadas con que se ha evaluado la fiabilidad inter-observadores de esta herramienta.

La obra de construcción 1 abarca un área de construcción más amplia que la obra de construcción 2. Esto conlleva que cada una de las fases de construcción (estructura y albañilería) en la primera obra requieran un tiempo mayor que en la obra 2. Por ello en los estudios en la primera obra los periodos de las fases han sido más largos y han permitido calcular la fiabilidad inter-observadores un número mayor de veces.

En el estudio I, el cálculo de la media del error del Índice de Seguridad se realizó en 12 ocasiones, en el estudio II se realizó en 8 ocasiones, en el estudio III se realizó 10 veces y en el estudio IV se realizó 4 veces. Los resultados muestran que, considerando los cuatro estudios conjuntamente, la media del error del Índice de

Seguridad es menor al 10% en 29 de las 34 ocasiones en las que se ha calculado. Conforme a los resultados de la investigación previa, estos resultados permiten considerar que esta herramienta es razonablemente fiable y adecuada para realizar el registro de las observaciones que permiten el cálculo del índice de seguridad, variable dependiente de referencia que, posteriormente, permitirá contrastar la eficacia de la metodología de intervención comportamental.

Con respecto a la validez de contenido del instrumento, cabe destacar que se sustenta en la estricta selección de los ítems que se incluyen en el instrumento para ser observados y evaluados. Concretamente, la selección de estos aspectos de seguridad se realiza mediante un análisis que asegura que dichos ítems se relacionan con la seguridad y la ocurrencia de accidentes y que además son percibidos como relevantes por los técnicos de seguridad, los mandos y los trabajadores implicados. Así, los ítems considerados en esta herramienta se refieren a los principales aspectos que pueden causar tanto accidentes leves como graves en el sector de la construcción en cada una de las áreas de riesgo implicadas en la fase constructiva correspondiente. En este sentido, cabe destacar que en esta herramienta, a diferencia del instrumento utilizado por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) se incluyen dos ítems para la evaluación de los posibles sobreesfuerzos que puedan realizar los trabajadores en el levantamiento manual de cargas. Concretamente se incluye un ítem que evalúa si el trabajador realiza el procedimiento postural a través del cual deben levantarse una carga inferior a 25 kg y otro ítem que evalúa si el trabajador levanta una carga superior a 25 kg con ayuda de otro trabajador, conforme a los procedimientos de seguridad comúnmente admitidos. La inclusión de estos dos ítems se considera importante debido que según la última Encuesta Nacional de

Condiciones de Trabajo (ENCT) realizada en 2011 por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2011), los trabajadores encuestados pertenecientes al sector de la construcción perciben estar expuestos al riesgo de sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas con mayor frecuencia que el resto de trabajadores pertenecientes a los sectores de la Industria, Servicios y Agrario.

Las semejanzas del instrumento de evaluación utilizado por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) con el instrumento utilizado en la presente investigación se refieren a la forma, procedimiento de aplicación y outputs, en el formato de la hoja en el que se registran las observaciones, el proceso estricto de aplicación del protocolo a lo largo de la obra de construcción y la naturaleza de las variables dependientes que permite obtener.

Por otro lado, las principales diferencias se hacen presentes en el contenido del protocolo, concretamente en el documento general de instrucciones que debe considerarse. Estas diferencias son producidas por el propia necesidad de adaptar el contenido a la realidad de la obras de construcción españolas. En este documento se incluyen variaciones en las categorías en las que se agrupan los ítems a observar, los propios ítems que deben ser observados, el principio de muestreo que rige la observación de dichos ítems y los criterios de evaluación que se consideran para evaluar cada uno de los ítems como seguro o inseguro. Es decir, aunque formalmente ambos instrumentos presentan una estructura semejante, el contenido de los mismos difiere para ajustarse a los métodos de construcción, procedimientos y usos de seguridad de las empresas españolas en las fases de estructura y albañilería. La distinción explícita de las fases, tanto en el instrumento diagnóstico como en el

proceso de investigación, es también, adicionalmente, una de las aportaciones de esta investigación.

Las categorías de registro de este instrumento siguen la pauta de las incluidas en el protocolo elaborado por Laitinen y Rohomäki (1996) y Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) con una excepción. Dicha excepción se refiere a que en el presente instrumento se han considerado separadamente las categorías de "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual" cuyos ítems eran incluidos en la misma categoría denominada "Hábitos de Trabajo" en el protocolo de los investigadores finlandeses. Los ítems incluidos en las categorías "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual" se asemejan en su naturaleza por ser los que se refieren directamente al comportamiento del trabajador. Sin embargo, se tomó la decisión de no incluirlos en la misma categoría con el objetivo de poder obtener datos de un modo diferenciado de cada una de estas categorías y de este modo, aumentar la información disponible en las tareas de interpretación de los resultados y mejorar la precisión de la evaluación y el control de efectos de las intervenciones.

De este modo, en relación al primer objetivo específico de este trabajo de investigación puede concluirse que uno de los principales resultados ha sido el desarrollo del *Protocolo de observación sistemática de la seguridad en las obras de construcción*, que es un instrumento razonablemente fiable para la evaluación y registro por observación directa de los aspectos de seguridad relativos a "Comportamiento del Trabajador", "Equipos de Protección Individual", "Orden y Limpieza", "Equipos de Trabajo", "Medios Auxiliares", "Sistema de Evitación y Limitación de Caídas" y "Electricidad e Iluminación" en las obras dedicadas a la construcción nueva de edificios durante sus fases de estructura y albañilería. Así,

este instrumento permitirá el cálculo de diversos índices de seguridad porcentuales vinculados a los citados aspectos de seguridad que serán considerados como posibles variables dependientes durante la implementación de la metodología de intervención comportamental.

En relación al segundo objetivo específico, en esta investigación se ha desarrollado y evaluado un programa de intervención comportamental para la mejora de la seguridad. Este programa se ha implementado en cuatro estudios diferenciados realizados en dos obras de construcción en sus fases constructivas de estructura y albañilería (estudios I, II, III y IV). El desarrollo del programa de intervención comportamental para la mejora de la seguridad se produjo en los cuatro estudios, según la estructura general descrita en diversos programas de intervención comportamental para la mejora de la seguridad (p.e., Al-Hemoud & Al-Asfoor, 2006; Cooper, 2007; Dejoy, 2005; Sulzer-Azaroff & Austin, 2000).

La estructura de cada estudio se concreta en dos fases diferenciadas. En primer lugar, se distingue una fase de línea base, durante la que se aplica periódicamente el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad* a través del que se obtiene un conjunto de datos que permite el cálculo de los índices de seguridad relativos a cada una de las categorías del instrumento, además de un índice de seguridad global de la obra. Una vez que este conjunto de datos alcanza ciertas características técnicas, referidas principalmente a su estabilidad, y además el ciclo de duración de la obra lo permite, se inicia la fase de intervención.

La fase de intervención tiene por objetivo incrementar el índice de seguridad general (estudio I) o alguno de los índices de seguridad específicos, identificando algún otro comparable como control

(estudios II, III y IV). La intervención comienza con una sesión de formación para los trabajadores impartida en la misma obra por el técnico de seguridad de la obra perteneciente a la empresa constructora y por la investigadora de la UIP. Esta sesión de formación consiste, principalmente, en la explicación de en qué consiste el índice de seguridad bajo intervención de su obra, la presentación de modo gráfico de los ítems que se observan para su cálculo y los criterios que debe cumplir cada uno de ellos para ser evaluado como seguro. Esta sesión se realiza mediante la presentación de fotografías obtenidas en la propia obra en la fase de línea base que expresan, para cada ítem, considerado en el índice de seguridad bajo intervención, una condición o comportamiento seguro y alguna o algunas condiciones inseguras. Es decir, se ilustra como debe ser el ítem para que sea evaluado como seguro y los ejemplos más representativos de casos en que ese ítem se ha evaluado como inseguro. Esta sesión finaliza con la presentación del póster donde se muestra la gráfica en la que se indica el índice de seguridad alcanzado durante cada una de las visitas de observación realizadas a lo largo de la línea base.

Una vez finalizada la sesión de formación comienza propiamente la fase de intervención durante la que se introduce la técnica comportamental de feedback. Concretamente el feedback utilizado consistió en facilitar en cada visita periódica de observación información a los trabajadores sobre el índice de seguridad bajo intervención de su propia obra evaluado previamente mediante el *Protocolo de observación sistemática de la seguridad*. El modo a través del que se ofreció el feedback fue gráfico, ya que dicho índice se indicó mediante una gráfica plasmada en un póster donde se refleja la evolución de la obra desde el inicio de la fase de línea base hasta la última visita realizada. Se espera que el despliegue de los resultados observacionales a través de este canal visual actúe como

un elemento motivador presente de forma constante en la obra para que los trabajadores se comporten de un modo seguro. La visibilidad del feedback fue pública ya que el póster se colocó en un lugar de la obra donde precisamente pudiera ser fácil y frecuentemente visto por todos los trabajadores. La población objetivo del feedback fue grupal, es decir, el índice de seguridad porcentual hacia referencia a las observaciones realizadas a todos los trabajadores y a todo su contexto de trabajo. La frecuencia con la que se ofreció este tipo de feedback fue de dos veces por semana. Los agentes que lo proporcionaron fueron el personal técnico de seguridad de la empresa constructora y personal externo a la obra, en este caso, la investigadora de la UIP.

La elección de esta técnica de intervención basada en el feedback gráfico grupal obedeció a diversas razones. La primera de ellas se refiere a la sencillez en su aplicación e interpretación por parte de los trabajadores. La segunda se refiere al bajo coste en cuanto a los recursos económicos, materiales y personales que requiere, lo que le confiere mayor viabilidad y aplicabilidad para las empresas. Por otro lado, también cabe destacar que la empresa de construcción a la que pertenecían las obras participantes en la investigación contaba con un desarrollo y despliegue de los recursos fundamentales para la gestión de la seguridad. Ésta es una condición organizativa considerada como necesaria por diversos autores (e.g., Lingard & Rowlinson, 1997) para conseguir el éxito de la implementación de los programas de intervención en seguridad comportamental en el sector de la construcción. Tal y como se ha indicado, si bien se contaba con el desarrollo y despliegue de los recursos necesarios para la gestión de la seguridad, esta empresa nunca había implementado con anterioridad un programa de intervención en seguridad comportamental. Por ello, ésta es otra de las razones por las que se introduce la técnica comportamental de

feedback cuya implementación requiere una estructura organizacional de la seguridad acorde con la existente en ambas obras de construcción. De este modo, se desestimó la implementación de otro tipo de técnicas comportamentales tales como la "Economía de Fichas" o el "Establecimiento de Metas" que requieren una estructura organizativa de gestión de la seguridad más desarrollada a la que presentaban ambas obras de construcción de esta empresa y, por lo general, de las obras de construcción españolas. El feedback gráfico grupal por otra parte es viable en contextos de cadenas de contratación y es menos sensible a los cambios de presencia de personal que exige el curso de una obra.

Durante el desarrollo de esta fase, los trabajadores reciben información sobre el índice de seguridad de su obra obtenido en cada visita. Concretamente pueden observar su desempeño durante la fase de línea base y periódicamente, tras cada nueva visita a obra, ven añadirse los nuevos índices de seguridad obtenidos en cada aplicación del protocolo de observación.

Con el objetivo de evaluar la eficacia del programa de intervención comportamental desarrollada en esta investigación, la estructura de la misma combina dos tipos de diseño de línea base múltiple. Por un lado, un *diseño de línea base múltiple entre grupos* cuando se consideran simultáneamente los estudios I, II, III y IV y por otro lado, un *diseño de línea base múltiple entre conductas* cuando se considera los estudios II, III y IV independientemente.

El *diseño de línea base múltiple entre grupos* se produce cuando se consideran conjuntamente los estudios I, II, III y IV porque en cada uno de ellos hay una fase de línea base y una fase de intervención que se desarrollan sobre grupos distintos. En el estudio I se ha considerado como variable dependiente al Índice de Seguridad General (ISG), de modo que en este caso, la intervención

afecta al conjunto de categorías consideradas en el protocolo de observación. En los estudios II, III y IV, la intervención se ha realizado sobre las categorías más directamente ligadas al comportamiento. Así, en estos tres estudios se ha considerado como variable dependiente al índice de seguridad referido conjuntamente a las categorías "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual" (ISE_{AB}), reservándose otras categorías como controles. De este modo se aumentan los controles sobre los efectos y los estudios II, III y IV mantienen constantes las categorías bajo intervención. En el estudio I también se ha actuado sobre las categorías "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual" dentro del conjunto de las categorías, por lo que puede considerarse que en los cuatro estudios se interviene sobre estas dos categorías.

El *diseño de línea base múltiple entre conductas* se conforma cuando se considera de forma independiente los datos recogidos en cada uno de los estudios II, III y IV, de modo que existen tres *diseños de línea base múltiple entre conductas*, uno en cada uno de los citados estudios. En este caso, cada estudio es considerado independiente y las conductas están representadas por los índices de seguridad de las categorías del protocolo de observación que son objeto de intervención y de control. Concretamente, en cada uno de estos diseños, el índice de seguridad que considera conjuntamente a las categorías de Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual es el índice bajo intervención mientras que el índice de seguridad bajo control es el referido a la categoría Orden y Limpieza.

Los resultados del estudio I muestran que la media del índice de seguridad bajo intervención, es decir, del Índice de Seguridad General (ISG) durante la fase de línea base ($\bar{X}=60,82\%$) aumentó

durante la fase de intervención ($\bar{X}=84,50\%$) y que la desviación típica obtenida durante la fase de línea base ($s_x=15,38$) disminuyó durante la intervención ($s_x=8,02$). El análisis de la dependencia serial en la serie total de datos formada por 29 observaciones indicó una presencia significativa de la misma, lo que comportó una estrategia de análisis basada en la propuesta por Blumberg (1984) para el estadístico C de Young (1941). En un primer paso, se calculó el estadístico C para probar la presencia de una tendencia a lo largo de las observaciones pertenecientes a la fase de línea base. En este caso se obtuvo un valor de Z superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5%. Concretamente, se obtuvo un valor significativo ($Z=3,759$, $p<0,05$) que llevó a concluir la existencia de una tendencia estadísticamente significativa en la línea base. En consecuencia, en un segundo paso se utilizó nuevamente el estadístico C para probar si esta tendencia se prolongaba durante la fase de intervención, cuyos datos habían sido ajustados previamente a una recta de regresión. En este caso, el valor de Z resultante de la comparación de series mediante la técnica de regresión fue superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5%. Por lo tanto se rechazó la hipótesis nula de que la tendencia de los datos no cambia en la fase de intervención. En el estudio I se obtiene un cambio de tendencia significativo durante la fase de intervención con respecto a la fase de línea base en la dirección esperada de incremento del índice de seguridad bajo intervención que podría atribuirse al efecto de la introducción de la técnica comportamental del feedback durante la fase de intervención.

En cuanto al análisis estadístico realizado en el índice de seguridad bajo intervención en el estudio II, es decir, el Índice de Seguridad referido conjuntamente a las categorías de Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual

(ISE_{AB}), los resultados muestran que la media del índice de seguridad bajo intervención obtenida durante la fase de línea base ($\bar{X}=77,59\%$) mostró un aumento durante la fase de intervención ($\bar{X}=88,27\%$). Por otro lado, la desviación típica obtenida durante la fase de línea base ($s_x=14,42$) disminuyó durante la intervención ($s_x=3,93$). El diagnóstico de la existencia de dependencia serial en la serie total de datos formada por 32 observaciones permitió asumir la ausencia de autocorrelación o dependencia serial significativa considerando un nivel de confianza del 99%. Dicha ausencia implicó que podía ensayarse una estrategia de análisis mediante la prueba t clásica de comparación de medias para muestras independientes y la regresión minimocuadrática (Ostrom, 1978). Sin embargo, si se considera un nivel de confianza del 95%, la autocorrelación de orden 1 resultaba significativa ($p=0,041$), lo cual sugiere una estrategia de evaluación de la metodología de intervención a través del estadístico C de Young. Ante la diferencia de resultados en la existencia de autocorrelación en la serie de datos producida al considerar los niveles de confianza de 99% y 95%, se procedió a evaluar la presencia de efectos atribuibles a la metodología de intervención mediante la realización ambas estrategias de análisis.

Según el análisis que asume una ausencia de dependencia serial en los datos, los resultados de la prueba t de comparación de medias mostraron una $t=-3,001$ con $p=0,007$ que resultó menor al nivel de significación considerado $\alpha=0,05$. Por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula referida a la no existencia de diferencias entre la media del ISE_{AB} de la fase de línea base e intervención y se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas entre ambas medias. En relación a los resultados referidos al análisis de regresión lineal, el coeficiente de determinación muestra que el modelo de regresión estimado explica el 19,4% de la varianza

obtenida en el ISE_{AB} . Así, el 19,4% de la variabilidad obtenida en el índice de seguridad referido al comportamiento del trabajador y el uso de equipos de protección individual viene explicado por la influencia de que en la obra de construcción estuviera presente una fase de línea base o de intervención. En la prueba ANOVA que contrasta la hipótesis nula acerca de la significación de la ecuación de regresión, se obtuvo el resultado de una razón F asociada al modelo de regresión estadísticamente significativa, de modo que puede afirmarse que la ecuación de regresión es significativa. Finalmente, el coeficiente no estandarizado correspondiente a la constante independiente ($a=77,59$) resultó estadísticamente significativo. Este coeficiente se refiere a que la media del ISE_{AB} antes de la fase de intervención era de 77,59%. Por su parte, el coeficiente de regresión no estandarizado asociado a la fase del diseño de investigación también resultó significativo. Este resultado indica que el cambio medio que corresponde a la variable dependiente (ISE_{AB}) como consecuencia del cambio de fase de diseño de la investigación es de 10,68%.

Según el análisis que asume una presencia de dependencia serial en los datos, en un primer paso, se calculó el estadístico C para probar la presencia de una tendencia a lo largo de las observaciones pertenecientes a la fase de línea base. En este caso se obtuvo un valor de Z superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5% ($Z=2,074$, $p<0,05$) que llevó a concluir que existe una tendencia estadísticamente significativa en la línea base. En consecuencia, se utilizó nuevamente el estadístico C para probar si esta tendencia se prolongaba durante la fase de intervención, cuyos datos son ajustados previamente a una recta de regresión. En este caso, el valor de Z resultante de la comparación de series mediante la técnica de regresión fue superior al valor crítico del estadístico C para un nivel de significación del 5% ($Z=2,68$,

$p < 0,05$). Este resultado implica el rechazo de la hipótesis nula referida a que la tendencia de los datos iniciada en la fase de línea base se mantiene durante la fase de intervención.

Por tanto, en este estudio, ambos tipos de análisis producen unos resultados conforme a lo esperado. Por un lado, la prueba t de comparación de medias indica que la mejora del índice porcentual referido al Comportamiento del Trabajador y el uso de Equipos de Protección Individual durante la fase de intervención respecto a la línea base es significativa. Por otro lado, las pruebas estadísticas no paramétricas basadas en los principios de la aleatorización de respuestas indican que la tendencia de los datos referidos a este índice porcentual de la línea base cambia significativamente durante la fase de intervención.

En el estudio II, tanto la media como la variabilidad de los datos referidos al índice de seguridad bajo intervención y bajo control muestran un patrón de resultados conforme a lo esperado. En las pruebas clásicas de comparación de medias se obtiene que la media del índice de seguridad bajo intervención mejora significativamente durante la fase de intervención con respecto a la línea base. Por otro lado, en las pruebas estadísticas no paramétricas basadas en los principios de la aleatorización de respuestas se obtiene que la tendencia de los datos identificada en la línea base cambia significativamente durante la fase de intervención. La variabilidad de los datos de este índice disminuye ampliamente durante la fase de intervención. En cuanto al índice de seguridad bajo control referido a la categoría Orden y Limpieza, su media disminuye ligeramente durante la fase de intervención respecto a la línea base. En este caso, aunque la variabilidad disminuye durante la fase de intervención, solamente se trata de una disminución muy pequeña. La comparación dentro de la misma fase constructiva de la

misma obra entre el índice de seguridad bajo intervención, que presenta los cambios esperados propios de la intervención, y el índice de seguridad bajo control que no presenta esos cambios, incrementa la confianza en que los cambios pueden atribuirse a la intervención.

En cuanto al análisis estadístico realizado en el índice de seguridad bajo intervención en el estudio III, es decir el Índice de Seguridad referido conjuntamente a las categorías de Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual (ISE_{AB}), los resultados muestran que la media disminuyó ligeramente durante las observaciones de la fase de intervención ($\bar{X}=82,69\%$) con respecto a la fase de línea base ($\bar{X}=84,07\%$). La desviación típica obtenida durante la fase de línea base ($S_x=9,52$) disminuyó durante la intervención ($S_x=8,04$). En este caso, el índice de seguridad referido a la categoría Comportamiento del Trabajador muestra un patrón de resultados conforme a lo esperado. La media de este índice de seguridad obtiene una mejora en la fase de intervención con respecto a la fase de línea base y su variabilidad es menor. Sin embargo, el índice de seguridad referido al uso de Equipos de Protección Individual es el índice que muestra un patrón contrario a lo deseable. Si bien, muestra una menor variabilidad durante la fase de intervención, su media desciende 3,9 con respecto a la línea base. En este caso, dado que los resultados referidos a la media del ISE_{AB} , el cual fue definido como el índice objetivo de la intervención en este estudio, fueron contrarios a lo esperado, se desestimó la realización de cualquier análisis posterior dirigido a evaluar la eficacia de la metodología de intervención implementada.

En el estudio III, la media del índice de seguridad bajo intervención muestra un patrón contrario a lo esperado. Esto es, la media de este índice disminuye ligeramente durante la fase de

intervención. La variabilidad de los datos, sin embargo, sí muestra el patrón esperado ya que disminuye durante la intervención. Por su parte, la media del índice de seguridad bajo control sí mostró un patrón conforme a lo esperado dado que no mostró una mejora durante la fase de intervención respecto a la línea base. En este caso la variabilidad disminuyó ligeramente durante la fase de intervención.

Específicamente, en este estudio III, es el índice de seguridad referido al uso de equipos de protección individual el que muestra un patrón contrario a la hipótesis. Este índice de seguridad referido al uso de equipos de protección se valora positivo en la observación cuando el trabajador hace uso de la ropa de trabajo normativa que incluye el pantalón largo y camisa o camiseta, y los equipos de protección correspondientes a la tarea (casco, botas de seguridad y en su caso arneses, gafas y guantes de seguridad). Si el trabajador cumple con todas las prescripciones de ropa y equipos se valora como seguro; basta que uno de los elementos no esté presente para valorarlo como inseguro. En el estudio III la fase de línea base coincidió con los meses de febrero, marzo y abril mientras que la fase de intervención se desarrolló en mayo, junio y julio. La fase de intervención coincidió con un periodo de altas temperaturas que influyeron negativamente en la disposición de los trabajadores para, en un trabajo realizado a la intemperie y a veces a pleno sol, utilizar la ropa de trabajo normativa y quizás algunos de los equipos de protección individual relacionados con ella. Durante la fase de intervención, se registró con frecuencia uso de pantalón corto (valorado como inseguro), menor uso de los guantes y puntualmente una falta en el uso de camiseta. Las altas temperaturas de la zona durante la fase de intervención –que no se dieron en los meses precedentes durante la fase de línea base- en un trabajo físico realizado necesariamente a la intemperie o sin posible aislamiento

térmico contribuyeron a este cambio imprevisto en el modo de vestimenta de los trabajadores. Estas argumentaciones post hoc no permiten establecer la causa de los resultados en la media del índice de equipos de protección individual pero resumen las principales reflexiones del equipo de investigación y los técnicos de la empresa acerca de la ausencia de efectos significativos en el estudio III y, aunque se fundamentan en la evidencia referida a temperaturas y uso de ropa de trabajo son necesariamente de naturaleza especulativa.

En el estudio IV el objetivo de la intervención fue también el Índice de Seguridad referido conjuntamente a las categorías de Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual (ISE_{AB}). Los resultados muestran que la media del índice de seguridad bajo intervención durante la fase de línea base ($\bar{X}=69,47\%$) aumentó durante la fase de intervención ($\bar{X}=82,82\%$) y la desviación típica obtenida durante la fase de línea base ($S_x=9,09$) fue menor durante la intervención ($S_x=4,87$). En el diagnóstico de la presencia de dependencia serial en la totalidad de la serie de datos formada por 25 observaciones se obtuvo una presencia significativa de dependencia serial en los datos. La existencia de dicha dependencia supone una estrategia de análisis mediante el estadístico C de Young. En un primer paso, se calculó el estadístico C para probar la presencia de una tendencia a lo largo de las 11 observaciones de la fase de línea base. En este análisis se obtuvo un valor no significativo de Z ($Z=-0,390$, $p<0,05$) que llevó a mantener la hipótesis nula y a concluir que no existía una tendencia estadísticamente significativa en la línea base. Por tanto, la estrategia de análisis continuó mediante el cálculo del estadístico C para probar si había una tendencia en los datos al considerar conjuntamente la fase de línea base y la de intervención. En los resultados se obtuvo que el valor de Z al añadir la fase de

intervención a la de línea base resultaba estadísticamente significativo ($Z=1,834$, $p<0,05$). Por tanto, este resultado se produce conforme a lo esperado y refuerza la idea de que la intervención es efectiva.

En el estudio IV, tanto la media como la variabilidad de los datos de los índices de seguridad bajo intervención y bajo control mostraron un patrón de resultados conforme a lo esperado. La media de índice de seguridad bajo intervención aumentó en la fase de intervención. Con respecto a este índice, los resultados de las pruebas estadísticas no paramétricas basadas en los principios de la aleatorización de respuestas indican que existe una tendencia estadísticamente significativa en los datos al considerar conjuntamente la fase de línea base y la de intervención. Por su parte, la variabilidad de los datos de este índice disminuye durante la fase de intervención. Por otro lado, en referencia al índice de seguridad bajo control referido a la categoría Orden y Limpieza, la media desciende y la variabilidad aumenta durante la fase de intervención.

A partir de los resultados de los análisis estadísticos y en referencia a la consideración de los datos según la estructura del *diseño de línea base entre grupos*, puede concluirse que el programa de intervención comportamental es efectivo para la mejora de los índices de seguridad bajo intervención en tres de los cuatro grupos (estudios I, II y IV). En este tipo de diseño de investigación, cabe destacar que el hecho de que cada grupo que conforma una línea base esté referido a una obra en una determinada fase constructiva contribuye a la validez interna del mismo. Por una parte, queda asegurado que el desarrollo del programa de intervención comportamental en uno de estos grupos no tiene efectos en otro; por otra, la aparición de efectos cada vez que se presenta la

intervención sobre grupos de trabajadores diferentes, en diferentes obras, en diferentes fases de construcción, sobre diferentes índices de seguridad, contribuye a asentar la confianza en la capacidad de la intervención para producir efectos sobre la seguridad de las obras.

Por otro lado, en referencia a los datos según la estructura de un *diseño de línea base múltiple entre conductas*, se concluye que los resultados obtenidos en los estudios II y IV contribuyen a avalar la consideración de que la intervención realizada es efectiva. Concretamente, el hecho de que en ambos diseños solamente se hayan obtenido mejoras estadísticamente significativas en el índice de seguridad bajo intervención y que no se haya producido una mejora en el índice de seguridad bajo control, avala la validez interna de la investigación. Esto es, la confianza en que los efectos obtenidos en la categoría bajo intervención se deben al programa de intervención comportamental realizado y no a otros factores como por ejemplo la mera presencia de la observación o factores debidos a la evolución natural de la obra.

Los resultados del estudio III donde no se produce el cambio esperado sugieren que, no obstante, la capacidad de la intervención para producir efectos no es la única fuerza que actúa sobre el comportamiento de seguridad de los trabajadores y que otros factores circunstanciales, como la temperatura ambiental y su efecto sobre la vestimenta deben ser tenidos en cuenta.

Tras presentar los resultados de este trabajo de investigación, cabe destacar su relación con los resultados de otros estudios existentes en la literatura internacional.

Los resultados de esta investigación son congruentes con los obtenidos en el estudio desarrollado por Mattila y Hyödynmaa (1988), de modo que en ambos estudios la provisión de feedback

gráfico a los trabajadores produce mejoras en diversos aspectos de seguridad de naturaleza comportamental. En el estudio finlandés, el índice medio de seguridad aumentó un 15% en el caso de la obra dedicada a la construcción de un edificio de oficinas y un 14% en el caso de la obra dedicada a la construcción de apartamentos. Dado que este estudio solamente aporta los datos de los índices de seguridad específicos de cada una de las categorías de seguridad en el caso de la primera obra, cabe destacar que las categorías concretas que son comparables con las que también se ha intervenido en esta investigación son "Orden y Limpieza", "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual". Concretamente, sobre estas 3 categorías se ha intervenido en la línea que conforma el *diseño de línea base múltiple entre grupos* del Estudio I. Tanto los índices de dichas categorías obtenidos en la primera obra del estudio finlandés como en la línea que conforma el *diseño de línea base múltiple entre grupos* del Estudio I muestran un aumento, sin embargo, existen diferencias en el patrón de los mismos. Concretamente, en la obra del estudio finlandés dedicada a la construcción de un edificio de oficinas, la categoría que experimentó un mayor aumento fue la del "Comportamiento de Trabajador" (27%), mientras que en este estudio, dicha categoría mostró una ganancia porcentual de 6,07%. En el estudio I, la categoría que experimentó un mayor aumento fue la de "Equipos de Protección Individual" con una ganancia porcentual del 33,49%, mientras que en la obra finlandesa dicha categoría solamente alcanza una ganancia porcentual del 2%. En referencia a la categoría "Orden y Limpieza" también existen diferencias notorias, dado que en este estudio, el índice referido a la misma desarrolla una ganancia del 12,29% mientras que en la obra del estudio finlandés solamente lo hace un 3%.

También destaca que en esta investigación, concretamente en los *diseños de línea base múltiple entre conductas* desarrollados en los estudios II y IV se ha intervenido sobre las categorías "Comportamiento del Trabajador" y "Equipos de Protección Individual". En este caso, tanto los resultados obtenidos en la primera obra del estudio finlandés como en los estudios II y IV los índices de seguridad de ambas categorías muestran un aumento. El índice de seguridad de la categoría "Comportamiento del Trabajador" no logra en ninguno de los *diseños de línea base múltiple entre conductas* alcanzar un aumento tan alto como en el estudio finlandés. Sin embargo, en ambos *diseños*, el índice de seguridad de la categoría "Equipos de Protección Individual" alcanza un aumento mayor que en el estudio finlandés. No obstante, a pesar de que la naturaleza de los ítems considerados en cada una de las categorías en ambas investigaciones es semejante, cabe destacar que ni su contenido ni número son totalmente coincidentes.

En la presente investigación también existen resultados congruentes con los obtenidos en el estudio de Laitinen y Ruohomäki (1996). En este sentido, el conjunto de datos más comparable con el estudio finlandés es el perteneciente a la línea que conforma el *diseño de línea base múltiple entre grupos* del estudio I ya que ambos desarrollan una intervención sobre el Índice de Seguridad General. Ambos estudios muestran una mejora en todos y cada uno de los índices de seguridad específicos que engloba el Índice de Seguridad General. También cabe destacar que pueden ser razonablemente comparables porque aunque en el estudio finlandés, en un principio se implementaron las técnicas de intervención del feedback y el establecimiento de metas, una vez que se consiguió el índice de seguridad meta, solamente se mantuvo la técnica del feedback y el índice de seguridad continuó aumentando. Así, en el grupo de datos del estudio I, todas las categorías que engloba el

Índice de Seguridad General aumentan su índice de seguridad específico, siendo los que muestran una mayor mejora los índices de las categorías de "Electricidad e Iluminación", "Medios Auxiliares" y "Equipos de Protección Individual". Le siguen los índices de las categorías de "Sistemas de Evitación y Limitación de Caídas", "Equipos de Trabajo", "Orden y Limpieza" y "Comportamiento del Trabajador". Laitinen y Ruohomäki (1996) obtienen una mejora significativa de todos los subíndices que engloba el Índice de Seguridad General. El mayor incremento lo muestran los índices de las categorías "Maquinas y Equipos", "Orden y Limpieza" y "Electricidad e Iluminación". Le siguen los índices de las categorías "Hábitos de Trabajo", "Andamios y Escaleras" y "Protección contra Caídas". La importancia de estos resultados se relaciona la validez para predecir accidentes. Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta (1999) obtuvieron la correlación entre el Índice de Seguridad General y el índice de accidentes de un grupo de obras durante la fase de estructura, así como la correlación entre el Índice de Seguridad General y el índice de accidentes de un grupo de obras en fase de interiores, y ambas resultaron negativas y estadísticamente significativas.

Algunos de los resultados obtenidos en esta investigación también son congruentes con los obtenidos en el estudio de Duff et al. (1993) desarrollado en el sector de la construcción del Reino Unido. Concretamente, los resultados de dicho estudio pueden compararse con los obtenidos en la línea que conforma el *diseño de línea base múltiple entre grupos* del Estudio I de esta investigación. Esto es porque Duff et al. (1993) desarrollaron una intervención sobre las categorías referidas al "Uso de Andamios", "Acceso a Alturas" y "Orden y Limpieza", las cuales solamente son objeto de intervención en la línea que conforma dicho diseño. Concretamente, los aspectos de seguridad de las tres categorías del estudio británico

podrían ser comparables con las categorías de "Andamios y Escaleras" y "Orden y Limpieza" de dicha línea. En este caso, los aspectos de seguridad considerados en las dos categorías "Uso de Andamios" y "Acceso a Alturas" del estudio británico serían comparables con los aspectos de seguridad considerados bajo la misma categoría denominada "Andamios y Escaleras" considerada en dicha línea base. En el estudio británico el índice de seguridad de las categorías bajo intervención obtuvieron las mejoras más elevadas cuando se implementaron las técnicas de establecimiento de metas y feedback, sin embargo a estas mejoras le siguen las alcanzadas por la implementación de las técnicas del feedback y la formación, técnicas que son las desarrolladas en la línea que conforma el *diseño de línea base múltiple entre grupos* del Estudio I. También cabe destacar que al igual que en dicha línea de datos, las mejoras obtenidas en el estudio de Duff et al. (1993) se producen durante la primera fase de intervención posterior a una línea base y no durante la segunda intervención realizada posteriormente a una fase de retirada. Los autores indicaron que la posible razón de este resultado se relaciona con el hecho de que la retirada del feedback no fue bien acogida por los trabajadores. Por ello, dichos autores sugieren la conveniencia de una estrategia de intervención para conseguir las mejoras más elevadas como la desarrollada en este estudio, donde la aplicación del feedback es de carácter continuo y consistente tras una primera fase de línea base. De hecho, en la segunda fase del estudio (Robertson et al., 1999), los autores implementan un programa de intervención mediante un diseño experimental AB sin fase de retirada donde el índice de seguridad general referido a todas las categorías en el conjunto de todas las obras de construcción participantes mostró un aumento estadísticamente significativo. Con respecto a este último estudio también destaca que la categoría de uso de "Equipos de Protección Individual" es considerada como

categoría de intervención cuyo índice de seguridad específico experimentó un mayor aumento significativo con respecto al resto de categorías. Dicha categoría es objeto de intervención en la línea que conforma el *diseño de línea base múltiple entre grupos* del Estudio I y los *diseños de línea base múltiple entre conductas* desarrollados en los estudios II y IV, donde su índice específico también mostró una mejora.

En referencia al estudio realizado por Lingard y Rowinson (1997) y Cooper (2010a) desarrollado en el sector de la construcción Chino y en Oriente Medio, respectivamente, los resultados de esta investigación no son directamente comparables con el mismo debido a que las técnicas comportamentales implementadas en dichos estudios no son coincidentes. Concretamente, el estudio desarrollado por Lingard y Rowinson (1997), implementa conjuntamente las técnicas de feedback y establecimiento de metas de carácter participativo durante la fase de intervención. Por su parte, Cooper (2010a) implementa conjuntamente las técnicas del feedback verbal diario en el momento de la observación, feedback semanal escrito, establecimiento de metas de grupo de forma participativa y publicación de elementos publicitarios en la obra. Así, ambos estudios aportan los resultados de los índices de seguridad de las categorías bajo la intervención de dichas técnicas, de modo que es imposible diferenciar entre los efectos producidos por cada una de las técnicas aisladamente, lo que impide que los resultados puedan compararse detalladamente.

Igualmente, los resultados obtenidos en esta investigación se muestran congruentes con la investigación efectuada en otros sectores de actividad. Concretamente, muestran resultados similares a estudios donde el feedback por sí solo, como técnica de intervención comportamental, ha sido suficiente para producir una

mejora de los aspectos de seguridad evaluados. Se trata del caso de los estudios realizados en otros sectores de actividad como el sector de la industria naval (Saari & Näsänen, 1989), la industria metalúrgica (Zohar, Cohen, & Azar, 1980) o la industria dedicada a la fabricación de papel (Fellner & Sulzer-Azaroff, 1984a). Los resultados son congruentes con la conclusión de Fellner y Sulzer-Azaroff (1984a) de que el feedback proveído a los trabajadores sobre su desempeño de seguridad había demostrado ser un método simple, efectivo y de efectos duraderos para mejorar la seguridad.

En una revisión realizada sobre 24 conjuntos de datos, las características del feedback implementado en esta investigación referidas al modo de su presentación a los trabajadores (gráfico), a la frecuencia de presentación (intermitente a lo largo de la semana) y al foco de presentación (grupo) resultaron ser capaces de generar porcentajes medios de cambio comportamental de seguridad con tamaños del efecto asociado significativos (Cooper, 2007). Concretamente, el porcentaje medio del cambio comportamental obtenido por el conjunto de los estudios que implementaron un tipo de feedback gráfico fue del 22% con un tamaño del efecto asociado significativo. El porcentaje medio del cambio comportamental obtenido por el conjunto de los estudios cuya frecuencia de observación era intermitente a lo largo de la semana fue del 32% con un tamaño del efecto asociado significativo. Finalmente, destaca que el porcentaje medio del cambio comportamental obtenido por el conjunto de los estudios cuyo foco de presentación era el grupo fue del 30% con un tamaño del efecto asociado significativo.

Tras analizar la relación de los resultados de este trabajo de investigación con estudios previos internacionales puede concluirse que los resultados de esta investigación son congruentes con los resultados de la investigación efectuada en otros países en el sector

de la construcción (Duff et al., 1993; Laitinen & Ruohomäki, 1996; Mattila & Hyödynmaa, 1988; Robertson et al., 1999), así como en otros sectores de actividad. De este modo, los resultados obtenidos permiten afirmar que al igual que en la investigación internacional analizada, la implementación de la técnica de intervención comportamental referida al feedback gráfico acerca del desempeño de seguridad que alcanzan los trabajadores en relación a los aspectos comportamentales de la seguridad objeto de intervención constituye la principal variable en la mejora de los mismos.

Puede concluirse que los resultados obtenidos avalan la eficacia de la metodología de intervención comportamental implementada en esta investigación para mejorar el comportamiento de seguridad de los trabajadores en las obras de construcción españolas bajo análisis dedicadas a la construcción nueva de edificios en sus fases de estructura y albañilería. Dada la relación, empíricamente demostrada entre el incremento del comportamiento de seguridad de los trabajadores con la disminución de la ocurrencia de accidentes en el sector de la construcción (Laitinen, Marjamäki, y Päivärinta, 1999) es esperable que el aumento del comportamiento de seguridad de los trabajadores alcanzado mediante la implementación de esta metodología pueda contribuir a la disminución de accidentes en las obras de construcción.

CONCLUSIONES

En este último apartado, se indican las aportaciones más importantes de esta investigación, las limitaciones de la misma, diversas directrices futuras de investigación, así como una serie de condiciones destacables que dotan de relevancia a sus resultados.

La aportación más importante de la presente investigación consiste en la implementación de una metodología de intervención comportamental eficaz y viable para mejorar el comportamiento de seguridad y las condiciones de seguridad en obras de construcción españolas. De este modo, la provisión de este ejemplo de intervención puede servir como marco de referencia y de estímulo para fomentar su implantación por parte de empresas de construcción españolas.

Esta metodología de intervención posee diversas características que pueden favorecer su implantación en el complejo proceso de trabajo en el que se desarrollan las obras de construcción, y favorecer su integración en los procesos de gestión de la seguridad ya existentes las empresas de construcción. Entre estas características destaca que la aplicación de esta metodología incluye tanto el diagnóstico y seguimiento como la intervención en los aspectos comportamentales de la seguridad, que son componente esencial de la misma. Esto es muy importante porque se introducen los principios científicos de la evaluación comportamental en los mecanismos de control e intervención de seguridad de las obras. Con frecuencia, las empresas de cierto tamaño aplican protocolos de control de seguridad basados en el cumplimiento de la legislación que implican visitas de observación de la obra de frecuencia y duración similar a las que aquí se han utilizado. Sin embargo, no

logran obtener los resultados deseados sobre la seguridad de las obras. Esta investigación aporta una herramienta de observación y gestión que es compatible con esas visitas de los técnicos de prevención, pero que inserta la perspectiva comportamental y los conocimientos de observación y control de la conducta en esa dinámica dotándola de una fundamentación avalada por los resultados. Así, los resultados muestran que la aplicación de dicha metodología en las obras de construcción bajo análisis resulta eficaz para conseguir un mejor control del complejo proceso constructivo, el diagnóstico de la seguridad en obra y la intervención sobre el comportamiento de seguridad de los trabajadores en su entorno de trabajo y las condiciones de seguridad que este comportamiento genera.

Entre las propiedades que favorecen su implantación también destaca que se trata de una metodología sencilla y fácil de aprender y aplicar que puede llegar a ser implementada de forma rutinaria por el personal vinculado a la seguridad en las obras. Esto es porque se trata de un método que principalmente, requiere conocer dos aspectos fundamentales. Por un lado, requiere el conocimiento de la normativa de seguridad exigida para las obras de construcción, aspecto que usualmente ya es ampliamente conocido por el personal vinculado a la seguridad en las obras. Por otro lado, requiere el conocimiento de la "metodología observacional", cuyo dominio puede alcanzarse mediante un entrenamiento específico cuyo coste puede resultar asumible para las empresas. Por ejemplo, tanto en este trabajo de investigación como en estudios previos (p.e., Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999), solamente fueron necesarias unas horas de formación para obtener observaciones fiables una vez que los observadores ya conocían las normas de seguridad.

Igualmente destaca que se trata de una metodología flexible, cuyo proceso general de implementación siempre exige el cumplimiento y control de ciertas condiciones, pero que también puede adaptarse a la complejidad de la organización de trabajo y proceso constructivo de las obras. Así, en esta investigación se ha demostrado que es posible adaptar esta metodología al carácter dinámico del sector de la construcción ya que en las dos obras donde se ha desarrollado esta investigación estaban presentes las principales condiciones que caracterizan el sector. Concretamente, en ambas obras existía un gran número e intensidad de factores de riesgo a los que estaban expuestos sus trabajadores, dichos riesgos experimentaban un constante cambio y la organización productiva se basaba en la subcontratación.

Otra característica que favorece la implantación de este método se relaciona con el hecho de que los trabajadores suelen interpretarlo como un método a través del cual se les hace partícipes en la seguridad de su obra de un modo positivo. Las particularidades del método que favorecen esta interpretación por parte de los trabajadores se refieren a que a los trabajadores se les informa explícitamente de los aspectos de seguridad que se observan, de cuales son los criterios a través de los que se evaluarán y finalmente se les proporciona información visita a visita sobre el resultado de seguridad que han alcanzado. También destaca que el resultado que se les ofrece, concretamente, el "Índice de Seguridad" expresado en un porcentaje que refleja el nivel de seguridad actual de la obra de construcción, es fácil de interpretar, enfatiza los aspectos positivos y abandona la práctica de aportar como resultado de las visitas de seguridad una lista de aspectos negativos. Al igual que se ha indicado en el sector de la construcción de otros países, la práctica de aportar una lista de aspectos negativos a mejorar como resultado de una visita de inspección a la obra no parece ser suficiente para

motivar a los trabajadores a mejorar su comportamiento de seguridad (Laitinen, Marjamäki, & Päivärinta, 1999). Así, puede considerarse que este tipo de metodología enfatiza el refuerzo del comportamiento seguro más que en el castigo del comportamiento inseguro. Igualmente, los trabajadores no advierten ningún cambio en las rutinas con las que son observados, ya que este método no supone una observación más invasiva que las visitas de inspección de seguridad rutinarias que se realizan actualmente en las obras. Estas condiciones propician que los trabajadores se muestren receptivos a este método, aspecto que facilita su eficaz implantación y desarrollo.

Finalmente, cabe destacar las características que se refieren a los costes de implantación de esta metodología. Por un lado, el coste en cuanto a la inversión de recursos materiales es mínimo porque no implica la necesidad de adquirir ningún tipo de instrumento ni material especializado. Por otro lado, su coste referido a la inversión de tiempo se relaciona principalmente con el tiempo que requieren las visitas de observación. Este tiempo depende del tamaño de la obra porque ésta debe ser observada en su totalidad. Sin embargo, el tiempo necesario para realizar el tipo de visita de observación que requiere la implementación de esta metodología no difiere esencialmente del tiempo que se invierte en las visitas de seguridad rutinarias que suelen realizarse en las obras de construcción. Así, el coste de tiempo vendrá más bien determinado por el número de visitas de observación que se realicen. En relación a ello es necesario considerar que en la fase de intervención, el número de observaciones realizadas determina la frecuencia con la que puede ofrecerse feedback a los trabajadores y que ésta variable se ha relacionado con la eficacia de dicha metodología. En este sentido, la evidencia muestra como una frecuencia de feedback intermitente (2 ó 3 veces por semana) es capaz de producir una mejora del

comportamiento de seguridad de los trabajadores y una reducción del número de accidentes significativas (Cooper, 2009).

Así, también cabe destacar que la consideración de un número de visitas se asociará con la inversión de recursos humanos. De este modo, la implementación de esta metodología puede integrarse en la dinámica habitual de trabajo de los técnicos de seguridad de las empresas de construcción en la que es habitual que visiten la obra una vez a la semana. En esta investigación la frecuencia de 2 visitas semanales se ha basado en la combinación casi alternativa de visitas entre un técnico de seguridad de la empresa y la investigadora de la UIP. En una implementación independiente de una empresa de construcción, en el caso recomendable de que se planifique realizar más de una visita semanal, esta condición requeriría probablemente la implicación de otro trabajador perteneciente a la misma obra y que esté vinculado a la seguridad, tal como por ejemplo, el encargado de la obra, el delegado de seguridad o personal adjunto al equipo técnico.

También requieren de una inversión de tiempo la formación del personal responsable de la implementación de la metodología y la sesión formativa que se ofrece a los trabajadores al comienzo de la fase de intervención. Sin embargo, el tiempo que es necesario para realizar ambas formaciones es mínimo. Por ejemplo, en esta investigación, la formación de personal responsable de la implementación supuso una duración de 4 horas aproximadamente y la sesión formativa de los trabajadores supuso una hora aproximadamente. Por otra parte, las empresas necesitan realizar sesiones de formación de sus técnicos y de sus empleados previstas en la legislación y necesarias para la coordinación. Además, también destaca que la realización de ambos tipos de formación es totalmente viable en la dinámica de la organización del trabajo en el

sector de la construcción. Por ejemplo, las sesiones formativas de los trabajadores que se realizaron en esta investigación, se llevaron a cabo durante un periodo temporal incluido en la jornada laboral de los trabajadores y en un espacio ubicado en su propia obra, siendo estas condiciones de formación habituales.

Por ello, el análisis de la relación coste-beneficio puede considerarse como favorable a la implantación de esta metodología, de modo que dicho análisis puede resultar como elemento motivacional para considerar la decisión de su puesta en práctica en las obras de construcción.

En relación a las *limitaciones* de este estudio puede destacarse la imposibilidad de realizar un análisis estadístico que hubiera permitido evaluar la relación entre el comportamiento de seguridad de los trabajadores y la ocurrencia de accidentes. La realización de este tipo de análisis no ha sido posible debido a que el número de accidentes registrados durante el estudio ha sido prácticamente inexistente. Así, esta falta de datos ha imposibilitado la realización de cualquier tipo de análisis estadístico. La falta de datos referidos a la accidentabilidad viene producida por la propia naturaleza probabilística de los accidentes que lleva a poder considerarlos como eventos raros, en el sentido estadístico.

En cuanto a las directrices futuras, los resultados de esta investigación ofrecen un importante punto de partida para futuras investigaciones en las que sería deseable que pudieran abordarse los siguientes objetivos adicionales:

- (a) Evaluar la validez del método para predecir accidentes en las obras de construcción. Esta validación empírica requeriría de la disposición de un gran conjunto de datos pertenecientes tanto a las diferentes categorías del protocolo de observación

como a los accidentes ocurridos en un gran número de obras. Relacionado con este objetivo también resultaría interesante realizar un análisis estadístico específico de la relación entre las categorías del protocolo de observación referidas específicamente al comportamiento de seguridad de los trabajadores (Comportamiento del Trabajador y Equipos de Protección Individual) y la ocurrencia de accidentes. Para realizar un estudio que pueda abordar dichos objetivos, se requiere la participación en el mismo de un gran número de obras de construcción. También puede destacarse que sería conveniente considerar diferentes variables a la hora de seleccionar las obras participantes. Principalmente, estas variables hacen referencia a aquellos aspectos de la obra que permitan aumentar tanto el número de observaciones como de un posible registro de accidentes. Por un lado, a la hora de seleccionar obras, cabría considerar: obras de construcción de gran tamaño, obras de larga duración y obras donde el número de trabajadores sea elevado. Por otro lado, también cabría considerar la inclusión del registro de cuasi-accidentes, cuya frecuencia en los trabajadores es mayor.

(b) Adaptar y evaluar este tipo de metodología en fases constructivas anteriores (p.e., fase de movimientos de tierras) y posteriores (p.e., fase de instalación de servicios) a las consideradas en esta investigación. Esto permitiría abordar todo el ciclo constructivo de las obras de construcción nueva de edificios.

(d) Incluir la participación del personal de obra (p.e., el delegado de seguridad o el encargado de la obra) en algunas de las tareas clave de la implementación del programa, tales como las tareas de observación y la provisión de feedback a los

trabajadores. Existe evidencia acerca de una mejora del desempeño de seguridad cuando el supervisor y el delegado de seguridad de la obra realizaron visitas de observación semanales acompañadas de feedback gráfico a los trabajadores (Laitinen & Ruohomäki, 1996; Robertson et al., 1999). Esta condición se considera interesante porque disponer de más de un agente podría permitir un aumento de la frecuencia con la que se realizan las observaciones y por tanto de la posibilidad de ofrecer feedback a los trabajadores durante la fase de intervención. Igualmente, la participación del propio personal de obra en la implementación de la metodología, favorecería el registro y seguimiento de posibles cambios o sucesos en el contexto de trabajo que pudieran suponer la introducción de adaptaciones en las tareas de implementación aumentando la adaptabilidad del método a las condiciones de la obra. Por otro lado, la participación del propio personal de obra, al tratarse de trabajadores con un mayor grado de familiaridad para el resto del personal, podría disminuir los posibles efectos de reactividad de los trabajadores ante el hecho de saberse observados y evaluados por personal externo a la obra, aunque habría que evaluar los efectos que esta familiaridad pudiera tener sobre los registros. Igualmente esta participación, al estar presente de forma permanente en la obra, también podría suponer un recurso para favorecer la incorporación de otros tipos de técnicas comportamentales que requieran de un mayor control.

(e) Evaluar la influencia de la implementación de diferentes tipos de feedback en función de las posibilidades que ofrecen las variables referidas a la frecuencia (diario, intermitente o semanal), foco de observación (grupo o individuo) y modo o canal a través que se ofrece (gráfico, verbal o ambos) sobre las

variables dependientes referidas a comportamiento de seguridad, así como accidentabilidad. Los resultados muestran que las elecciones realizadas (frecuencia 2 veces a la semana, feedback gráfico y grupal) resultan valiosas, no obstante pueden explorarse otras combinaciones si estas resultan prácticas y viables para las empresas de construcción.

(f) Evaluar la existencia de efectos diferenciales de diferentes técnicas de carácter comportamental. Por ejemplo, podría resultar interesante la evaluación de efectos diferenciales entre la implementación de la técnica del feedback aisladamente o de manera conjunta con la técnica del establecimiento de metas, ya sean de carácter participativo o asignado. Igualmente, podría compararse los efectos producidos por la implementación de dichas técnicas con los efectos producidos por implementación de otras técnicas de carácter más complejo como el desarrollo de un sistema de incentivos o economía de fichas.

Este conjunto de sugerencias permiten analizar diversas facetas de validez de los resultados. En este ámbito de investigación, donde la misma existencia de la posibilidad de investigar depende de la presencia de proyectos de construcción en empresas dispuestas a comprometerse en la misma, las diversas condiciones sugeridas dependen de la presencia de condiciones favorables cuya aparición está generalmente fuera del control del investigador.

Esta investigación se caracteriza por un conjunto de condiciones destacables que dotan de relevancia a los resultados de la misma.

Entre estas características destaca la condición referida a que en esta investigación se ha conseguido llevar a cabo 4 estudios

donde se ha implementado una metodología de intervención que ha requerido de un constante desarrollo de tareas de campo a lo largo de diferentes intervalos temporales, todos ellos, de una duración considerablemente larga. Esta metodología se ha implementado a lo largo de un continuo temporal de 22 semanas de duración en el Estudio I, de 28 semanas en el Estudio II, de 24 semanas en el estudio III y de 28 semanas de duración del Estudio IV. Concretamente, la tarea de observación para la obtención de la variable dependiente durante las fases de línea base de los estudios y el desarrollo de esta tarea junto con la provisión de feedback durante las fases de intervención han requerido una frecuencia intermitente de visita a obras de aproximadamente dos veces por semana. En este sentido, en esta investigación se ha conseguido disponer de cuatro conjuntos de datos de naturaleza longitudinal que ofrecen una valiosa oportunidad de analizar la evolución del perfil de respuesta e identificar posibles patrones de cambio en las variables dependientes referidas a la seguridad en dos obras de construcción a lo largo de sus fases de estructura y albañilería. Entre las condiciones que han favorecido la obtención de dichos datos de naturaleza longitudinal figuran la flexibilidad y adaptabilidad del proceso del método de intervención a la realidad de las obras. Esto ha permitido que a pesar de las particularidades que surgen en el propio proceso de construcción a lo largo del desarrollo de los estudios, el método de intervención pudiera continuar aplicándose y por tanto las tareas de obtención de los datos se desarrollaran sin interrupción. Por otro lado, también cabe destacar como condición favorecedora de este logro, a la existencia de un gran esfuerzo en las tareas de planificación previas a la etapa de implementación del método de intervención. En este sentido, dicha planificación ha minimizado la aparición de dificultades durante el proceso de investigación, así como la previsión y disposición de recursos en el caso de su

aparición. Finalmente cabe destacar la condición referida a la existencia de un firme compromiso con el objetivo de la investigación e implicación en las tareas iniciales y a lo largo del proceso de todos los agentes participantes y pertenecientes a ambas partes, Universidad y Empresa.

Por otro lado, en esta investigación también destaca la característica referida a que el seguimiento del estado de la seguridad de una obra de construcción durante sus fases constructivas se ha realizado mediante la obtención periódica y sistemática de datos de naturaleza observacional. La importancia de la naturaleza observacional de estos datos radica, dado el método y proceso mediante el que se han obtenido, en su valor objetivo y en su precisión. En este sentido, dichos datos conforman un indicador de la seguridad fiable y sensible tanto para la mejora como para el empeoramiento de los aspectos de seguridad observados. Además también cabe destacar el hecho de que dichos datos observacionales hayan sido obtenidos por diferentes tipos de observadores, concretamente, por los técnicos de prevención de la empresa y la investigadora de la UIP.

También cabe destacar que esta investigación es fruto de un esfuerzo por adaptar y transformar la metodología de intervención en seguridad basada en el comportamiento al sector de la construcción español. Si bien, este tipo de metodología cuenta con una evidencia empírica en el sector de la construcción en Finlandia, Reino Unido, China y Oriente Medio, en el sector de la construcción español todavía no existía ningún estudio de esta naturaleza. En el caso de esta investigación se ha adaptado y transformado la metodología de control e intervención ajustándola al sector de la construcción español. De este modo, puede afirmarse que esta investigación parte de la evidencia empírica internacional y consigue

adaptarla y desarrollarla bajo las condiciones idiosincrásicas del sector de la construcción de nuestro país.

Por otro lado, se trata de un estudio que integra la psicología plenamente en el ámbito de la prevención laboral, es decir, posiciona la función del psicólogo junto con las funciones desarrolladas por otros profesionales vinculados a la seguridad en las empresas. La importancia de este hecho radica en que, a pesar de la demostrada influencia del factor comportamental en la siniestralidad laboral, la figura y funciones del psicólogo como profesional que aborda específicamente el conocimiento e intervención sobre dicho factor, no ha logrado integrarse en este ámbito práctico o lo ha hecho de manera ocasional. Esta condición podría considerarse como una de las causas que provoca que no se aborde o se intervenga erróneamente sobre el comportamiento de seguridad de los trabajadores y que debido a ello, los métodos de intervención basados exclusivamente en los supuestos y métodos de intervención de la ingeniería de seguridad logren disminuir los datos de siniestralidad laboral, pero lo hagan hasta un límite, más allá del cual no consiguen obtener mejoras. En este contexto es donde el desarrollo de esta investigación cobra un valor destacable y ofrece nuevas posibilidades de intervención, en tanto que constituye un ejemplo de intervención que muestra la posibilidad y viabilidad de integrar un método que aborda específicamente la intervención sobre el comportamiento de seguridad de los trabajadores junto con los métodos de la ingeniería de seguridad en la práctica preventiva habitual de las obras de construcción. Como el comportamiento humano es responsable a su vez de las condiciones seguras o inseguras de las obras, esta intervención demuestra su eficacia sobre indicadores objetivos de seguridad del conjunto de la obra.

También cabe destacar que esta investigación es fruto del desarrollo de una estrecha y estable colaboración Universidad-Empresa a lo largo de varios años. Esta colaboración se ha producido entre la Unidad de Investigación de Psicometría de la Universitat de València y una empresa dedicada a la construcción, comprometida con la prevención de riesgos laborales e interesada en el desarrollo de I+D+I en el ámbito de la seguridad laboral. Esta colaboración es destacable porque ha permitido que las actividades de investigación, tanto las desarrolladas en la fase de elaboración de la herramienta de observación como las de la fase de implementación de la metodología de intervención, se hayan desarrollado mediante un constante esfuerzo para integrar el conocimiento científico en el contexto, condiciones y organización reales del trabajo en las obras de construcción. Es decir, esta investigación se ha realizado íntegramente en condiciones reales, lo cual dota de un valioso carácter aplicado a los resultados. Por otro lado, también destaca que esta colaboración ha contribuido a la difusión y transferencia de los resultados provenientes de la evidencia empírica existente en referencia a los métodos de intervención comportamental. Así, ha permitido a la empresa contar con una metodología de control e intervención en seguridad que puede mejorar su competitividad en cuanto a la gestión de la seguridad laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aitken, K., & O'Driscoll, M. A. (1998). A goal-setting and feedback intervention to enhance organizational safety: Implementation problems and implications. *Journal of Occupational Health and Safety, 14*, 245-254.

Alavosius, M. P., & Sulzer-Azaroff, B. (1986). The effects of performance feedback on the safety of client lifting and transfer. *Journal of Applied Behavior Analysis, 19*, 261-267.

Alavosius, M. P., & Sulzer-Azaroff, B. (1990). Acquisition and maintenance of health-care routines as a function of feedback density. *Journal of Applied Behavior Analysis, 23*, 151 -162.

Al-Hemoud, A. M., & Al-Asfoor, M. M. (2006). A behaviour based safety approach at a Kuwait research institution. *Journal of Safety Research, 37*, 201-206.

Arnau, J. (1986). *Diseños experimentales en psicología y educación*, vol. 2. México: Trillas.

Arnau, J. (1993). Diseños experimentales de sujeto único. En R. Fernández Ballesteros (Ed.), *Evaluación conductual. Una alternativa para el cambio en psicología clínica y de la salud*. Madrid: Pirámide.

Arnau, J. (1995a). Metodología de la investigación psicológica. En M. T. Anguera, J. Arnau, M. Ato, R. Martínez, J. Pascual, & G. Vallejo (Eds.), *Métodos de investigación en psicología* (pp. 23-43). Madrid: Síntesis.

Arnau, J. (1995b). Diseños longitudinales de un solo sujeto y una sola variable. En J. Arnau (Ed.), *Diseños longitudinales aplicados a las Ciencias Sociales y del Comportamiento*. México: Limusa.

Arnau, J. (2001). *Diseños de series temporales: técnicas de análisis*. Barcelona: Ediciones de la Universidad de Barcelona.

Ato, M., & Vallejo, G. (2007). Diseños experimentales de caso único. En M. Ato., & G. Vallejo (Eds.), *Diseños experimentales en psicología* (pp. 545-637). Madrid: Pirámide.

Baer, D. M., Wolf, M. M., & Risley, T. R. (1968). Some current dimensions of applied behavior analysis. *Journal of Applied Behaviour Analysis, 1*, 91-97.

Barlow, D. H., & Hersen, M. (1973). Single-case experimental designs: Use in applied clinical research. *Archives of General Psychiatry, 29*, 319-325.

Barlow, D. H., & Hersen, M. (1984). *Single case experimental design: Strategies for studying behavior change* (2nd ed.). Nueva York: Pergamon Press

Bird, F. E., & Schesiger, L. E. (1970). Safe behaviour reinforcement. *American Society of Safety Engineers Journal, June*, 17-20.

Bjurstrom, L. M. (1989). Priority to key areas and management by results in the national accidents prevention policy. In A. Mital (Eds.), *Advances in industrial ergonomics and safety I* (pp. 801-808). London: Taylor and Francis.

Blumberg, C. J. (1984). Comments on "a simplified time-series analysis for evaluating treatment interventions". *Journal of Applied Behavior Analysis, 17*, 539-542.

Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1970). *Time-series analysis: Forecasting and control*. San Francisco, CA: Holden-Day.

Box, G. E. P., & Tiao, G. G. (1965). A change in level of nonstationary time series. *Biometrika, 52*, 181-192.

Brown, R. L. (1977). Adapting token systems in occupational safety. *Accident Analysis and Prevention, 10*(1), 51–60.

Busk, P. L., & Marascuilo, L. A. (1988). Autocorrelation in single-subject research: A counterargument to the myth of no autocorrelation. *Behavioral Assessment, 10*, 229-242.

Center, B. A., Skiba, R. J., & Casey, A. (1986). A methodology for the quantitative synthesis of intra-subject design research. *The Journal of Special Education, 19*, 387-400.

Chhokar, J. S., & Wallin, J. A. (1984). Improving safety through applied behavior analysis. *Journal of Safety Research, 15*(4), 141-151.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement, 20*, 37-46.

Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science, 1*, 98-101.

Cohen, H. H., & Jensen, R. C. (1984). Measuring the effectiveness of an industrial lifttruck safety training program. *Journal of Safety Research, 15*, 125-135.

Cook, T., & Dixon, M. R. (2005). Performance feedback and probabilistic bonus contingencies among employees in a human service organization. *Journal of Organizational Behavior Management, 25*(3), 45-63.

Cooper, M. D. (1994). Implementing the behaviour based approach, a practical guide. *The Safety and Health Practitioner, 12*(11), 18–23.

Cooper, M. D. (2007). *Behavioral safety approaches: Which are the most effective?* [White paper]. Retrieved from <http://bsmsinc.com/articles/White.pdf>

Cooper, M. D. (2009). Behavioral safety interventions: A review of process design factors. *Professional Safety*, 54(2), 36-46.

Cooper, M. D. (2010a). Safety leadership: Application in construction site. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*, 32(1), 18-23.

Cooper, M. D. (2010b). The return on investment of the BBS process. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*, 32(1), 15-17.

Cooper, M. D., Makin, P. J., Phillips, R. A., & Sutherland, V. J. (1993). Improving safety in a large, continuous shift, production plant using goal setting and feedback: Benefits and pitfalls. *European Review of Applied Psychology*, 73, 33-7.

Cooper, M. D., Phillips, R. A., Sutherland, V. J., & Makin, P. J. (1994). Reducing accidents using goal setting and feedback: A field study. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 67, 219-240.

Dejoy, D. M. (2005). Behavior change versus culture change: Divergent approaches to managing workplace safety. *Safety Science*, 43, 105-129.

DePasquale, J. P., & Geller, E. S. (1999). Critical success factors for behavior-based safety: A study of 20 industry-wide applications. *Journal of Safety Research*, 30, 237-249.

Domash, M. A., Schnelle, J. F., Stomatt, E. L., Carr, A. F., Larson, L. D., Kirchner, R. E., et al. (1980). Police and prosecution systems: An

evaluation of a police criminal case preparation program. *Journal of Applied Behaviour Analysis*, 13, 397-406.

Duff, A. R., Robertson, I. T., Cooper, M. D., & Phillips, R. A. (1993). *Improving safety on construction sites by changing personnel behaviour (Phase I)* (Health and Safety Executive Rep. No. CRR 51/93). London: HMSO.

Duhon, D., Knouse, S., Robert, R., & Walling, J. (1989). *Improvement in oilfield safety performance by behaviour modification techniques*. Paper presented at the Academy of Management Annual Meeting, Washington, DC.

Edgington, E. S. (1992). Nonparametric test for single-case experiments. En T. R. Kratochwill y J. R. Levin (Eds.), *Single-case research design and analysis*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Eikenhout, N., & Austin, J. (2005). Using goals, feedback, reinforcement, and a performance matrix to improve customer service in a large department store. *Journal of Organizational Behavior Management*, 24(3), 27-62.

EUROSTAT (2011a). Statistics about Labour Market - Population and Social Conditions. Oficina Estadística de las Comunidades Europeas.

EUROSTAT (2011b). Statistics about Health and Safety at work - Population and Social Conditions. Oficina Estadística de las Comunidades Europeas.

Fellner, D. J., & Sulzer-Azaroff, B. (1984a). A behavioural analysis of goal setting. *Journal of Organizational Behaviour Management*, 6(1), 33-51.

Fellner, D. J., & Sulzer-Azaroff, B. (1984b). Increasing industrial safety practices and conditions through posted feedback. *Journal of Safety Research*, 15(1), 7–21.

Fellner, D. J., & Sulzer-Azaroff, B. (1985). Occupational safety: assessing the impact of adding assigned or participative goal-setting. *Journal of Organizational Behavior Management*, 7, 3-24.

Fernández, F., Ayats, N., Jiménez, S., Saldaña, C., Turón, J. V., & Vallejo, J. (1997). Entrenamiento en habilidades conversacionales en un grupo ambulatorio de pacientes anoréxicas. Un diseño de línea base múltiple. *Análisis y Modificación de Conducta*, 23, 5-22.

Fleiss, J. L. (1981). The measurement of interrater agreement. statistical methods for rates and proportions. In J. L. Fleiss (Eds.), *Statistical methods for rates and proportions* (pp. 212-236). New York: Wiley & Sons.

Fleming, M., & Lardner, R. (2002). *Strategies to promote safe behaviour as part of health and safety management system* (Keil Centre Rep. No. 430-2002). Edinburgh: Health and Safety Executive.

Fox, D. K., Hopkins, B. L., & Anger, W. K. (1987). The long-term effects of a token economy on safety performance in open-pit mining. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 20, 215–225.

Fox, C. J., & Sulzer-Azaroff, B. (1987). Increasing completion of accident reports. *Journal of Safety Research*, 18, 65-71.

Geller, E. S. (1998). *Understanding behavior-based safety: Step-by-step methods to improve your workplace* (2nd ed.). Neenah, WI: J. J. Kelley & Associates, Inc.

Geller, E. S. (2001). *The psychology of safety handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Geller, E. S. (2002). *The participation factor: How to increase involvement in occupational safety*. Des Plaines, IL: American Society of Safety Engineers.

Geller, E. S. (2005). Behavior-based-safety and occupational risk management. *Behavior Modification, 29*(3), 539-561.

Geller, E. S., & Williams, J. H. (Eds.). (2001). *Keys to behavior based safety from safety performance solutions*. Rockville, MD: Government Institutes.

Geller, E. S., Rudd, J. R., Kalsher, M. J., Streff, F. M., & Lehman, G. R. (1987). Employer-based programs to motivate safety belt use: A review of short-term and long-term effects. *Journal of Safety Research, 18*(1), 1-17.

Genaidy, A., & LeMasters, G. K. (2006). The epidemiological appraisal instrument (EAI): A brief overview. *Theoretical Issues in Ergonomics Science, 7*(3), 183-186.

Gentile, J. R., Roden, A. H., & Klein, R. D. (1972). An analysis of variance model for the intrasubject replication design. *Journal of Applied Behavioral Analysis, 5*, 193-19.

Glass, G. V, Willson, V. L., & Gottman, J. M. (1975). *Design and analysis of time-series experiments*. Boulder, CO: Colorado Associated University Press.

Gorsuch, R. L. (1983). Three Methods for analyzing limited time-series (N of 1) data. *Behavioral Assessment, 5*, 141-154.

Gottman, J. M. (1973). N-of-one and N-of-two research in psychotherapy. *Psychological Bulletin, 80*, 93-105.

Gottman, J. M. (1981). *Time-series analysis. A comprehensive introduction for social scientists*. Cambridge: Cambridge University Press.

Gottman, J. M., & Glass, G. V. (1978). Analysis of interrupted time-series experiments. En T. R. Kratochwill (Ed.), *Single subject research: Strategies for evaluating change*. New York: Academic Press.

Gottman, J. M., McFall, R. M., & Bamett, J. T. (1969). Design and analysis of research using time series. *Psychological Bulletin*, *72*, 299-306.

Gravina, N., Austin, J., Schoedtder, L., & Loewy, S. (2008). The effects of self-monitoring on safe posture performance. *Journal of Organizational Behavior Management*, *28*(4), 238-259.

Greenwood, K. M., & Matyas, T. A. (1990). Problems with the application of interrupted time series analysis for brief single-subject data. *Behavioral Assessment*, *12*, 355-370.

Grindle, A. C., Dickinson, A. M., & Boettcher, W. (2000). Behavioral safety research in manufacturing settings: A review of the literature. *Journal of Organizational Behavior Management*, *20*(1), 29-68.

Guastello, S. J. (1993). Do we really know how well our occupational accident prevention programs work? *Safety Science*, *16*, 445-463.

Hall, R. V., Cristler, C., Cranston, S. S., & Tucker, B. (1970). Teachers and parents as researchers using multiple baseline designs. *Journal of Applied Behaviour Analysis*, *3*, 247-255.

Harshbarger, D., & Rose, T. (1991). New possibilities in safety performance and the control of workers' compensation costs. *Journal of Occupational Rehabilitation*, *1*, 133-143.

Hartmann, D. P. (1974). Forcing square pegs into round holes: Some comments on "An analysis of variance model for the intrasubject replication design". *Journal of Applied Behavior Analysis, 7*, 635-638.

Hartmann, D. P., Gottman, J. M., Jones, R. R., Gardner, W., Kazdin, A. E., & Vaught, R. S. (1980). Interrupted time-series analysis and its application to behavioral data. *Journal of Applied Behavior Analysis, 13*, 543-559.

Haslam, R. A., Hide, S. A., Gibb, A. G. F., Gyi, D. E, Pavitt, T., Atkinson, S., et al. (2005). Contributing factors in construction accidents. *Applied Ergonomics, 36*, 401-415.

Hayes, C. S. (1981). Single case experimental design and empirical clinical practice. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 49*, 193-211.

Health and Safety Executive (HSE) (2002). "Strategies to promote safe behavior as part of a health and safety management system." *Contract Research Rep. 430/2002*, Merseyside, UK.

Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Hidley, J. H. (1998). Seven critical success factors for behavior-based safety: Avoiding common pitfalls and achieving real gains. *Professional Safety, 43*(7), 30-34.

Hoh, N., & Saari, J. (1997). The use of performance feedback to increase safe work practices. *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Human Factors Association, Canada*, 131-136.

Hopkins, A. (2006). What are we to make of safe behaviour programs? *Safety Science, 44*, 583-597.

Hopkins, B. L., Conard, R. J., Dangel, R. F., Fitch, H. G., Smith, M. J., & Anger, W. K. (1986). Behavioral technology for reducing occupational exposures to styrene. *Journal of Applied Behavior Analysis, 19*(1), 3-11.

Huitema, B. E. (1985). Autocorrelation in applied behavior analysis: A myth. *Behavioral Assessment, 7*, 107-118.

Huitema, B. E. (1986). Autocorrelation in behavioral research. En A. Poling y R.W. Fuqua (Eds.), *Research methods in applied behavior analysis: Issues and advances* (pp. 187-208). New York: Plenum Press.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2011). Encuesta de Población Activa (EPA).

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2008). NTP 236: Accidentes de trabajo: control estadístico.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (2011). VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Islas, M. E., & Meliá, J. L. (1991). Accidentes de trabajo. Intervención y propuestas teóricas. *Revista Latinoamericana de Psicología, 23*(3), 323-348.

Jettinghoff, K., & Houtman, I. (2009). *A sector perspective on working conditions* (Rep. No. ef0814). Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.

Jones, R. R., Weinrott, M., & Vaught, R. S. (1978). Effects of serial dependency on the agreement between visual and statistical inference. *Journal of Applied Behavior Analysis, 11*(2), 227-283.

Kazdin, A. E. (1973). Methodological and assessment considerations in evaluating reinforcement programs in applied settings. *Journal of Applied Behavior Analysis, 6*, 517-531.

Kazdin, A. E. (1976). Statistical analysis for single-case designs. En M. Hersen y D.H. Barlow (Eds.). *Single case experimental designs: Strategies for studying behavior change*. New York: Pergamon Press.

Kazdin, A. E. (1980). Obstacles in using randomization test in single-case experimentation. *Journal of Educational Estatistics, 5*, 253-260.

Kazdin, A. E., & Kopel, S. A. (1975). On resolving ambiguities of the multiple baseline design: Problems and recommendations. *Behavior Therapy, 6*, 601-608.

Knapp. T. J. (1983). Behavior analysis' visual appraisal of behavior change in graphic display. *Behavioral Assessment, 5*, 155-164.

Komaki, J. L. (1982). The case for the single case: Making judicious decisions about alternatives, in L. W. Fredriksen (Eds.), *Handbook of organizational management* (pp. 145-76). New York: John Wiley.

Komaki, J. L. (1986). Promoting job safety and accident prevention. In M. F. Cataldo, & T. J. Coates (Eds.), *Health and industry: A behavioural medicine perspective* (pp. 301-319). New York: John Wiley.

Komaki, J. L., Barwick, K. D., & Scott, L. R. (1978). Behavioral approach to occupational safety: Pinpointing and reinforcing safe performance in a food manufacturing plant. *Journal of Applied Psychology, 63*(4), 434-445.

Komaki, J. L., Collins, R. L., & Penn, P. (1982). The role of performance antecedents and consequences in work motivation. *Journal of Applied Psychology, 67*(3), 334-340.

Komaki, J. L., Heinzmann, A. T., & Lawson, L. (1980). Effect of training and feedback: A component analysis of a behavioural safety program. *Journal of Applied Psychology, 65*, 261–70.

Komaki, J. L., & Jensen, M. (1986). Within group designs: An alternative to traditional control-groups. In M. F. Cataldo, & T. J. Coates (Eds.), *Health and industry: A behavioural medicine perspective* (pp. 86-139). New York: John Wiley.

Krause, T. R. (1995). *Employee-driven systems for safe behavior*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Krause, T. R. (1997). *The behavior-based safety process: Managing involvement for an injury-free culture* (2nd ed.). New York: Van Nostrand Reinhold.

Krause, T. R., Hidley, J. H., & Hodson, S. J. (1996). *The behavior-based safety process: Managing involvement for an injury-free culture*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Krause, T. R., Hidley, J. H., & Lareau, W. (1984). Behavioral science applied to industrial accident prevention. *Professional Safety, 29*(7), 21-27.

Krause, T. R., Seymour, K. J., & Sloat, K. C. M. (1999). Long-term evaluation of behavior-based method for improving safety performance: A meta-analysis of 73 interrupted time-series replications. *Safety Science, 32*, 1-18.

Krispin, J., & Hantula, D. A. (1996). *A meta-analysis of behavioral safety interventions in organizations*. Paper presented at the Eastern Academy of Management Annual Meeting, Philadelphia.

Laitinen, H., Marjamäki, M., & Päivärinta, K. (1999). The validity of the TR safety observation method on building construction. *Accident Analysis and Prevention, 31*, 463-472.

Laitinen, H., & Ruohomäki, I. (1996). The effects of feedback and goal setting on safety performance at two construction sites. *Safety Science, 24*(1), 61-73.

Laitinen, H., Ruohomäki, I., & Marjamäki, M. (1996). TR-Method for measuring the safety on building construction sites. In A. Mital, H. Krueger, S. Kumar, M. Menozzi, & J. E. Fernandez (Eds.), *Advances in occupational ergonomics and safety I* (pp. 94-98). Amsterdam: IOS Press.

Laitinen, H., Saari, J., Kivistö, M., & Rasa, P. (1998). Improving physical and psychosocial working conditions through a participatory ergonomic process: A before-after study at an engineering workshop. *International Journal of Industrial Ergonomics, 21*, 35-45.

Larson, L. D., Schnelle, J. F., Kirchner, R. J., Carr, A., Domash, M., & Risley, T. R. (1980). Reduction of police vehicle accidents through mechanically aided supervision. *Journal of Applied Behavior Analysis, 13*, 571-581.

Latham, G. P., & Yukl, G. A. (1975). A review of research on the application of goal setting in organizations. *Academy of Management Journal, 18*, 824-845.

Laurence, D. (2005). Safety rules and regulations on mine sites. The problem and a solution. *Journal of Safety Research, 36*(1), 39-50.

Levin, J. R., Marascuilo, L. A., & Hubert, L. J. (1978). N=1 nonparametric randomization test. En T. R. Kratochwill (Ed.), *Single-subject research: Strategies for evaluating change*. New York: Academic Press.

Lingard, H., & Rowlinson, S. (1997). Behavior-based safety management in Hong kong's construction industry. *Journal of Safety Research*, 28(4), 243-256.

Locke, E. A. (1968). Toward a theory of task motivation and incentives. *Organizational Behavior and Performance*, 3, 157-189.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (1984). *Goal setting: A motivational technique that works*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal-setting task performance*. London: Prentice Hall.

Locke, E. A., Shaw, K. N., Saari, L. M., & Latham, G. P. (1981). Goal setting and task performance: 1969-1970. *Psychological Bulletin*, 90, 125-152.

Marckel, J. M., Neef, N. A., & Ferreri, S. J. (2006). A preliminary analysis of teaching improvisation with the picture exchange communication system to children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 39(1), 109-115.

Mattila, M., & Hyödynmaa, M. (1988). Promoting job safety in building: An experiment on the behaviour analysis approach. *Journal of Occupational Accidents*, 9,(4) 255-267.

Matyas, T. A., & Greenwood, K. M. (1991). Problems in the estimation of autocorrelation in brief time series and some implications for behavioral data. *Behavioral Assessment*, 13, 137-157.

McAfee, R. B., & Winn, A. R. (1989). The use of incentives/feedback to enhance work place safety: A critique of the literature. *Journal of Safety Research*, 20(1), 7-19.

McCleary, R., & Hay, R. A. J. (1980). *Applied time series analysis for the social sciences*. Beverly Hills, CA: Sage.

McIntire, R. W., & White, J. (1975). Behavior modification. In B. L. Margolis, & W. H. Kroes (Eds.), *The human side of accident prevention: Psychological concepts and principles which bear on industrial safety*. Springfield, IL: Charles C Thomas.

Meliá, J. L. (1995). Un proceso de intervención para reducir los accidentes laborales. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 11(32), 51-65.

Meliá, J. L. (1999). Medición y métodos de intervención en psicología de la seguridad y prevención de accidentes. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 15(2), 237-266.

Meliá, J. L. (2007). Seguridad basada en el comportamiento. En C. Nogareda, D. A. Gracia, J. F. Martínez-Losa, J. M. Peiró, A. Duro, M. Salanova, I. M. Martínez, J. Merino, M. Lahera, & J. L. Meliá (Eds.), *Perspectivas de intervención en riesgos psicosociales: Medidas preventivas* (pp. 157-180). Barcelona: Foment del Treball Nacional y Fundación Nacional para la Prevención de Riesgos Laborales.

Meliá, J. L., & Becerril, M. (2007). Un método eficaz y sencillo para reducir los accidentes laborales en construcción. *Prevención: Revista Técnica de Seguridad y Salud Laborales*, 179, 28-39.

Meliá, J. L., & Becerril, M. (2008). Risk profiles across construction jobs. In P. Mondelo, M. Mattila, W. Karwowski, & A. Hale (Eds.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Occupational Risk Prevention*, Spain, ISBN 84-933328-9-5.

Meliá, J. L., Ricarte, J. J., & Arnedo, M. T. (1999). Productividad y seguridad en el trabajo: Un estudio experimental del efecto de las instrucciones y del refuerzo en el tiempo y los errores de ejecución. *Revista de Psicología Social Aplicada*, 9(2), 69-89.

Menckel, E., & Carter, N. (1985). The development and evaluation of accident prevention routines: A case study. *Journal of Safety Research*, 16, 75-82.

Nemeroff, C. J., & Karoly, P. (1991). Operant methods. In F. H. Kanfer, & A. P. Goldstein (Eds.), *Helping people change: A textbook of methods* (pp. 122-160). New York: Pergamon Press. Falta páginas

Ostrom, C. W. (1978). *Time series analysis: Regression techniques*. Beverly Hills: Sage Publications.

Parent-Thirion, A., Fernández, E., Hurley, J., & Vermeulen, G. (2005). *Fourth European Working Conditions Survey*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Pérez R. (2005). *Seguridad práctica en obras de construcción*. Totana: Etosa.

Petersen, D. (1980). *Analyzing safety performance*. New York: Garland Publishing.

Petersen, D. (1989). *Techniques of safety management: A systems approach*. Goshen, NY: Aloray, Inc.

Petersen, D. (1999). Behaviour-based safety: Build a culture or attack behaviour. *Occupational Hazards*, 61(1), 29-32.

Phillips, J. P. N. (1983). Serially correlated errors in some single-subject designs. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 36, 269-280.

Pitzer, C. J. (2005) The New Management of Risk-Competency-Based Safety. *Proceedings of the Ninth Underground Operators' Conference*.

The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. ISBN 978-1-920806-24-8.

Poling, A., Methot, L. L., & LeSage, M. G. (1995). *Fundamentals of behavior analytic research*. New York, NY: Plenum Press.

Pringle, D. R. S., & Brown, A. E. (1990). International safety rating system: New Zealand's experience with as successful strategy. *Journal of Occupational Accidents*, 12, 41-42.

Quinlan, M. (2005). The hidden epidemic of injuries and illness associated with the global expansion of precarious employment. In C. L. Peterson, & C. Mayhew (Eds.), *Occupational health and safety: International influences and the "new" epidemics* (pp. 53-74). Amityville, NY, US: Baywood Publishing Co.

Rathel, J. M., Drasgow, E., & Christle, C. C. (2008). Effects of supervisor performance feedback on increasing preservice teachers' positive communication behaviors with students with emotional and behavioral disorders. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, 16(2), 67-77.

Ray, P. S. Bishop, P. A., & Wang, M. Q. (1997). Efficacy of the components of a behavioral safety program. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(1), 19-29.

Reber, R. A., & Wallin, J. A. (1984). The effects of training, goal setting, and knowledge of results on safe behavior: A component analysis. *Academy of Management Journal*, 27, 544-560.

Reber, R. A., Wallin, J. A., & Chhokar, J. S. (1984). Reducing industrial accidents: A behavioral experiment. *Employee Relations*, 23, 119-124.

Reber, R. A., Wallin, J. A., & Chhokar, J. S. (1990). Improving safety performance with goal setting and feedback. *Human Performance*, 3(1), 51-61.

Ringen, K., Englund, A., Welch, L. S., Weeks, J. L., & Seegal, J. (1995). Why construction is different. In K. Ringen, A. Englund, L. S. Welch, J. L. Weeks, & J. L. Seegal (Eds.), *Health and safety in construction: State of the art reviews in occupational medicine* (pp. 255-260). Philadelphia: Hanley and Belfus.

Robertson, I. R., Duff, A. R., Marsh, T. W., Phillips, R. A., Weyman, A. K., & Cooper, M.D. (1999). *Improving safety on construction sites by changing personnel behaviour (Phase II)* (Health and Safety Executive Rep. No. CRR 229/1999). London: HMSO.

Rodgers, R., Hunter, J. E., & Rogers, D. L. (1993). Influence of top management commitment on management program success. *Journal of Applied Psychology*, 78, 151-155.

Saari, J. (1994). When does behavior modification prevent accidents? *Leadership and Organizational Development Journal*, 15, 11-15.

Saari, J., & Näsänen, M. (1989). The effect of positive feedback on industrial housekeeping and accidents: A long-term study at a shipyard. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4, 201-211.

Salminen, S., & Tallberg, T. (1996). Human errors in fatal and serious occupational accidents in Finland. *Ergonomics*, 39(7), 980-988.

Scheffé, H. (1959). *The analysis of variance*. New York: Wiley.

Schutte, P. (1998). The human factor in safety: A behavior-based approach enhancing empowered, valued and safety committed

employees. *Proceedings of Mine Safe International, Sun City, South Africa*, 219 –228.

Seppala, A., Saarela, K. L., Näsänen, M., Aaltonen, M., & Saari, J. (1987). Improving safety performance of industry. *Trends in Ergonomics/Human Factors*, 4, 513–520.

Sharpley, C. F., & Alavosius, M. P. (1988). Autocorrelation in behavioral data: An alternative perspective. *Behavioral Assessment*, 10, 243-251.

Shine, L. C., & Bower, S. M. (1971). A one-way analysis of variance for single-subject designs. *Educational and Psychological Measurement*, 31, 105-111.

Simonton, D. K. (1977). Cross-sectional time-series experiments: Some suggested statistical analysis. *Psychological Bulletin*, 84, 489-502.

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Oxford, England: Appleton-Century.

Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Skinner, B. F. (1974). *About behaviorism*. New York: Alfred A. Knopf.

Sulzer-Azaroff, B. (1978). Behavioural ecology and accident prevention. *Journal of Organizational Behaviour Management*, 2, 11-44.

Sulzer-Azaroff, B. (1982). Behavioral approaches to occupational health and safety. In L. W. Frederiksen (Eds.), *Handbook of*

organizational behavior management (pp. 505-538). New York: John Wiley & Sons.

Sulzer-Azaroff, B., & Austin, J. (2000). Does BBS work? Behavior-based safety and the injury reduction: A survey of the evidence. *Professional Safety*, *45*(7), 19-24.

Sulzer-Azaroff, B., & De Santamaria, C. (1980). Industrial safety hazard reduction through performance feedback. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *13*(2), 287-295.

Sulzer-Azaroff, B., & Fellner, D. (1984). Searching for performance targets in the behavioral analysis of occupational safety: An assessment strategy. *Journal of Organizational Behavior Management*, *11*, 99-120.

Sulzer-Azaroff, B., & Lischeid, W. E. (1999). Assessing the quality of behavioral safety initiatives. *Professional Safety*, *44*(4), 31-36.

Sulzer-Azaroff, B., Loafman, B., Merante, R. J., & Hlavacek, A. C. (1990). Improving occupational safety in a large industrial plant: A systematic replication. *Journal of Organizational Behavior Management*, *11*, 99-120.

Sulzer-Azaroff, B., McCann, K. B., & Harris, T. C. (2001). The safe performance approach to preventing job-related illness and injury. In C. M. Johnson, W. K. Redmon, & T. C. Mawhinney (Eds.), *Handbook of organizational performance: Behavior analysis and management* (pp. 277-302). New York: Haworth.

Thoresen, C. E., & Elashoff, J. D. (1974). Some comments on "An analysis of variance model for the intra-subject replication design". *Journal of Applied Behavior Analysis*, *7*, 639-641.

Tryon, W. W. (1982). A simplified time-series analysis for evaluating treatment interventions. *Journal of Applied Behavior Analysis, 15*, 423-429.

Tuncel, S., Lotlikar, H., Salem, S., & Daraiseh, N. (2006). Effectiveness of behaviour based safety interventions to reduce accidents and injuries in workplaces: Critical appraisal and meta-analysis. *Theoretical Issues in Ergonomics Science, 7*(3), 191-209.

Tuttle, T., Wood, D., Grether, C., Reed, D., & Smith, M. (1974). *Psychological behavioral strategy for accident control: A system for diagnosis and intervention*. Washington, DC: American Psychological Association.

Vallejo, G. (1986). Aplicación de análisis de series temporales en diseños con N=1: Consideraciones generales. *Revista Española de Terapia del Comportamiento, 4*, 1-23.

Williamson, A. M., & Feyer, A. M. (1990). Behavioral epidemiology as a tool for accident research. *Journal of Occupational Accidents, 12*, 207-222.

Young, L. C. (1941). On randomness in ordered sequences. *The Annals of Mathematical Statistics, 12*, 293-300.

Zohar, D. (1980). Promoting the use of personal protective equipment by behavior modification techniques. *Journal of Safety Research, 12*(2), 78-85.

Zohar, D., Cohen, A., & Azar, N. (1980). Promoting increased use of ear protection in noise through information feedback. *Human Factors, 22*(1), 69-79.

Zohar, D., & Fussfeld, N. (1981). Modifying earplug wearing behavior by behavior modification techniques: An empirical evaluation. *Journal of Organizational Behavior Management*, 3(2), 41-52.

Zohar, D., & Luria, G. (2003). The use of supervisory practices as leverage to improve safety behavior: A cross-level intervention level. *Journal of Safety Research*, 34, 567-577.